

## **TEHNIČNO POROČILO** **za sanacijo plazu, kateri ogroža LC 494121 in šest hiš**

### **T.1 PROJEKTNE OSNOVE**

Izhodišče je obstoječa situacija.  
Geodetske podloge  
Geomehansko poročilo

#### **T.1.1 Splošno**

Ob močnem deževju je v maju 2017 je prišlo do premikov pobočja v območju predhodno navedenih hiš, kjer so vidni premiki v dolžini cca 300m in v širini cca 150m.

Globalno pa je pobočje nestabilno tudi proti zahodu v dolino potoka Češnjica.

Najverjetneje pa so se premiki začeli že v preteklosti, saj gre globalno za zelo nestabilno področje, saj so več ali manj celotne Dražgoše na starem fosilnem plazišču, kar je razvidno iz številnih predhodnih gradbenih posegih, v letu 2015/2016 je bila izvedena stabilizacija v neposredni bližini pri stanovanjski hiši Dražgoše 8 in 9, delno pa še Dražgoše 9 .

**Ogroženi objekti z vrha pobočja v smeri doline:****Dražgoše 6a,****Dražgoše 6,****Dražgoše 5,****Dražgoše 4,****Dražgoše 3,****Dražgoše 3a,**

*Slika prikazuje območje nestabilnih tal v območju stanovanjskih in gospodarskih objektov*



*In širše območje nestabilnih tal, katero lahko pri zdrs z plazu v potok Češnjica, kar pa bilo lahko ob zajezitvi povzročilo pojav murastega toka v Rudnem in naprej proti reki Sori.*



Slika prikazuje ožje območje nestabilnih tal, kjer so vidne poškodbe na objektih in cesti ki poteka skozi Dražgoše.

### T.1.1 Geotektonski opis obravnavanega območja

Celotno širše območje je v tektonskem in litološkem eno najbolj zapletenih iz obdobja mlajšega paleozoika do terciarja in posledično s številnimi prelomi. Območje spada v Selško cono, katera je imela zelo facialni razvoj, saj jo sestavlja psevdofilski skladi, vulkanske kamenine, piroklastiti, zgornje triadni dolomit in apnenec in jursko kredne plasti.

Območje Dražgoš leži pod Dražgoškim prelomom (posledica tega je tudi pobočje Dražgoš, po odlomu-rušenju Dražgoške gore).

Dražgoški prelom je v smeri zahod-jugozahod in nadaljevanje v smeri proti Jelovici, kjer je jelovski prelom bolj izrazit.

#### T.1.1.1 Geološki opis obravnavanega območja

Naselje Dražgoše se nahaja pod Dražgoško goro, katera je sestavni del pobočja Jelovice in je nastalo narinjeno na zunanjo cono Julijski Alp, katerih zveza je z Kamniškimi in Savinjskimi Alpami, prekinjena z Ljubljansko kotlino, katera je tektonska vdrtina zapolnjena z sedimenti.

Območje Dražgoške gore sestavlja debelo skladovitega sivega apnenenca in dolomitiziranega apnenca, na obrobju Jelovice pa dolomit. (**Triada in Liada T<sub>3</sub>J**)

Plasti apnenca padajo proti jugozahodu, kjer se večkrat pokaže njegova podlaga, katera je precej razkosana, debelina apnečastih skladov je nekaj 100m.

#### T.1.1.2 Inženirsko geološki pregled terena

Iz podatkov raziskovalnih vrtin v letu 2018 v območju nestabilnega terena v območju plazu, ter osnovne geološke karte SFRJ merila 1:100000 – lista Kranj je razvidno, da obravnavano območje gradijo sedimenti, ki nalegajo na skalnato podlago in nastopajo v debelini 8 do 12m. To so glineni

sedimenti rumeno sive do temno barve, v katerih prevladujejo predvsem zaglinjeni gruščki. Opisan material je nastal pretežno s preperevanjem hribinske podlage.

Pogosto se te plasti menjavajo s ploščatimi-debeloskladni sivi apnenec -dolomitiziran apnenec.

V pobočju plazine je razporeditev posameznih slojev zemljin, glede na sestavo in lastnosti zelo podobna.

V večjem delu območje porušitve gradijo v zgornjem sloju vezljive zemljine srednje gnetnih rjavih glin, fliš, glinasti skrilavec z vložki apnenca.

Gline so pretežno srednje do težko gnetne konsistence in izkazujejo močno povečano vlažnost na kontaktu z flišem.

Kohezivne zemljine nalegajo na hribinsko podlago. Kompaktna hribina je bila dosežena, je pa pri vrtnanju prišlo zaradi plastovitosti do lomljenja osnove.

Pri vrtnanju je bila vidna povečana vlažnost zemljin in dvig gladin do višine, kjer vode najdejo svoj izhod skozi gruščnate podore.

Precejna pobočna voda se je pri vrtnanju pojavila v območju fliša.

**Glede na sestavo temeljnih tal, je pričakovati, da se bo porušitev še razširila, oziroma povezala z obstoječim plazom (plazovi) proti dolini-potoku Češnjica.**

**Rezime tega je da plazina »pritisne« po vsakem večjem dežju, to pa pomeni da se premakne in preko razpokanega apnenca začasno »vklini«, do naslednje popolne zasičenosti terena, kajti fliš se hitro zasiči z vodo, eden od razlogov da je v pobočju toliko vode ja ta, da so v Dražgoški gori podzemne jame v katerih se zbira voda in ob povišanem vodostaju izteče v pobočje na jugozahod, kjer pa so hiše in lokalno se na pobočju pojavljajo izviri.**

**Istočasno pa nihanje vode in izpiranje finih delcev povzroča posedanje-premikanje objektov.**

Kot je razvidno, pobočje drsi v debelini 10,0-15m.



*Prikaz vrtine V2 pri hiši 3, 3a*



*Prikaz vrtine V 6 na cesti pri hiši 6a*

### **T.3. Poškodbe na objektih**



Hiša Dražgoše 6 a , omenjena hiša delno visi, pred leti je lastnik izvedel manjše lokalne stabilnostne ukrepe, vendar se premikanje nadaljuje, prav tako se vidi povečan razmik na podpornem zidu .



Hiša Dražgoše 6 omenjena hiša ima številne strižne razpoke na vse fasadah, kar kaže na diferencialno posedanje.



Hiša Dražgoše 5 na sliki vidna strižna razpoka na zahodni fasadi.



Pogled na strižno razpoko na vzhodni strani objekta Dražgoše 5





Pogled na hišo Dražgoše 3 in 3a



Poškodbe na stanovanjskem objektu



Poškodbe na gospodarskem objektu



Pogled na strižno zamaknjen in nagnjen zid med hišami 3 in 3a

## T.2 UREDITEV PLAZU.

### T.2.1 Potrebni ukrepi

Predviden sanacijski program je izvedba štirih pilotnih sten in sistem odvodnje z globokimi drenažami.

- pilotna stena pod hišo Dražgoše 3,
- pilotna stena pod hišo Dražgoše 3a,
- pilotna stena pod hišo, Dražgoše 4 in Dražgoše 5,
- pilotna stena ob cesti pod hišo Dražgoše 6 in 6a

### Parametri za izračun

<b>Glinen pokrov</b>	
Sestava	Pusta glina lahko do težko gnetne konsistence
Prostorninska teža <sup>1</sup>	19,5kN/m <sup>3</sup>
Strižni kot <sup>1</sup>	25°
Kohezija <sup>1</sup>	7 kPa
<b>Preperina hribine-trd fliš</b>	
Sestava:	Preperina
Prostorninska teža <sup>1</sup>	20,5 kN/m <sup>3</sup>
Strižni kot <sup>1</sup>	33-36°
Kohezija <sup>1</sup>	0 kPa
<b>Hribina-skrilavec</b>	
Sestava	Temen skrilavec
Prostorninska teža <sup>1</sup>	22 kN/m <sup>3</sup>
Strižni kot <sup>1</sup>	42°
Kohezija <sup>1</sup>	0 kPa
Tlačna trdnost <sup>1</sup>	> 500 kPa

Statični račun je izveden s programom MIDAS-GTS,kjer je upoštevan zaledni zemeljski pritisk in promet. Izkazana je tudi globalna stabilnost konstrukcij.

Geostatična analiza pobočja izkazuje varnost pobočju.

### T.2.2 Tehnologija izvedbe pilotne stene

#### T.2.2.1 Organizacija prometa med gradnjo

Izgradnja podporne pilotne stene se bo izvajala iz delovnega platoja, zgornja pilotna stena se izvaja iz ceste, zato bo potrebno cesto popolnoma zapreti za obdobje 30-40dni skupaj z obnovo ceste. Zaporo vozišča z obvestilnimi tablami zaradi gradbišnega prometa uredi upravljalec ceste (Občina Železniki).

Zaradi velikega obsega del je potrebno imeti vsaj dva vrtalna stroja, za pilotno steno po hišami Jelenc se pripelje iz smeri ceste v Dražgoše, za zgornji dve pilotni steni je potreben prevoz po cesti za Bohinjsko Bistrico in nazaj v Dražgoše.

Za vse Transporte vrtalnega stroja po asfaltu je potrebna zaščita z podlaganjem 5cm plohov. Zaradi občutljivosti terena mora biti stroj teže 40 do max. 50 ton.

#### **T.2.2.2 Deponije**

Odvečni izkopani material se odpelje na trajno deponijo koncentracije. Za deponijo viška zemljine nekaj 100m<sup>3</sup> mora izvajalec imeti soglasje lastnika in lokalne skupnosti.

Prepovedano je odlaganje materiala na brežinah, da ne bo prišlo do drsenja tal na lokaciji deponije.

Izkopani humus, ki se bo po sanaciji ponovno vgradil na brežinah se deponira na gradbišču.

#### **T.2.2.3 Izvedba gradbiščne dovozne ceste**

Za pristop k izvedbi pilotne stene bo potrebno najprej razširiti obstoječo spodnjo cesto od odcepa za dostop bagerja za pilotiranje.

#### **T.2.2.4 Izvedba delovnega platoja**

Delovni plato za izvedbo pilotiranja se izvede na predlagano niveleto delno z zasekom brežine. Delovni plato za pilotiranje se naj izvede v širini min.5,5m, pri čemer mora biti za plato jeklena zagatna stena iz tirnic založena z hlodovine delno leseni piloti, zagatna stena mora biti odmaknjena min 4m od osi pilotov, da bo možno po izvedbi pilotov in grede znižati plato za 1m in zagotoviti pristop za vrtalni stroj za izvedbo sider.

**Za stabilnost platoja je potrebno vsako tirnico po zabijanju na vrhu poizkusno obremeniti s silo min. 5ton/v smeri delovanja pritiska/, toliko bo znašala obremenitev stroja za pilotiranje.**

**Material za delovni plato se izvede iz lomljenca 0-150mm v plasteh uvaljanih na 93-97% Proctorjeve gostote/na vrhu  $E_{v2} \geq 60MN/m^2$**

Material od izkopov pilotov je potrebno sproti odvažati v trajno deponijo.

#### **T.2.2.5 Zemeljska dela**

Na predhodno pripravljenem delovnem platoju se zakoličijo lokacije posameznih pilotov. Izkopi za pilote se izvedejo s strojno opremo za pilotiranje. Material iz izkopa pilotov se odpelje v trajno deponijo. Piloti morajo segati min. 5,0m v hribinsko podlago kompaktnega skrilavca ali apnenca na sprednji strani, da bodo imeli dovolj pasivnega odpora, kajti prvi 1m na strmem popočju ne bo dajalo pasivnega odpora.

Vsi piloti imajo morajo imeti zadostno vpetje v hribinsko osnovo.

Izkope za pilote mora prevzemati geomehanik, ki bo tudi sproti določal potrebne globine izkopov. Po izkopu pilota sledi položitev armaturnega koša in betoniranje posameznih pilotov-s kontraktorjem.

Po izvedbi pilotov se med piloti izvede izkop do kote delovnega platoja za izvedbo grede in AB stene.

#### T.2.2.6 Opazi

Opazne plošče naj bodo enake velikosti in oblike. Stiki morajo biti enakomerni. Vidne robove grede – v kroni je potrebno posneti s trikotno letvijo 2/2cm.

#### T.2.2.7 Betonska dela in armatura

Po izkopu pilota sledi položitev armaturnega koša in betoniranje pilota. Pilote se izvede iz betona C25/30 s stopnjo izpostavljenosti PV-1 (razred omočljivosti V5, maksimalna dovoljena globina omočenja znaša 5cm), na kontraktorski način. Piloti se armirajo z glavno natezno simetrično armaturo S500(B) s 20palicami  $\phi$  25mm, ter spiralno armaturo  $\phi$ 14mm/15cm, piloti med hišami Jelenv se armirajo z 17 fi 20mm.

Na pilotih je potrebno odstraniti zgornji del betona v višini 0,4m (do kote dna vezne grede). Pilote v zgornjem delu povezuje AB greda 130/100cm. Na temeljna tla pod AB gredo se vgradi 10cm izravnalnega betona C16/20. AB greda se izvede v celoti, stena pa se navidezno loči po posameznih kampadah z vmesnimi dilatacijskimi stiki.

AB greda in stene se izvede iz betona C30/37 XF 3, PV II (razred omočljivosti V5), maksimalna dovoljena globina omočenja znaša 5cm), dodatkom za stopnjo izpostavljenosti Na vsakih 6m se izvede navidezna rega, katero zaščitimo s tesnilnim kitom.

**V gredi se vgradijo tulci – sidrišča za stalna sidra, pred betonažo. Nato se izvede vrtanje in vgrajevanje sider. S testnimi sidri se preveri predvideno nosilnost sider, dolžino prostega in veznega dela sider, ter ostale parametre, predvidene za varno izvedbo sidranja. Po izvedbi testnih sider se pristopi k izvedbi vseh stalnih sider s sprotno izvedbo napenjalnih preizkusov.**

Po izvedbi pilotov se izvede greda nad piloti armature in armature stene.

#### T.2.2.8 Geotehnična sidra

Na osnovi geostatičnih analiz je razvidno, da so potrebna v pilotni steni sidra, ki bodo zmanjšala obremenitve pilotov in zmanjšala morebitne pomike stene.

Na celotni dolžini obeh pilotnih sten je predvidena vgradnja 68 sidrišč s stalnimi sidri. Predvidena je vgradnja pet vrvnih sider. Vrvi so iz visoko kvalitetnega jekla. Potrebna kakovost jekla je  $\beta_s/\beta_z=1570-1770$ MPa.

Pretržna sila:  $P_{tk}=1230$  kN

Poizkusna sidra se bodo določila na terenu na osnovi izkopov pilotov, testna sidra z oznako  $T_{s1}, T_{s2}, T_{s3}, T_{s4}$  in  $T_{s5}$  se vgradijo šest vrвна in po testiranju lahko ohranijo kot trajna.

Prednapenjanje sider se naj izvede min. 7 dni po injektiranju in min. 21 dni po betoniranju vezne grede s silo  $P=450$ kN, sila je manjša saj bo prednapenjanje pred izvedbo stene nad gredo, kar pomeni da po zasipu sila samodejno narasla. ( $P_{min}=30\%P_{tk}=450$ kN,  $P_{max}=60\%S_{mej}=738$ kN).

Sidra so izmeničnim kotom zaradi relativne bližine med sidrišči 1,5m, eno sidro 24° drugo 28°.

#### Testna sidra:

Pred izvedbo sidranja grede je potrebno opraviti preizkuse nosilnosti na dveh testnih sidrih. Pri testnih sidrih je potrebno število pramen povečati za en pramen, tako so testna sidra šest vrvna. Na osnovi rezultatov preizkusov na terenu bo mogoče določiti dejanske nosilnosti geotehničnih sider. Tudi testna sidra se naj izvedejo pod kotom 24-28°.

Na osnovi izmerjenih karakterističnih odporov sider  $R_{ak}$  pri meri lezenja  $k=2\text{mm}$ , se bo med izvajanjem del izdelal elaborat napenjanja sider, kjer bo natančno določena projektna dopustna nosilnost sidra  $R_a$ , sila zaklinjanja  $P_0$ , preizkusna sila  $P_p$ , dopustna mera lezenja  $k$  pri preizkusni sili in dopustna trajna deformacija  $\Delta l_{bl}$  pri preizkusni sili  $P_p$ .

Pred izvedbo sider je za določitev veznega dela sider potrebno izvesti 2 popolne napenjalna preizkusa sider.

Testna šest vrvna sidra:

OBMOČJE SIDRA $S_i$	PREISKUSNO S I D R O  $T_{Si}$	PROS. DEL SID.  $L_p$	VEZNI DEL SIDRA  $L_v$	SKUPNA DOLŽINA  $L$
$S_6$	$T_{S1}$	20	8	28
$S_{22}$	$T_{S2}$	20	8	28
$S_{34}$	$T_{S3}$	20	8	28
$S_{48}$	$T_{S4}$	20	8	28
$S_{62}$	$T_{S5}$	20	8	28

Predvidena sila zaklinjanja  $P_0= 450\text{kN}$

Pretržna sila  $P_{tk}=1476\text{kN}$

Sila pri preizkusu  $P_p=885,7\text{kN}$  in lahko ostane kot trajno

Vse meritve na testnih sidrih je potrebno opraviti po priporočilih SIA 191. Preizkusna sidra je potrebno napenjati do izbrane sile v 9 stopnjah. Pri višjih stopnjah napenjalne sile bo potrebno opazovalni čas podaljševati. V kolikor se bo pri sedmi ali osmi stopnji meja lezenja  $k$  približala vrednosti  $k=2$  se naslednja stopnja več ne izvede, kajti predvideno je, da tudi testno sidro ostane stalno sidro v konstrukciji.

Po izvedbi preizkusnih - testnih sider bo na osnovi dobljenih rezultatov projektant podal dodatne pogoje za napenjanje ostalih sider.

#### Geotehnična sidra:

Sidra se vgrajujejo v zato pripravljene odprtine v vezni gredi, kamor se vstavijo plastične cevi premera 160mm, pod predpisanim naklonom. Spirala iz rebraste armature se vgradi okrog cevi pred betoniranjem grede. Predvidena je tudi vgradnja montažne razcepne armature (RA 4  $\phi$  10, kot je razvidno iz armaturnega načrta).

Predvidena sila zaklinjenja znaša  $P_0=450\text{kN}$ . Sidra morajo izpolnjevati določila SIA 191 za trajna geotehnična sidra. (nosilnost, antikorozijska zaščita,...). Izvedba veznega dela sider je predvidena z injektiranjem praznega prostora med sidrom in zemljino.

Sidra bodo izvedena v naklonu 24-28°.

Vgrajena sidra bodo vpeta v sloju sivega apnenca, pri čemer bo vezni del v tem sloju vsaj 8m. Dolžina sider znaša 28m.

### **Izvedba napenjalnih preizkusov**

Preizkusi napenjanja se izvedejo na vseh vgrajenih sidrih in sicer:

- popolni napenjalni preizkus se izvede na 3 sidrih ( $\geq 10\%$  vseh sider). Izbrana sidra se določijo na podlagi rezultatov testnih sider.
- enostavni napenjalni preizkusi se izvedejo na vseh preostalih sidrih.

Napenjalni preizkusi se bodo izvajali skladno z navodili, ki bodo podana na osnovi rezultatov testnih sider in standardu SIA 191.

### **Merilna sidra**

Za določitev večje varnosti konstrukcije, čigar so sidra sestavni in najšibkejši del, SIA 191 zahteva lociranje dveh merilnih sider, na katerih je možno spremljanje sidrnih sil. Sidra morajo biti opremljena tako, da je omogočeno vsaj mehansko spremljanje vrednosti sidrnih sil.

Zaradi kontrole protikorozijske zaščite, stanja tesnil in zaščitnih premazov, oziroma popravila poškodb, morajo biti sidra dostopna. Sidrišča merilnih sider morajo biti zaščitena s kovinskimi pokrovi in ne zabetonirana. Merilna sidra, na katerih se pri uporabi objekta spremlja napenjalna sila in potek časovnih deformacij stene je predvidena na 2 sidriščih. Mesta izbranih merilnih sider se določijo tekom gradnje.

### **Protikorozijska zaščita**

Vsa trajna sidra morajo imeti celovito protikorozijsko zaščito, ki zagotavlja, da je jekleni kabel po vsej dolžini obdan s kemijsko obstojnim, difuzijsko dovolj gostim in električno izolacijskim ovojem, ki povišuje upor sidra proti vstopu električnega toka ter preprečuje pretok bledečih tokov. Za kontrolo protikorozijske zaščite je potrebno izvesti meritve izolacijske upornosti vsakega sidra. Postopek je opisan v TSC – Smernice za geotehnična sidra.

### **Zaščita sidernih glav**

Odprtine utorov za sidrišča se zaščiti z montažnimi, pokrovi iz INOX pločevine pritrjene na gredo z nerjavečimi vijaki in tesnilnim kitom. Pokrovi morajo dimenzijsko odgovarjati utoru za sidrišče, morajo tesniti in biti protikorozijsko zaščiteni. Kape se napolnijo z zaščitno mastjo

### **T. 3 Odvodnjavanje**

Predvidena je globoka drenažna odvodnja na obeh bokih. Obnovi se meteorna odvodnja iz območja hiš in ceste.

V fazi izvedbe je potrebno z lastniki kontaktirati kje imajo izpuste.

Med obema stanovanjskima hišama je predviden kamniti pilot (zasut z lomljencem 150-300mm) z namenom zbira pobočnih vod in njihova kontrolirana odvodnja, zbrana v jašek izza zidu.

Predvidena je drenaža ob sidrni gredi, izza AB zidu.

V nadaljevanju je potrebno vodo obvezno preko kaskadnih jaškov odvesti v naravni jarek pod travnikom, kjer ni nevarnosti, da povzroča dodatno nestabilnost.

Po združitvi obeh odvodnikov se armirano betonsko kamnito korito po obstoječem naravnem jarku.

**Vsa dela na odvodnji se naj izvajajo izključno v suhem vremenu.**

#### **T.4 VPLIVI NA OKOLJE**

Posek bo lokalno pobočje bistveno stabiliziral, tako na eni strani s sidrno pilotno steno in kontrolirano odvodnjo.

#### **T.5 KOMUNALNI VODI**

**Izvajalec je dolžan, da pred pričetkom gradnje zakoliči vse komunalne vode, elektrika, vodovod, telekom, KTV itd.**

#### **T.6 TEHNOLOGIJA GRADNJE**

Dela so običajno za tovrstno gradnjo, so pa na izredno specifičnem območju, zato opozorjam:

- odstranijo se drevesa in grmovje
- najprej se izvedejo delovni platoji za pilotiranje,
- delovni plato za stroj pilotiranje se izvede iz lomljenca 0-90mm v debelini 40cm, širine 5m in uvaljan na 40-60MPa in se sprotno korigira,
- zid za hišo Jelenc se pred pilotiranjem dodatno podpre šele nato se tukaj izvedejo piloti,
- piloti se sprotno betonirajo s pomočjo črpalke in kontraktorja,
- po izvedbi pilotov je potrebno pred vrtnjem sider je pri hišah potrebno pokriti strehe, kajti pri izpihovanju vrtin bodo drobne frakcije padale na streho, istočasno pa je potrebno obvestiti lastnike, da ne bodo hodili v okolici (*da komu ne pade kaj na glavo*), zaščita zaledne stene se ohrani do izvedbe betoniranja zidu nad gredo,
- nad pilotno steno se izvede AB stena, katera se v končni fazi obloži z klesanim kamnom,

**Vsa nastala škoda zaradi nedoslednosti zaščite bremeni izvajalca del.**

-po izvedbi vseh del se uporabljan teren renaturira in zatravi.

#### **T.7 Zaključek**

**Vse eventuelne spremembe je potrebno uskladiti z projektantom**

Izvajalec mora izvršiti prevzem-pregled skupaj z investitorjem in projektantom.

Maribor, maj 2018

Sestavil:  
Metod Krajnc dipl. ing.gr