



Gprocom d.o.o.

Gradbeni in geotehnični inženiring ter poslovne storitve d.o.o.

Sokolska ulica 22,
2000 MARIBOR
tel: 02/429 58 50
fax: 02/429 58 51

TR pri NKBM d.d.
SI56 4515 0002559950
ID za DDV
SI41539737
Matična številka
1535048

3.1 NASLOVNA STRAN NAČRTA

3.0 NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI štev.: 1898/2017

INVESTITOR:

OBČINA LAŠKO

Mestna ulica 2, 3270 LAŠKO

(ime, priimek in naslov investitorja oziroma njegov naziv in sedež)

OBJEKT:

Zemeljski usad na LC Reka- Doblatina, lokacija Požnica

(poimenovanje objekta, na katerega se gradnja nanaša)

VRTSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE:

Projekt za izvedbo - PZI

(idejna zasnova, idejni projekt, projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja,
projekt za razpis, projekt za izvedbo)

ZA GRADNJO:

Vzdrževalna dela v javno korist

(investicijska vzdrževalna dela, vzdrževalna dela v javno korist)

PROJEKTANT:

GPROCOCOM d.o.o., Sokolska ulica 22, 2000 MARIBOR

Identifikacijska številka: 2155

Direktor: Danilo MUHIČ, d.i.g.

(naziv projektanta, sedež, ime in podpis odgovorne osebe projektanta in žig)

ODGOVORNI PROJEKTANT:

Danilo MUHIČ, dipl.inž.grad., G-3613

(ime odgovornega vodje projekta, strokovna izobrazba, identifikacijska številka, osebni žig, podpis)

ŠTEVILKA PROJEKTA IN IZVODA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE PROJEKTA:

Številka projekta : 1898/2017

Številka izvoda : 1 2 3 4 A

Kraj in datum izdelave : Maribor, december 2017

3.2	KAZALO VSEBINE NAČRTA štev.: 1898/2017	
	3.1	Naslovna stran načrta
	3.2	Kazalo vsebine načrta
	3.3	Tehnično poročilo
	3.4	Stabilnostna in geostatična analiza
	3.5	Projektantski popis del in stroškovna ocena
	3.6	Risbe

3.3 Tehnično poročilo

1.0 SPLOŠNI DEL

Po naročili Občine Laško so izvedene geološko geotehnične preiskave tal v prostoru zemeljskega usada na LC Reka- Doblatina, lokacija Požnica ter na osnovi teh izdelan načrt sanacije za fazo PZI.

Za ugotovitev vzrokov labilnosti in izdelavo načrta bila izvedena naslednja dela:

- tehnični geodetski posnetek labilnega območja
- izvedba sondažnih vrtin za ugotovitev strukturnega sestava tal
- meritve gladine podtalne vode v vrtinah
- terenske meritve in preiskave
- vrednotenje rezultatov preiskav

1.1 Geografsko- geomorfološki opis območja

Območje predmetnega odseka ceste predstavlja strmo jugozahodno orientiranega pobočja nad dolino Lahomnice. Cesta je v asfaltni izvedbi, trasa pa poteka v mešanem profilu in strmih brežinah na nadmorski višini med 528.0 in 532.0 mnv. Območje je redko poseljeno, pretežno travnatih in poraščenih. Odvodnjavanje ceste je urejeno v asfaltni muldi ob notranjem severovzhodnem robu ceste.

1.2 Opis območja plazu

V cestnem telesu in brežini pod cesto so se aktivirale zemeljske mase v obliki manjšega zemeljskega usada. Labilno območje zajema celotno telo in del pobočja pod cesto in na zahodnem delu nad stanovanjskim objektom, v širini do ca 27 in dolžini ca 10 m. Pobočje pod cesto ima naklonom 33-44°, zaledni del pobočja nad cesto pa je v naklonu 50-52°.

Labilno območje je vidno v izrazitih poškodbah cestnega telesa v obliki dokaj izrazitega čelnega loma in pretežno vzdolžnih razpokah ter vertikalno poseđenem robu vozišča in bankine velikosti do 10 cm ter rahlo nagnjeni jekleni varnostni ograji in zajema do 3/4 širine vozišča. V brežini pod cesto so znaki labilnosti slabo vidni oziroma zabrisani.

Glede na zatečeno stanje je vidno, da se manjše deformacije pojavljajo daljše časovno obdobje, hitrost in velikost deformacij pa je predvidoma pogojena z veliko količino padavin pri zelo neugodnih vremenskih razmerah, kjer se posledično občasno pojavljajo talne precejne vode. Občasna prisotnost precejnih vod nakazuje na možnosti nadaljnjih pomikov v celotno širino cestnega telesa, pobočju pod cesto in v območju nad stanovanjskim objektom. Prosto izcedne vode v labilnem območju niso bile opazne.

Zaradi nastalih razmer je prevoznost ceste sicer zagotovljena brez ustrezne prometne varnost saj je zmanjšan cestni profil zaradi izrazitih neravnin srednje in robnega dela vozišča.

2.0 TERENSKA DELA

2.1 Tehnični geodetski posnetek

Vplivni prostor obravnavanega labilnega območja je geodetsko posnet in vključuje konture poškodb na cesti ter okoliški porušen ter neprizadet del območja. Posnetek je vpet v državni koordinatni sistem.

2.2 Opis sondažnih del

Na karakterističnih mestih in profilih so bile za ugotovitev strukturnega sestava temeljnega polprostora in mehanskih lastnosti zemljin ter hribine s strojno vrtno garnituro izvrtane tri sondažne vrtnine globine 3.5- 5.5 m, skupaj 11.5 m. Jedra so dobljena na suho z widia kronami premera 101-146 mm.

Situativna lega izvedenih vrtin je razvidna iz priložene situacije obstoječega stanja in vrtin, poglavje 3.6, št. priloge 3.6.2. Podatki o nadmorski višini vrtin in izkopov, njihovih koordinatah in globini z podatki o pojavu podtalne vode so podani v tabeli 1.

Tabela 1: Podatki o raziskovalnih vrtinah

Zap. št.	Oznaka Vrtine	Kota vrha z (m.n.v.)	Koordinate		Globina (m)	Nivo vode (m)
			y	x		
1	V1	532,08	521 877,98	114 789,44	3.5	/
2	V2	530,18	521 871,68	114 789,09	3.5	/
3	V3	528,73	521 866,90	114 804,90	5.5	-2.3 m (precejna)

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

vrtina V1

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-0.05	asfalt	
0.05-0.4	umetni cestni nasip (kamnit lomljenec)	UN
0.4-2.5	peščeni melj do enakomerno granuliran s samicami in gruščem apnenca (svetlo rjave barve)	ML-SU
2.5-3.5	lapor (sive barve)	

vrtina V2

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-0.05	asfalt	
0.05-0.9	umetni cestni nasip (kamnit lomljenec)	UN
0.9-1.7	peščena glina, težko gnetne do poltrdne konsistence z meljem in drobcami apnenca (svetlo rjave barve)	CL
1.7-2.7	peščeni melj z gruščem in samicami apnenca (svetlo rjave barve)	ML
2.7-3.5	lapor (sive barve)	

vrtina V3

globina (m)	GEOTEHNIČNI OPIS ZEMLJIN	AC klasifikacija
0.0-0.05	asfalt	
0.05-0.8	umetni cestni nasip (kamnit lomljenec)	UN
0.8-1.7	peščena glina, poltrdne konsistence s koščki peščenjaka (svetlo rjave barve)	CL
1.7-4.1	peščeni melj z gruščem in samicami apnenca (svetlo rjave barve)	ML
4.1-4.7	preperel lapor (sivo rjave barve)	
4.7-5.5	lapor (sive barve)	

2.3 Terenske preiskave in meritve

Gostotni sestav je v sondažnih vrtinah določen na osnovi penetracijskih testov s standardnim dinamičnim penetrometrom (SPT). Skupaj so bili v sondažnih vrtinah izvedene 4 preiskave.

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.

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

$K_{60}=1,267$... korekcijski faktor zaradi izgube energije

λ 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 2: Vrednotenje rezultatov SPT preiskav z upoštevanimi parametri za izračun:

vrtina	globina m	izmerjeni N ud./30 cm	$(N_1)_{60}$	I_D (%)	AC klasifikacija stanje gostote/ penetrabilnost
V1	3.2	78	70.6	>100	lapor, zelo gost
V2	3.2	99	89.7	>100	lapor, zelo gost
V3	3.0	12	10.7	42	ML z gruščem, rahlo
	5.2	112	87.8	>100	lapor, zelo gost

2.4 Opazovanje nivoja talne vode

V času izvajanja sondažnih del je pojav talne precejne vode registriran v vrtini V3 na relativni globini 2.3 m pod površjem terena.

3.0 OPIS GEOLOŠKO GEOTEHNIČNIH RAZMER

Pri določitvi geološka opis in zgradbe so upoštevan 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 M²₂. Podlaga je pretežno kompaktna slabo do močno pretirna in na površini preperela ali slabše vezana prekrita z kvartarnim pokrovom preperine. Stopnja preperelosti narašča proti kontaktu preperinskega kvartarnega pokrova, glinastih, meljnih in peščenih zemljin. Barva je rjava, svetlo rjava, sivo rjava in siva.

Meljno glinasta in peščena preperina se pojavlja kot peščena glina CL, peščeni melj ML in enakomerno granuliran drobn pesek SU z vložki peščenjaka, gruščem in samicami apnenca. Zemljine je v območju ceste prekrite z 0.4-0.9 m debelim slojem cestnega nasipa kamnitega lomljenca in asfalta. Debelina zemeljskega pokrova je v območju sondažnih vrtin 1.8-2.7 m, ter pa so odložene na miocenski lapor, v kontaktu delno preperel do debeline 0.7 m. Kompaktna in stabilna hribina se pojavi v globini 2.5-4.7 m pod površjem terena ceste.

Terenske preiskave so pokazale, da je pretežni del glinastega pokrova v naravno odloženih oblikah težko gnetne do poltrdne in poltrdne konsistence, strižne lastnosti zemljin so v mejah kot notranjega trenja $\varphi = 23-26^\circ$ pri koheziji $c=3-7 \text{ kN/m}^2$. Meljno peščen in gruščnat pokrov je srednje gostega sestava z indeksom relativen gostote $I_D = 42\%$, strižne lastnosti zemljin so v mejah kot notranjega trenja $\varphi = 32-34^\circ$ pri koheziji $c=2-5 \text{ kN/m}^2$. Preperela hribina je gostega sestava, strižne lastnosti v mejah kot notranjega trenja $\varphi = 33-35^\circ$ pri koheziji $c=8-10 \text{ kN/m}^2$. Osnovna hribina laporja je zelo gostega sestava oziroma trdna $I_D > 100\%$ s strižnimi lastnostmi $\varphi > 36^\circ$ pri koheziji $c > 25 \text{ kN/m}^2$.

V hidro geološkem smislu se v obravnavanem prostoru ločita praktično nepropustna podlaga in različno propustne zemljine pobočnega pokrova. Površina je pokrita s slabše vodoprepustnim pokrovom glinastih meljnih zemljin z gruščem debeline do 3.3 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 stabilne tudi pri relativno strmih naklonih. Občasni pojav večje količine precejnih vod pa obremenjujejo povrhnjico kar povzroča nastanek strižnih con, usled česa se pojavljajo plitva plazenja oziroma zdrsi z vodo prepojenega preperinskega pokrova.

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

- cestni nasip: nasip v podlagi cestišča, debeline do 1.5 m
- paket zemljin: glinaste, meljne in meljno peščene zemljine, debeline do 3.3 m
- preperela hribina, debeline do 0.7 m
- podlaga: lapor

3.1 Stabilnostna presoja

Za ugotovitev nivoja porušitve je za izbran kritični pobočni profil P1 izdelana povratna stabilnostna presoja po Janbujevi analitični metodi, s supozicijo kombiniranih krožnih in poligonalnih porušnih ploskev za mejno stanje stabilnosti, program Cobus- Larix 5. Stabilnostna presoja je izvedena v skladu z SIST EN 1997-1, prevzet je projektni pristop 3, kjer so predpisani delni faktorji za vplive, parametre zemljin in odpore:

- faktorji za stalne vplive; $\gamma_{G;dst}=1.0$; za spremenljive vplive $\gamma_{G;stb}=1.30$
- faktor za odpornost; $\gamma_{R;c}=1.0$
- faktorji za parametre zemljin; $\gamma'_{(c,\varphi)}=1.25$

Izdelan je karakteristični model za analiziranja z upoštevanjem pojava talne precejne vode ter vidnih poškodb v cestnem telesu in pobočju pod cesto. Kritična drsna ploskev je določena na osnovi stabilnostnega izračuna, zdrs pa predpostavljen v preperinskem pokrovu zemljin nad hribinsko podlago. Za mejno stabilnost je predpostavljen faktor varnosti proti zdrs F<1.0.

Za stanje porušitve pri faktorju varnosti $F=0.95$, ustrezajo naslednje mehanske lastnosti zemljin pokrova podane v tabeli 4:

opis sloja	prost. teža γ (kN/m ³)	strižni kot φ (°)	kohezija c (kN/m ²)
hribina laporja	22.0	36	25
preperel lapor	21.0	34	10
meljno peščena in gruščnata zemljina	20.0	34	1
glinasta zemljina	19.0	24,5	5.5
cestni nasip	20.0	36	0

Tabela 3:

Iz rezultatov analize lahko zaključim, da se je drsna ploskev formirala v sloju zasičenih glinastih zemljin, katera poteka v območju od srednjega dela ceste v niže ležeči del pobočja, kar ustreza terenskemu stanju porušitve.

Konfiguracija obdelanih pobočnih profilov, lega vodostaja ter kritična drsna ploskve z rezultatom minimalnega faktorja varnosti so podani v poglavju 3.4.

3.4 ZASNOVA SANACIJE

Za sanacijo usad oziroma zavarovanje ceste in niže ležečega objekta je glede na ugotovljene geotehnične, stabilnostne razmere in možnosti izvedbe glede na lego stanovanjskega objekta (ni možna izvedba globokih izkopov) predvidena izvedba podporne konstrukcije po celotni dolžini porušitve v bankini desnega zunanega dolinskega dela ceste. Model podporne konstrukcije predstavlja konzolni vpeta pilotna stena iz uvrtnih AB pilotov, povezanih z AB vezno gredo. Potrebna skupna dolžina pilotne podporne stene je 29.60 m.

Konstrukcija zgornjega ustroja ceste se v labilnem območju obnovi z navezavo na obstoječo cesto in normalnem profilu. Obnovijo se tudi elementi površinskega odvodnjavanja.

3.4.1 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 prečni profil P1, 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:

$$M_{\max} = 103,61 \text{ kNm/m}$$

$$Q_{\max} = 168,90 \text{ kN/m}$$

maksimalni pomik $D_x=8,10 \text{ mm}$

- vzdolžna armatura:

$$M_{Ed} = 103,61 \times 1,2 \times 1,4 = 174,06 \text{ kNm/m}$$

Z interakcijsko analizo- diagramom (izračun v poglavju 3.4) je za glavno armaturo $8\phi 18$, S500 $A_{a,dej} = 20,32 \text{ cm}^2$, določena dovoljena faktorirano obremenitev $M_u = 198 \text{ kNm/m} > M_{\max} = 174,06 \text{ kNm/m}$

- strižna armatura, celotno silo prevzame armatura:

$$V_{sd} = 168,90 \times 1,2 \times 1,4 = 283,75 \text{ kN}$$

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

izberem stremena S500 $\phi 10/13 \text{ cm}$ (dvojno strižno streme $A_{sw} = 2 \times 0,79 \text{ cm}^2$, $\cot \theta = 1,20$)

$$V_{Rd} = 2 \cdot 0,79 \cdot 0,4 \cdot 0,980 \cdot 60 \cdot 1,20 / 0,13 = 298,29 \text{ kN}$$

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

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

$$A_s = 0,003 \cdot 60 \cdot 50 = 9,0 \text{ cm}^2$$

izberem: $8 \phi 14 \text{ mm}$, $A_{s,dej} = 12,72 \text{ cm}^2$; stremena $\phi 10 / 25 \text{ cm}$

Podporno konstrukcijo -pilotno steno sestavljajo uvrtni konzolno vpeti piloti premera 60 cm. Na osnovi dobljenih rezultatov analiz so določene potrebne dolžine pilotov, medosni razmik med piloti in potrebna globina vpenjanja.

3.5 IZVEDBA SANACIJE

Podporna konstrukcija - pilotna stena je predvidena v bankini robnega dela ceste, izvedena iz uvrtnih konzolno vpeti piloti premera 60 cm. Pilotna stena je dolžine 29.60 m in jo sestavlja 25 pilotov. Piloti so dolžine 4.50-6.0 m v osnem razmiku 1.2 m, temeljeni- vpeti 1.6-2.0 m v kompaktno hribinsko podlago laporja.

Piloti se izvedejo iz vodoneprepustnega betona C25/30, armirani z armaturo S 500, glavna vzdolžna armatura $8 \phi 18$ mm in spiralno armaturo $\phi 10 / 13$ cm.

Piloti so povezani z vezno gredo iz vodoneprepustnega betona C25/30 XF4 (zmrzlinško odporen), preseka $b/h=50/70$ cm 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 do 10 cm.

Pred izdelavo vezne grede je potrebno preveriti zveznost pilotov (PIT test). Kontrolira se 6 piloti (25 % števila pilotov).

Opaži vezne grede se izdelajo v kvalitetni izvedbi po tehnologiji izvajalca, na kroni se vgradi trikotna letev.

3.5.1 Zemeljska dela

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

Za zavarovanje niže ležečega objekta pred padanjem ali kotaljenjem zemljin se izdelata zagatna stena iz zabitih jeklenimi I profili ali tirnic dolžine 3.0 m (1.0 m nad terenom) na razmiki 1.7 m, založeni z lesenimi tramovi, v dolžini 12.60 m.

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

3.5.2 Izvedba delovnega platoja in gradbiščna pot

Gradbiščna dovozne ceste in delovni plato za izvedbo pilotne stene je obstoječa lokalna cesta.

3.5.2 Organizacija prometa med gradnjo

Sanacijo usad se izvaja ob popolni zapori ceste. Zapora se uredi s postavitvijo predpisane dodatne signalizacije, obvestilnih tabel in ureditvijo obvoza.

3.5.3 Deponije

Izkopni material se deponira na trajni deponiji. Za deponiranje mora izvajalec del pridobiti potrebna soglasja upravljalca.

3.5.4 Obnova cestišča

V območju sanacije usad se v celoti obnovi voziščna konstrukcija v dolžini 31.0 m z vgradnjo tamponskega lomljenca debeline 30 cm zgoščenega do $E_{v2} > 110$ MPa ter asfalta AC 16 base B50/70 A4, debeline 10 cm, ter obnovi asfaltna mulda širine 50 cm v dolžini 31.0 m. Za vklop v obstoječo ureditev se izvede stik z rezanjem asfalta.

V AB vezno gredo se vgradijo sidrani stebrički jeklene varnostne ograja JVO, odbojniki se uporabijo obstoječi, vgrajenih v obstoječo JVO. Ta se naveže obstoječo na JVO, skupna dolžina obnove je 36 m.

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

3.5.5 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.

3.6 ZAKLJUČKI

Dela je izvajati skladno s tehnično dokumentacijo, 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 sanacije.

Maribor; december 2017

Sestavil:

Danilo Muhič dipl.inž.grad.

3.4 Stabilnostna in geostatična analize

3.6 Risbe

	Merilo	Št. priloge
SLIKOVNA DOKUMENTACIJA		3.6.1
SITUACIJA OBSTOJEČEGA STANJA IN VRTIN	1:250	3.6.2
GRADBENA SITUACIJA	1:200	3.6.3
PREČNI PREREZI P1, P2, P3	1:100	3.6.4
VZDOLŽNI PREREZ PILOTNE STENE	1:100	3.6.5
ARATURNI NAČRT PILOOTV IN VEZNE GREDE	1:50/25	3.6.6