

### 3.0 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI

INVESTITOR: **OBČINA LAŠKO**Mestna ulica 2  
3270 LAŠKONAROČNIK: **OBČINA LAŠKO**Mestna ulica 2  
3270 LAŠKOOBJEKT: **Zemeljski plaz na LC 200131 LAHOMNO- REKA  
DOBLATINA V KM 0+666**VRSTA PROJEKTNE  
DOKUMENTACIJE  
IN NJENA ŠT.:**Projekt za izvedbo - PZI****2015-2**

Številka rednika/zvezka

ZA GRADNJO: **Vzdrževalna dela v javno korist**PROJEKTANT: **GEOBIRO Ivan Vukina s.p.**Glavni trg 19c,  
2000 Maribor,**Direktor:**  
**Ivan Vukina, i.g.**M.P.  
podpisODGOVORNI PROJEKTANT: **Ivan VUKINA, i.g., G-0635**M.P.  
Podpis

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:

M.P.  
PodpisŠTEVILKA NAČRTA: **2015-2/1**KRAJ IN DATUM IZDELAVE  
ELABORATA:**Maribor, januar 2015**IZVOD št. **1 2 3 4**

**3.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA št. 2015-2/1****3.1 Naslovna stran****3.2 Kazalo vsebine načrta****3.3 Tehnično poročilo**

- 3.3.1 Elementi sanacije
- 3.3.2 Geostatična analiza konstrukcije
- 3.3.3 Tehnologija gradnje
- 3.3.4 Količbeni podatki
- 3.3.5 Zaključki

**3.4 Geostatični izračuni****3.5 Popis del in projektantski predračun****3.6 Risbe**

Pregledna situacija	M 1:2500	Št. priloge : 3.6.1
Gradbena situacija	M 1:250	Št. priloge : 3.6.2
Situacija končne ureditve	M 1:250	Št. priloge : 3.6.3
Prečni prerez P0	M 1:100	Št. priloge : 3.6.4
Prečna prereza P1, P2	M 1:100	Št. priloge : 3.6.5
Prečna prereza P3, P4	M 1:100	Št. priloge : 3.6.6
Vzdolžni prerez PS1	M 1:100	Št. priloge : 3.6.7
Vzdolžni prerez PS2	M 1:100	Št. priloge : 3.6.8
Armaturni načrt pilotov in grede	M 1:50	Št. priloge : 3.6.9
Izvleček armature		Št. priloge : 3.6.10

### 3.3 TEHNIČNO POROČILO

Po naročilu Občine Laško so izdelan načrt sanacije zemeljskega plazu na LC 200131 Lahomno- Reka-Doblatina v km 0+666.

Osnove za izdelavo načrta je geološko geotehnični elaborat je sestavni del načrta ter tehnični geodetski posnetekt. Pri izdelavi načrta je upoštevano, da je bila cesta izvedena v normalnem profil širine 3.6 m in gramozni izvedbi.

#### 3.3.1 Elementi sanacije

Za stabilizacijo labilnega območja pod cesto oziroma sanacijo plazu je predvidena izvedba podporne konstrukcije, ureditev površinskega, zalednega odvodnjavanja- dreniranja ter obnovo cestišča.

Model podporne konstrukcije predstavlja ločeni pilotni steni iz uvrtnih pretežno sidranih in delno konzolno vpetih AB pilotov premera 80 cm, povezanih z vezno AB gredo, dimenzij  $b/h=100/100$  cm. Pilotni steni sta predvideni pod in v desnem - dolinskim robom lokalne ceste v osnim odmiku 4.95 do 6,85 m od osi ceste. Piloti so uvrtni v osnem razmiku 1,5 m, tlorsno lomljeni prilagojeni robu vozišča.

Piloti pilotne stene PS1 so dolžine 13.5 m, uvrtni 1.5 do 2.5 m v kompaktno podlago laporja ter do 1.7 m v preperelo in gruščnato hribino. Skupna dolžina pilotne stene je 36.90 m in jo sestavlja 25 pilotov. Pilotna stena je preko vezne grede v celoti sidrana s trajnimi geotehničnimi sidri.

Piloti pilotne stene PS2 so dolžine 7.0 do 11.5 m, uvrtni 1.75 do 3.5 m v kompaktno podlago laporja ter do 1.5 m v preperelo hribino. Skupna dolžina pilotne stene je 39.20 m in jo sestavlja 26 pilotov. Pilotna stena je preko vezne grede pretežno sidrana s trajnimi geotehničnimi sidri.

Nad pilotno steno PS2 se v terasastem zaseku izvede delna zamenjava zemljin oziroma izgradnja novega cestnega nasipa iz prodno peščenega materiala ali drobljenega kamnitega materiala od kote dna vezne grede do kote planuma spodnjega ustroja, širina zaseka minimalno 1.5 m, delovni naklon izkopnih brežin  $n=1:1$ . Končna ureditve brežine je v naklonu  $n=1:1,5$ .

Konstrukcija zgornjega ustroja ceste se v labilnem območju obnovi z navezavo na obstoječo cesto in normalnem profilu. Uredijo se tudi elementi površinskega odvodnjavanja, obnovi cevni prepust in izdelava odvodni jarek.

#### 3.3.2 Geostatična analiza konstrukcije

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 osnovo raziskovalnih del. Analiza je izvedena za prečne profile P2, P3 in P4, v skladu z SIST EN 1997-1 je 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  $P_y = 10,0 \text{ kN/m}^2$  ( zelo lahek promet)

Rezultati računske analize so podani v poglavju 3.4, maksimalne vrednosti notranjih sil v podporni konstrukciji so:

- sidrana konstrukcija

$$M_{\max} = 183,28 \text{ kNm/m}$$

$$Q_{\max} = 140,65 \text{ kN/m}$$

Sidrna sila – obremenitev grede  $A_{\max} = 125,02$  in  $98,76 \text{ kN/m}$

- konzolna konstrukcija

$$M_{\max} = 268,66 \text{ kNm/m}$$

$$Q_{\max} = 301,92 \text{ kN/m}$$

maksimalni pomik  $D_x = 10,7 \text{ mm}$

### 3.3.2.1 Piloti

- vzdolžna armatura

$$M_{Ed} = 183,28 \times 1,5 \times 1,4 = 384,89 \text{ kNm/m}$$

Z interakcijsko analizo- diagramom ( izračun v poglavju 3.4) je za glavno armaturo  $10\phi 20$ , S500  $A_{a,dej} = 31,40 \text{ cm}^2$ , določena dovoljena faktorirano obremenitev  $M_u = 418 \text{ kNm/m} > M_{\max} = 384,89 \text{ kNm/m}$

$$M_{Ed} = 268,66 \times 1,5 \times 1,4 = 564,19 \text{ kNm/m}$$

Z interakcijsko analizo- diagramom ( izračun v poglavju 3.4) je za glavno armaturo  $10\phi 22$ , S500  $A_{a,dej} = 49,1 \text{ cm}^2$ , določena dovoljena faktorirano obremenitev  $M_u = 629 \text{ kNm/m} > M_{\max} = 564,19 \text{ kNm/m}$

- celotno strižno silo prevzame armatura:

Sidrana konstrukcija

$$V_{sd} = 165,69 \times 1,5 \times 1,4 = 347,84 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

izberem stremena S500  $\phi 10/15 \text{ cm}$  ( dvojno strižno streme  $A_{sw} = 2 \times 0,79 \text{ cm}^2$ ,  $\cot \theta = 1,20$ )

$$V_{Rd} = 2 \cdot 0,79 \cdot 0,9 \cdot 0,980 \cdot 50 \cdot 1,20 / 1,15 / 0,15 = 484,72 \text{ kN}$$

$$V_{sd} < V_{Rd} \quad (\text{ustreza})$$

Konzolna konstrukcija

$$V_{sd} = 301,92 \times 1,5 \times 1,4 = 634,03 \text{ kN}$$

$$V_{Rd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

izberem stremena S500  $\phi 12/15 \text{ cm}$  ( dvojno strižno streme  $A_{sw} = 2 \times 1,13 \text{ cm}^2$ ,  $\cot \theta = 1,20$ )

$$V_{Rd} = 2 \cdot 1,13 \cdot 0,9 \cdot 0,980 \cdot 50 \cdot 1,20 / 1,15 / 0,15 = 693,33 \text{ kN}$$

$$V_{sd} < V_{Rd} \quad (\text{ustreza})$$



**3.3.2.2 Geotehnična sidra**

Vrvna sidra nosilnosti 400 kN

Potrebna siderna dolžina je določena po kriteriju dopustnih strižnih napetosti med sidrom in hribino.

Parametri:  $h = 12,0$  m

$$\gamma = 22,0 \text{ kN/m}^3$$

$$\varphi_m = 25,0^\circ \text{ (35)}$$

$$c_m = 8,0 \text{ kN/m}^2 \text{ (20)}$$

Sila v sidru:  $S_{\text{potr}} = 125,02 \text{ kN/m'}$

Razmik med sidri:

$$e_{\text{sid}} \leq \frac{S_d}{S_{\text{potr}}} \leq \frac{400}{125,02} \leq 3,19 \text{ m} \quad \text{IZBEREM } e_{\text{sid}} = 3,0 \text{ m}$$

$$\tau_{\text{dop}} = c_m + (\sigma_z + \sigma_y/2) \cdot \tan \varphi_m = 8,0 + 309,29 \cdot 0,466 = 152,22 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_z = 20,0 \cdot 12,0 = 240,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_y = k_0 \cdot \sigma_z = (1 - \sin \varphi_m) \cdot \sigma_z = 138,57 \text{ kN/m}^2$$

Potrebna dolžina sidranja:

$$\tau = \frac{S \cdot e_{\text{sid}}}{\alpha_s \cdot \pi \cdot l_s} \leq \tau_{\text{dop}}$$

$$l_s = \frac{S \cdot e_{\text{sid}}}{\alpha_s \cdot \pi \cdot \tau} = \frac{125,02 \cdot 3,0}{0,16 \cdot \pi \cdot 152,22} = 4,90 \text{ m}$$

izberem  $l_s = 6,0 \text{ m}$

**3.3.2.3 Vezna greda**

Za dimenzioniranje je upoštevana maksimalna pričakovana obtežbe grede s sidrno silo  $P=400$  kN/ 3.0 m grede in naklon sidranja.

$$M_{\text{Ed}} = \frac{g \times l_s^2}{8} = \frac{P_s \times \cos 30^\circ}{e_s} \times \frac{e_s^2}{8} = \frac{400 \times 0,866 \times 3,0^2}{8,0 \times 3,0} = 129,90 \text{ kNm}$$

oziroma obtežbo med prenapenjanjem sidra  $P_{\text{pv}} = 500 \text{ kN}$

$$M_{\text{Ed}} = \frac{500,0 \times 0,866 \times 3,0^2}{8,0 \times 3,0} = 162,38 \text{ kNm}$$

$$k_h = \frac{16238}{2,05 \cdot 100 \cdot 90^2} = 0,0097 \Rightarrow k_s = 2,024$$

$$A_s = \frac{2,024 \cdot 16238}{100 \cdot 90} = 3,65 \text{ cm}^2$$

kriterij minimalnega procenta armiranja

$$A_s = 0,3\% \cdot A_b$$

$$A_s = 0,003 \cdot 100 \cdot 90 = 27,0 \text{ cm}^2$$

izberem glavno armaturo S 500; 14  $\phi$ 16 m';  $A_{a,dej} = 28,14 \text{ cm}^2$

- strižna armatura

upoštevana je maksimalna strižna sila pri prednapenjanju

$$V_{sd} = P_{pv} / 2 \times \cos 30^\circ = 668,0 / 2 \cdot 0,866 = 385,68 \text{ kN}$$

izberem stremena S500  $\phi$  12/20 cm ( 2- strižno streme  $A_{sw} = 2 \times 1,13 \text{ cm}^2$ ,  $\cot \theta = 1,0$ )

$$V_{Rd} = 2 \cdot 1,13 \cdot 0,9 \cdot 50 \cdot 1,0 / 1,15 / 0,20 = 442,18 \text{ kN}$$

$$V_{sd} < V_{Rd} \quad (\text{ustreza})$$

Podporni konstrukciji -pilotni steni setavljajo uvrtni sidrani in konzolno vpeti piloti premera 80 cm. Na osnovi dobljenih rezultatov analiz so določene potrebne dolžine pilotov, medosni razmik med piloti in potrebna globina vpenjanja.

Piloti pilotne stene PS1 so dolžine 13.5 m, uvrtni 1.5 do 2.5 m v kompaktno podlago laporja ter do 1.7 m v preperelo in gruščnato hribino.

Piloti pilotne stene PS2 so dolžine 7.0 do 11.5 m, uvrtni 1.75 do 2.5 m v kompaktno podlago laporja ter do 1.5 m v preperelo hribino.

### 3.3.3 TEHNOLOGIJA GRADNJE

#### 3.3.3.1 Faznost izvajanja del

Sanacijska dela se izvedejo v naslednjih fazah:

- delna zapora ceste in ureditev delovnega platoja
- izvedba pilotnih stene z ureditvijo površinskega (prepust) in zalednega odvodnjavanja,
- izvedba novega cestnega nasipa nad pilotno steno,
- izvedbe vozišča z ureditvijo površinskega odvodnjavanja.
- ureditev pobočja

#### 3.3.3.2 Dovozna gradbiščna cesta in delovni plato

Dovozna gradbiščna cesta je obstoječa lokalna cesta z dostopom iz južne smeri.

Delovni plato je se uredi iz roba ceste v območju predvidenih pilotov. Delovni plato za izvedbo pilotne stene PS1 je plato ob cesti, plato za PS2 se izvede delno z ukopom in nasipom. Po končanih delih izvedbe pilotne stene se nasipni material splanira v končno ureditev.

Ukopna brežina pod cesto se izvede v naklonu  $n=1:1$ . Delovni plato mora biti v območju izvedbe sider minimalne širine 6.0 m, ostali del pa 4.0 m, kateri se gramozira in mehansko utrdi.

### **3.3.3.3 Zemeljska dela**

Izkopi za pilote se izvedejo z garnituro za izkope teh s sprotim cevljenjem kjer je pričakovati pojav vode in omočenih con ter uporabo rotacijske tehnike.

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

Nad pilotno steno PS2 se v terasastem zaseku izvede delna zamenjava zemljin oziroma izgradnja novega cestnega nasipa iz prodno peščenega materiala ali drobljenega kamnitega materiala od kote dna vezne grede 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  $n=1:1,5$ . Vgrajevaje se izvaja v plateg debeline do 40 cm kjer je potrebno doseči optimalno gostoto.

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.

Labilno pobočje se delno strojno splanira z izkopnim in naravnim zemeljskim materialom v približno prvotnem naklonu, površine pa se erozijsko zaščitijo s posejanjem travnega semena.

### **3.3.3.4 Betonerska dela in armatura**

Piloti se izvedejo iz vodoneprepustnega betona C25/30, armiran z armaturo S 500. Piloti so armirani z glavno vzdolžno armaturo 10  $\phi$  20 mm, 10  $\phi$  22 mm 10  $\phi$  25 mm in spiralno armaturo  $\phi$  10 /15 cm in  $\phi$  12 /15 cm.

Piloti so povezani z vezno gredo iz vodoneprepustnega betona C25/30 XF4 (zmrzlinško odporen), preseka  $b/h=100/100$  cm armirani z glavno armaturo 14  $\phi$  16 mm, stremena  $\phi$ 12 / 20 cm.

Sidrne odprtine se armirajo s spiralno armaturo S 500  $\phi$ 10 /10 cm, v dolžini 108 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 15 piloti ( 25 % števila pilotov).

### **3.3.3.5 Opaži**

Opaži vidnega dela grede se izdelajo v kvalitetni izvedbi po tehnologiji izvajalca. V opaž vezne grede se vgradijo sidrne odprtine z PVC ali kovinsko cevjo premera 200 mm.



### 3.3.3.6 Geotehnična sidra

Pilotna oporna stena je skozi vezno gredo na srednjem delu sidrana z geotehničnimi sidri z dvojno protikorozijsko zaščito po kriteriju SIA 191, nosilnosti  $P_0 = 400$  kN.

Sidra se izvedejo pod kotom  $30^\circ$  od horizontale, razen sidra S6 in S9 pilotne sten PS2 ki sta pod kotom  $35^\circ$  od horizontale. Dolžina posameznih sider je 25.0, 22.0 in 16.0 m od tega je vezni del dolžine 6.0 m. Na celotni dolžini pilotne stene PS1 je predvidenih 12 geotehničnih sider dolžine 25.0 m v osnem razmiku 3.0 m. V pilotni steni PS2 je predvidenih 6 geotehničnih sider dolžine 22.0 m in 4 geotehnična sidra dolžine 16.0 m v osnem razmiku 3.0 m.

Predvidena je uporaba prednapetih geotehničnih sider iz 4 vrvi premera 0,6", vsako sestavljeno iz 7 plamenic, premera 5 mm. Potrebna kakovost jekla je  $\beta_s/\beta_z = 1570-1770$  MPa.

$$S_{mej} = 7 \cdot 3,14 \cdot 0,0025^2 \cdot 1570 \cdot 1000 \cdot 4 = 862,72 \text{ kN}$$

$$S_{dop} = 0,7 \cdot S_{mej} = 603,90 \text{ kN}$$

Pred izvedbo sider je za potrditev nosilnosti oziroma določitev veznega dela potrebno izvesti preizkus nosilnosti s popolnim prednapenjanjem po kriteriju SIA 191. Ta se lahko izvede minimalno 7 dni po injektiranju in minimalni 21 dni po betoniranju grede. Izvesti je najmanj 1 preizkus. Preizkusna nosilnost se izvede na sidru z oznako S7, pilotne stene PS1. Glede na predvideno silo zaklinjanja se obremenitev testnega sidra so potrebne sile v stopnjah po 100 kN ( 10 stopenj po 100 kN):

$$P_{p,v1} = 1,67 \cdot P_{02} = 668 \text{ kN}$$

Predvidena sila zaklinjanja trajnih geotehničnih sider vzdolž grede znaša  $P_0 = 400$  kN. Preizkusna sila pri napenjanju  $P_{a,min} = 1,25 \times P_0 = 500$  kN.

### 3.3.3.7 Odvodnjavanje

Površinsko odvodnjavanje ceste se uredi z izvedbo asfaltne povozne mulde širine 50 cm. Za odvod se izdelata vtočni jašek prepusta in betona C25/30, dimenzij 100x 100 cm, višine 2,5 m, z izdelanima vtokoma mulde, zaščiten s pokrovom. Izvede se nov cevni prepust iz PVC  $\phi 50$  cm, dolžine 15.3 m, kateri se v celoti obbetonita. Na iztoku se izdelata betonska iztočna glava, izliv pa uredi v kanaletni jarek iz trapeznih kanalov, v dolžini 17.0 m z iztokom v kroni kamnite obloge korita potoka Reka. Trapezne kanale se izvedejo na betonsko podlago C 15/20, debeline 15 cm, stiki se obdelajo s cementno malto.

Zaledno odvodnjavanje- dreniranje pilotnih sten se izvede z vzdolžno drenažno vejo v notranjem robu na betonsko podlago. Za odvodno cev je izbrana trdostenska drenažna cev (stidren)  $\phi 150$  mm zaščiten z enoznatim drenažnim lomljencem do spodnjega roba vezne grede. Drenažna odvodna cev je vgrajena iz smeri juga proti severu PS1 in severa proti jugu PS2. Precejne vode iz zaledja pilotne stene in cestnega nasipa se preko revizijskega jaška BC  $\phi 60$  cm in BC  $\phi 60$  cm, lociranih na stiku pilotnih sten PS1 in PS2 speljejo preko odvodne cevi stigmafleks  $\phi 160$  mm v kanaletni jarek in trapeznih kanalov. Priključek na kanaletni jarek se izdelata z iztočno glavo v betonu C20/25. Trapezne kanale dolžine 21.0 m se izvede na betonsko podlago C 15/20, debeline 15 cm, stiki se obdelajo s cementno malto. Iztok se uredi v kanaletni jarek cevne prepusta.



### **3.3.3.8 Obnova ceste**

Vozišče javne poti se obnovi v prvotnem normalne prečnem profilu, širina asfaltnega vozišča 3.9-4.2 m, asfaltna mulda širine 50 cm in bankina širina 70 cm, v dolžini 84 m. Konstrukcija zgornjega ustroja se izvede s kamnito gredo debeline 20 cm in tamponskim slojem debeline 30 cm zgoščenega do  $E_{v2} > 110$  MPa ter asfaltom AC 16 base B50/70 A4, debeline 8 cm.

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

### **3.3.4 KOLIČBENI PODATKI**

Geodetski posnetek, ki je služil za projektiranje je vezan na državno koordinatno, višine so absolutne. Zakoličbo elementov sanacije je izvesti skladno z predvideno sanacijo v predvidenih odmikih, podatki so podani v tabeli gradbene situacije.

### **3.3.5 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; januar 2015

Sestavil:

Ivan VUKINA .inž.gradb.