

## 1.0 ELABORAT- GEOLOŠKO GEOTEHNIČNO POROČILO S PREDLOGOM SANACIJE

INVESTITOR: **OBČINA LAŠKO**Mestna ulica 2  
3270 LAŠKONAROČNIK: **OBČINA LAŠKO**Mestna ulica 2  
3270 LAŠKOOBJEKT: **Zemeljski plaz na LC 200221 JAGOČE- RIFENGOZD,  
lokacija 2**VRSTA PROJEKTNE  
DOKUMENTACIJE **Projekt za izvedbo - PZI**  
IN NJENA ŠT.: **2015-1/2**  
Številka rednika/zvezkaZA GRADNJO: **Vzdrževalna dela v javno korist**PROJEKTANT: **GEOBIRO Ivan Vukina s.p.**Glavni trg 19c,  
2000 Maribor,  
**Direktor:**  
**Ivan Vukina, i.g.**M.P.  
podpis

ODGOVORNI IZDELOVALEC

ELABORATA: **Ivan VUKINA, i.g., G-0635**M.P.  
Podpis

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:

M.P.  
PodpisŠTEVILKA ELABORATA: **2015-1**

KRAJ IN DATUM IZDELAVE

ELABORATA: **Maribor, januar 2015**IZVOD št. **1 2 3 4**

## **1.2 KAZALO VSEBINE ELABORATA št. 2014-1/2**

### **1.1 Naslovna stran**

### **1.2 Kazalo vsebine elaborata**

### **1.3 Geološko geotehnično poročilo**

- 1.3.1 Splošni del
- 1.3.2 Raziskovalna dela
- 1.3.3 Opis geološko geotehničnih razmer
- 1.3.4 Predlog sanacije
- 1.3.5 Opis izvedbe sanacije
- 1.3.6 Zaključki

### **1.4 Geostatični izračun**

### **1.5 Popis del in projektantski predračun**

### **1.6 Risbe- priloge**

Slikovna dokumentacija		Št. priloge: 1.6.1
Situacija obstoječega stanja in vrtin	M 1:200	Št. priloge: 1.6.2
Gradbena situacija	M 1:200	Št. priloge: 1.6.3
Prečni prerezi	M 1:100	Št. priloge: 1.6.4
Vzdolžni prerez	M 1:100	Št. Priloge: 1.6.5
Armatureni načrt	M 1:50/25	Št. Priloge: 1.6.6

## **1.3 GEOLOŠKO GEOTEHNIČNO POROČILO**

### **1.3.1 SPLOŠNI DEL**

Po naročilu Občine Laško so izvedena raziskovalna dela ter na osnovi teh izdelan elaborat- geološko geotehnično poročilo s predlogom sanacije zemeljskega plazu na LC 200221 Jagoče- Rifengozd, lokacija 2.

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 in izdelava elaborata

Trasa predmetnega odseka lokalne ceste prečka dokaj strmo zahodno orientirano pobočje nad dolino reke Savinje v mešanem profilu. Območje plazu je bilo v preteklosti zavarovano z zabiti jekleni profili založenimi z lesenimi plohi. Pod konstrukcijo so se v srednjem delu ponovno aktiviral plaz, kjer odlomni rob sega v temeljni del zaščitne konstrukcije in se v bočnih smereh nadaljuje po padnici pobočja v niže ležeče območje kjer je formiran dokaj neizrazit nariv. Labilno območje plazu je širine ca 16 m in dolžino do ca 25 m, pri naklonu pobočja cca 28-30°. Povrhnjica pobočja pod podporno konstrukcijo je porušena z značilno rahlo nagubano terensko linijo.

Nastanek plazu je bil pogojen z zasičenostjo zemljin pri pojavu velike količine padavin v mesecu septembru 2014 in predvidoma posledično tudi pojav precejnih vod. Hitrost dreniranje vod skozi polprostor pa se odraža v porušeni povrhnjici, vertikalnimi in horizontalnimi pomiki ter prečnih razpokah in lomih. Prosto izcednih vod ni bilo zasledili.

Glede na stanje plazu je vidno, da so deformacije v pobočnem delu pod cesto nastale zaradi trenutnega zdrsa z manjšo porušitvijo in premikom zemeljskih mas. Zaradi ponovnega aktiviranja plazu so nastali horizontalni pomiki jeklene varovalne konstrukcije, vidni v nagibu iz vertikalne osi ter rahlo posedeni bankini. Velikost deformacij in obseg labilnega območja pa nakazuje na možnosti nadaljnjih pomikov v temeljnem območju podporne jeklene konstrukcije, kar pa vpliva na stabilnost cestnega telesa. Hitrost in velikost deformacij pa je pogojena z količino padavin pri zelo neugodnih vremenskih razmerah.

Zaradi nastalih razmer je prevoznost ceste še zagotovljena, posedena bankina pa zmanjšuje cestni profil. Sama izvedba jeklene podporne konstrukcije sicer ni znana, predvidevamo pa je uporabljen sistem vtiskanja- zabijanja kjer globina temeljenja sega v cono preperele hribini z minimalnim dolžino vpetja v kompaktno hribino.

### **1.3.2 RAZISKOVALNA DELA**

#### **1.3.2.1 Sondažna dela**

Na karakterističnih mestih in profilih so bile v pobočju pod cesto z lažjo strojno vrtalno garnituro izvrtane tri sondažne vrtine globine 4.5 do 5.0 m, skupne globine 14.5 m.

Na osnovi enostavnih identifikacijskih preizkusov ja na terenu določen strukturni sestav tal 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	peščena glina, težko gnetne konsistence z vložki melja	CL
1.2-2.3	peščeni melj do peščena glina, težko gnetne do poltrdne konsistence z vložki gruščnatega skrilavca	CL-ML
2.3-3.9	gruščnat skrilavec in peščenjak z meljem	
3.9-4.5	skrilavec in peščenjak	

vertina V2

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-0.3	humus	
0.3-2.3	peščena glina, težko gnetne do poltrdne konsistence z vložki melja	CL
2.3-3.5	peščeni melj do peščena glina, težko gnetne do poltrdne konsistence z vložki gruščnatega skrilavca	CL-ML
3.5-4.3	gruščnat skrilavec in peščenjak z meljem	
4.3-5.0	skrilavec in peščenjak	

vertina V3

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-0.3	humus	
0.3-3.0	peščeni melj do peščena glina, težko gnetne do poltrdne konsistence z vložki gruščnatega skrilavca	CL-ML
3.0-4.2	gruščnat skrilavec in peščenjak z meljem	
4.2-5.0	skrilavec in peščenjak	

### 1.3.2.2 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	160	težko gnetno
	2.9	210	težko gnetno do poltrdno
V2	1.5	205	težko gnetno do do poltrdno
V3	2.0	210	težko gnetno do poltrdno

Gostotni sestav je v sondažnih vrtinah določena na osnovi penetracijskih preiskav z dinamičnim penetrometrom (SPT). Skupaj je bilo v sondažnih vrtinah izvedenih 6 preiskav.

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.



Vrednotenje rezultatov preiskav je izvedeno v skladu z določili SIST EN ISO 22476-3:2005, kjer je upoštevan korekcijski koeficient prenosa energije  $k_{60} = 1,32$ .

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

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

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

Tabela 2: Vrednotenje rezultatov SPT preiskav:

vertina	globina m	izmerjeni N ud./30 cm	izmerjeni P cm/60ud.	$(N_1)_{60}$	$I_D$ (%)	AC klasifikacija, stanje gostote, penetrabilnost
V1	3,0	20	/	17,1	53	gruščnat skrilavec, srednje gsto
	4,2	/	26	/	/	skrilavec, zelo visoko penetrabilen
V2	3,6	24	/	19,6	57	gruščnat skrilavec, srednje gsto
	4,7	/	24	/	/	skrilavec, zelo visoko penetrabilen
V3	3,5	26	/	21,4	60	gruščnat skrilavec, srednje gsto
	4,8	/	29	/	/	skrilavec, zelo visoko penetrabilen

### 1.3.2.3 Opazovanje pojava talne vode

Podtalna voda v času izvedbe raziskovalnih del ni registrirana.

### 1.3.3 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 območje predstavlja nizko gričevnato področje severnega dela 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, svetlo rjava in siva.

Preko podlage je v robu ceste in pobočju odložena gruščnata hribina skrilavca in peščenjaka ter sloj glinastih in glinasto meljne preperine in cestni nasip. Glinasto meljna preperina se pojavlja kot peščena glina (CL) in peščeni melj (ML) pretežno z vložki gruščnate hribine. Povprečna debelina glinasto meljnega pokrova je 2.3-3.5 m, debelina gruščnate hribine pa 0.8-1.6 m. Kompaktna hribina se v pobočju pod robom ceste pojavi v relativni globini 3.9-4.3 m pod površjem terena.

Terenske preiskave in meritve so pokazale, da je pretežni del glineno meljnega in meljnega pokrova v naravno odloženih oblikah težko gnetne in težko gnetne do poltrdne z enosno tlačno trdnostjo  $q_u = 160-210 \text{ kN/m}^2$ , s strižnimi lastnosti zemljin v mejah kot notranjega trenja  $\varphi = 23-26^\circ$  pri koheziji  $c = 0-5 \text{ kN/m}^2$ . Gruščnata hribina je srednje gostega sestava,  $I_D = 53-60\%$ , kot notranje trenja  $\varphi > 32^\circ$  in kohezijo  $c = 10-150 \text{ kN/m}^2$ . Podlaga pa nastopa kot zelo gosta in zelo visoko penetrabilna  $P = 24-29 \text{ cm/60 ud. SPT}$ , kjer so strižne lastnosti kot notranjega trenja  $\varphi > 38^\circ$  in koheziji  $c > 25 \text{ kN/m}^2$ .

V območju plazu na robu ceste se na osnovi popisa jeder vrtin ločijo naslednje geotehnične enote:

- paket zemljin: glinasto meljne zemljine, debeline 2.3-3.5 m
- gruščnata in preperela hribina: skrilavec in peščenjak, debeline 0.8-1.6 m
- podlaga: skrilavec in peščenjak

V hidrogeološkem smislu se v obravnavanem prostoru ločita praktično nepropustna podlaga in slabše vodoprepustne zemljine pobočnega pokrova, debeline do 3.5 m. Inženirsko geološke lastnosti ki pogojujejo stabilnostne karakteristike tal so v preperinskem pokrovu v glavnem dobre. 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 plazjenja oziroma zdrsi z vodo prepojenega preperinskega pokrova.

#### 1.3.4 PREDLOG SANACIJE

Glede na izvedeno zavarovanje z zabitimi jekleni profili, stabilnostne in geotehnične razmere predlagamo za zavarovanje ceste izvedbo nadomestne podporne konstrukcije v območju obstoječe, katere model predstavlja konzolno vpeta pilotna stena. Piloti so povezani z vezno gredo in parapetnim zidom. Tlorisno je podporna pilotna stena rahlo lomljena- ukrivljena prilagojena robu ceste, potrebne dolžine 18,80 m.

V krono parapetnega zidu se vgradi sidrano JVO.

##### 1.3.4.1 Geostatični izračun

Analiza podporne pilotne konstrukcije je izvedena z metodo mejnih ravnovesnih stanj za mejno stanje nosilnosti MSN z računalniškim program Cobus-Larix 5 z upoštevanimi mehanskimi lastnostmi zemeljskega polprostora določenega na osnovi raziskovalnih del, podanih v točki 1.3.3. Analiza je izvedena za srednji kritični pobočni profil P2, v skladu z SIST EN 1997-1. Prevzet projektni pristop 2 (DA2), kateri 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

$\gamma=1.10$

- upošteva je nadometna prometna obtežba  $p'=10,0 \text{ kN/m}^2$  na enem vozem pasu ( zelo lahek promet)

Rezultati računske analize so podani v poglavju 1.4, vrednosti notranjih sil v podporni konstrukciji so:

$M_{max} = 94,94 \text{ kNm/m}$

$Q_{max} = 116,67 \text{ kN/m}$

maksimalni pomik  $D_x = 8,0 \text{ mm}$

Podporno konstrukcijo -pilotno steno sestavljajo uvrtni konzolno vpeti piloti premera 50 cm. Na osnovi dobljenih rezultatov analiz so določene potrebne dolžine pilotov, medosni razmik med piloti in potrebna globina vpenjanja.

Piloti so dolžine 6.0 m v osnem razmiku 1.0 m, temeljeni- vpeti do 1.5 m v gruščnato hribini in 2.6-3.0 m v kompaktno hribinsko podlago skrilavca in peščenjaka. Višina grede in parapetnega zidu je 2.1 m.



Z interakcijsko analizo- diagramom ( izračun v poglavju 1.4) je za glavno armaturo  $8\phi 18$ , S500 določena dovoljena faktorirano obremenitev  $M_u = 156,0 \text{ kNm/m} > M_{\max} = 94,94 \times 1,4 = 132,92 \text{ kNm/m}$ .

Za dimenzioniranje vezne grede in parapetnega zidu je upoštevan kriterij minimalnega procenta armiranja  $A_s = 0,3\%$ .  $A_b$

### 1.3.5 OPIS IZVEDBE SANACIJE

Dela za izvedbo sanacije se izvajajo ob polni zapori ceste in v fazah.

V prvi fazi se izvede delovni plato z izkopov v območju obstoječe ceste do globine 1.10 m pod nivoletu ceste v minimalni širini 3.5 m - del izkopa se vgradi v nasip delovnega platoja. z rampo iz južne smeri ali severne smeri. Nato se obstoječi jekleni profili odrežejo v nivoju delovnega platoja.

V drugi fazi se izvedejo piloti, vezna greda in parapetni zid.

Tretja faza je izvedba zaledne drenaže, izvedba cestnega nasipa in zgornjega ustroja ceste v celotnem območju sanacije ter oprema ceste z JVO.

Dovoz ceste za izvedbo podporne konstrukcije je obstoječa lokalna cesta iz smeri Jagoč ali Rifengozda.

#### 1.3.5.1 Pilotna stena

Oporna konstrukcija - pilotna stena je predvidena ob levem- dolinskem robu ceste z odmikom 0.9 m od roba obstoječe ceste in jo sestavljajo uvrtni konzolno vpeti piloti premera 50 cm. Piloti so dolžine 6.0 v osnem razmiku 1.0 m, temeljeni- vpeti 4.0-4.5 m v delno preperelo in pretežno kompaktno hribinsko podlago skrilavca in peščenjaka. Skupaj je predvidenih 19 pilotov, povezanih z AB vezno gredo in parapetnim zidom. Dolžina pilotne stene je 18.8 m.

Izkopi za pilote se izvedejo z garnituro za izkope teh s sprotim cevljenjem ter uporabo rotacijske tehnike.

Piloti se izvedejo iz vodoneprepustnega betona C25/30, armiran z armaturo S 500. Piloti so armirani z glavno vzdolžno armaturo  $8 \phi 18 \text{ mm}$  in spiralno armaturo  $\phi 10 / 15 \text{ cm}$ . Piloti so povezani z vezno gredo, preseka  $b/h=70/60 \text{ cm}$ , armirani z glavno armaturo S500  $8 \phi 14 \text{ mm}$ , stremena  $\phi 10 / 25 \text{ cm}$  in sidrno armaturo parapretnega zidu  $\phi 16 / 25 \text{ cm}$ . Nad gredo se izdelata parapetni zid preseka v stiku z gredo  $b=70 \text{ cm}$  na kroni  $b=40 \text{ cm}$ , višine  $h=1.5 \text{ m}$ . Armatura S500M, R509 in Q287 ter S500  $6 \phi 14 \text{ mm}$ , stremena  $\phi 10 / 25 \text{ cm}$ . Zaščitni sloj betona je 5 cm.

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

Pred izdelavo vezne grede je potrebno preveriti zveznost pilotov (PIT test), kontrolira se 5 pilotov ( 25 % števila pilotov).

Opaži vidnega dela grede se izdelajo v kvalitetni izvedbi po tehnologiji izvajalca.

Pod pilotno steno se odstrani nasip delovnega platoja, površina se strojno splanira.

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

### 1.3.5.2 Obnova cestišča in oprema ceste

V območju sanacije plazu se izvede vzdolžna drenaža, nov cestni nasip ter obnovi zgornji ustroj ceste. Vzdolžna drenažna veja se izvede v notranjem robu izkopa za delovni plato v globino 0.5 m na betonsko podlago C 10/15 debeline 10 cm. Za odvodno cev je izbrana trdostenska (stidren) drenažna cev DN150 mm, dolžine 24.30 m, zaščiten z enozrnatim drenažnim zasipom, debeline 40 cm nad temenom cevi oziroma do nivoja delovnega platoja. Drenažna odvodna cev je vgrajena iz smeri severa proti jugu, lom se izvede z PVC kolenom 30°. Iztoku se izdela na pobočju južno od pilotne stene izven vplivnega območja z betonsko iztočno glavo.

Zasip oziroma nov cestni nasip se izvede iz drobljenega kamnitega lomljenca do kote planuma zgornjega ustroja. Vgrajevaje se izvaja v plasteh debeline 30 cm kjer je potrebno doseči optimalno gostoto v vrednosti MPP 97% ali  $E_{VD} > 35$  MPa na vsakem vgrajenem sloju. V celotni širini ceste se izvede nov zgornji ustroj s tamponskim slojem debeline 40 cm, zgoščen do  $E_{V2} > 110$  MPa ter asfaltom AC 16 base B50/70 A4, debeline 8 cm, širine 4.1 m. Za vklop v obstoječo ureditev se izvede stik z rezanjem asfalta.

Kontrola vgrajenih materialov se vrši skladno s tehničnimi specifikacijami za javne ceste TSC 06.720 in TSC 06.713.

V območju sanacije se v krono parapetnega zidu vgradi sidrana jeklena varnostna ograja JVO v navezavi na obstoječo JVO v dolžini 24 m.

### 1.3.6 ZAKLJUČKI

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, januar 2015

Obdelal:  
Ivan Vukina inž.gradb.



SLIKOVNA DOKUMENTACIJA



Št. priloge 1.6.1