

TEHNIČNO POROČILO

K sanaciji plazu in na cesti LC 372 101 na cesti Lončarjev dol-Podvrh

T.1 Osnove za projekt sanacije

Obstoječa cesta poteka v mešanem profilu na pobočju Podvrh-a.

V danem primeru gre za nestabilno pobočje na odseku ceste cca 500m in sega prečno na cesto iz doline proti hišam in gospodarskim objektom Podvrh 2. Odsek ceste se je že v preteklosti kazal manjše deformaciji v letu 2019, pa je nastal večji odlomni rob med 24 in 26 avgustom 2020.

V pobočju nad cesto je lastnik kmetijskega zemljišča že izvajal manjše stabilnostne ukrepe, kateri ukrepe, kateri pa niso bistveno pripomoglo k stabilnosti pobočja.

Pri pregledu terena je opazno, da se pobočje skupaj z cesto premika na dveh lokacijah.

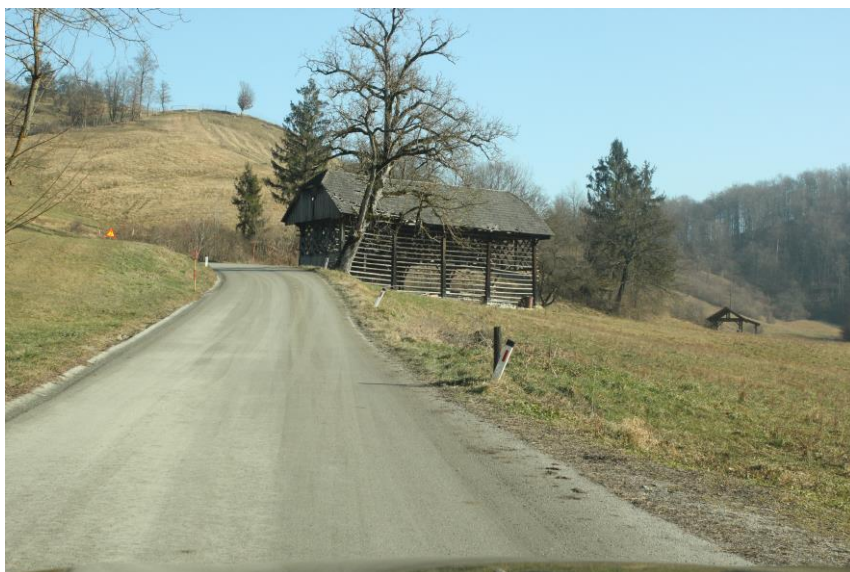


Prikaz nestabilnega območja

Prikaz obstoječega
stanja

Slika 1

*Pogled od začetka trase v
Podvrha (proti profilu P6)*



Slika 2

*Pogled v območje P6-P P9, kjer se
vidijo premiki terena (narivni
grebeni), kateri so posledica)
zalednih vodah.*



Slika 3

*Pogled v območje travnika, kjer je teren pre
zamočvirjen in posledično nestabilen.
V tem območju so predvidene globoke dran*



2 Sanacija plazu na cesti v Lončarjev dol-Podvrh



*Slika 4in 5
Pogled na prečni-diagonalni
posedek ceste*



*Slika 6
Pogled v območje P16-P19, kjer
se vidi vzdolžna razpoka ceste,
kar je najverjetneje posledica
nasipa v fazi izgradnje ceste.
**V tem območju je predvidena
kamnita peta za raznos
prometne obtežbe.***

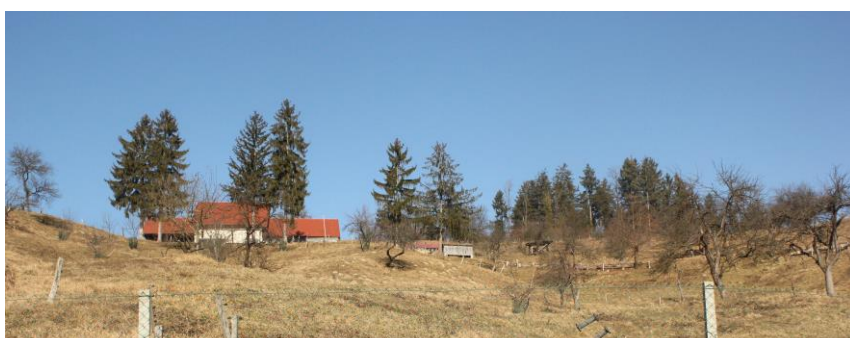




Slika 7
Pogled v območje centralnega dela
nestabilnega pobočja med P20-P26

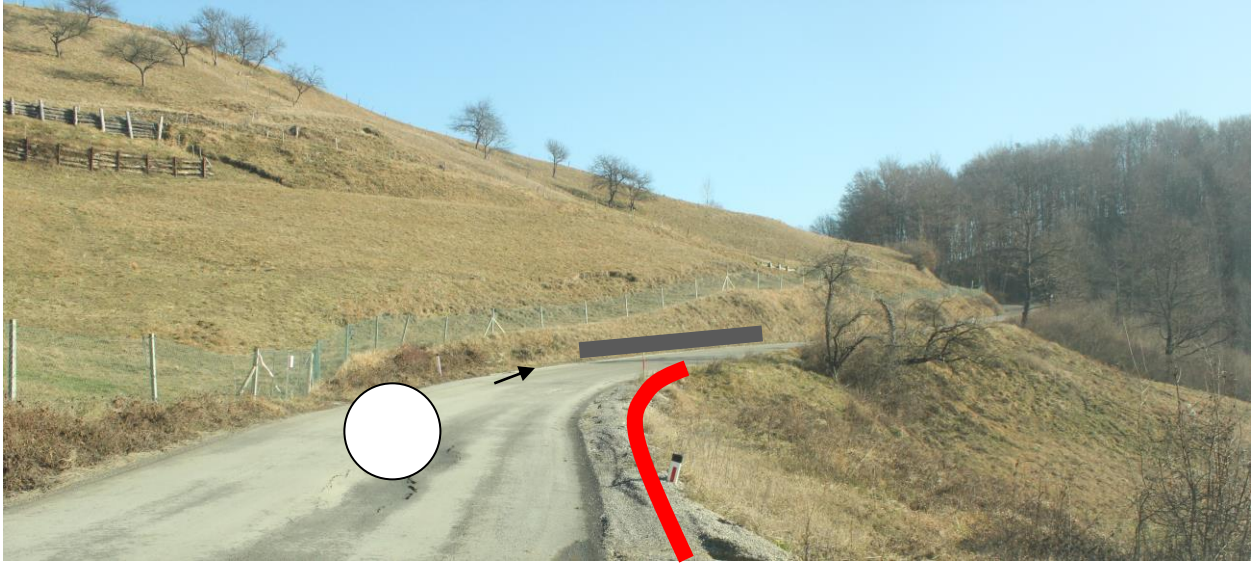


Slika 8
Območje naravnega žleba, kjer je
predvidena sidrna pilotna stena



Slika 9
Pogled v pobočje proti hiši
Podvrh 2.
V tem območju nad cesto so
predvidene globoke drenaže.



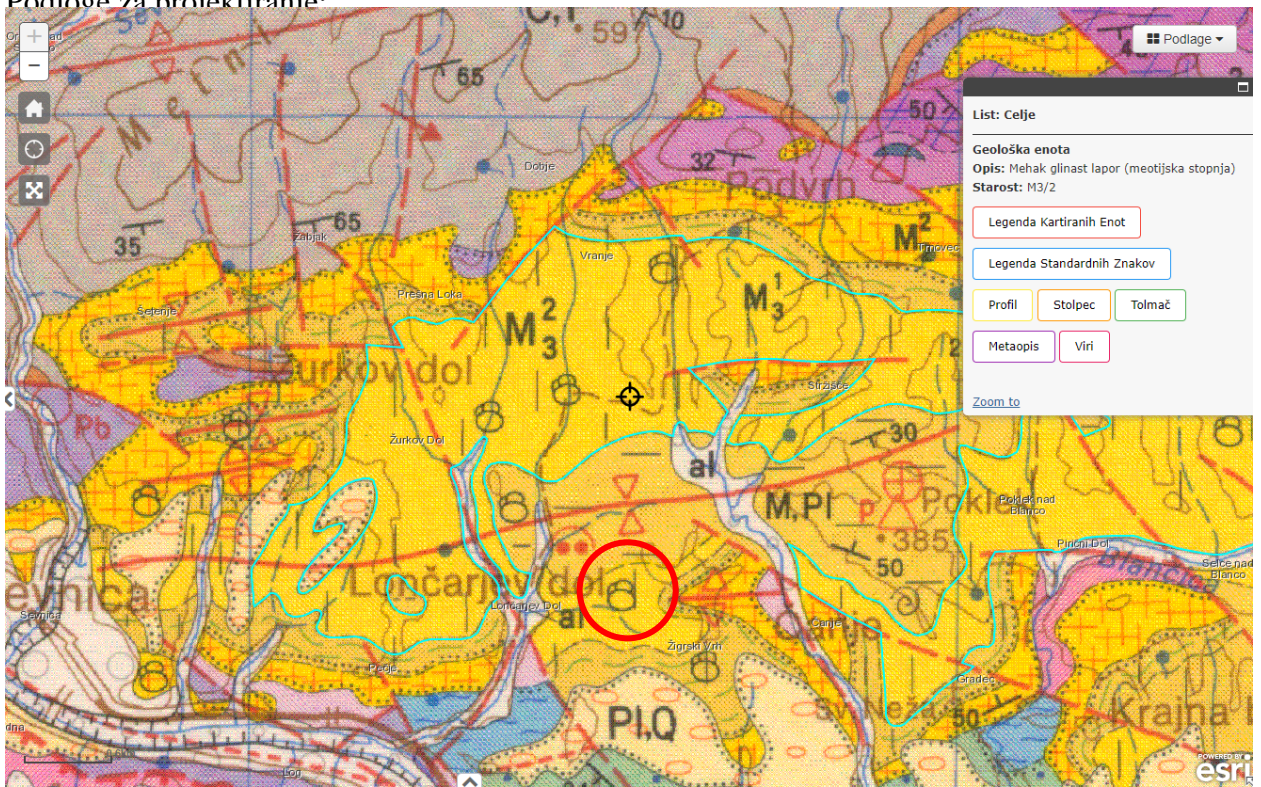


Slika 11 Pogled od P24 proti iP29, kjer je ob desni strani predvidena sidrna pilotna stena, na desni pa kamnito betonski zid in rolirana brežina iz masivnih skal v suho.



Slika 12 Pogled v območje P29-P33, kjer je predvidena rolirana brežina ali po potrebi kamnito betonski žid.

Podłoge za projektowanie:



T.2 Geološko – geomehanski podatki (povzetek geološkega poročila)

Glavni odlomni rob poteka nekako v območju ceste, kar sovпада tudi z linijo obstoječega starega fosilnega plazu.

Teren smo preiskali s tremi sondažnimi vrtinama V-1, V-2 in V-3.

Izvajalec vrtanja je bilo podjetje Geodrill d.o.o. Vrtanje se je izvajalo z vrtalno garnituro GEO 305 suho rotacijsko, s 100 % jedrovanjem.

Drsna ploskev v območju ceste na lokaciji pilotne stene je na globini cca 12-14m.

Vse do sedaj videno kaže na to da se plazišče lomi nad cesto in počasi drsi v v dolino.

Ocenjene fizikalno mehanske lastnosti zemljin

Povprečne fizikalno mehanske lastnosti zemljin z obravnavanega območja, interpretirane na osnovi terenskih, so za opisane sloje zemljin sledeče:

Preglednica

Fizikalne karakteristike	Prostorninska teža	Ocenjen koeficient prepustnosti	Modul elastičnosti	Strižni kot	Kohezija
Litološka zgradba, enote	γ kN/m ³	K m/s	E_{ref} kN/m ²	ϕ°	kN/m ²
Nov cestni nasip - tampon	20	1,0 E-04	45.000	34	0,5
Glina	18,5	1,2E-05	10.000	20	5
Plazina-CL-MH/CH-	19	3,00E-07	10.000	20	2
Preperela hribina Glinast lapor do meljevec z vložki peščenjaka	18	1,04E-11	5.000	12	1
Kompaktni mešana	21,3	5E-11	60.000	36	10





0m

7 Sanacija plazu na cesti v Lončarjev dol-Podvrh

16m

10m



MERITEV	GLOBINA [M]	ROČNI PENETROMETER (KP/CM2)
1	3m	0,5
2	4m	1,8
3	5m	3,6
4	6m	5
5	7m	3,1
6	8m	2,9
7	9m	2,5



Vrsta raziskav	Obseg del
- humos	0,00- 0,20m
- gramozni nasip	0,20-1,80m
- meljevec	1,80-4,20m
- rjava glina delno glinen lapor	4,20-7,00m
- meljevec (glinen lapor-vlažen)	7,00-12,00m
- meljasta preperina (pojav vode 13,3m)	12,00-14,00m
- siv meljast lapor z vložki peščenjaki	14,00-16,00m
Geotehnični popis vrtine	16,00 m

Izmerjen vodostaj vode na -14,7m

VRTINA V2 dolžine 14m





10 Sanacija plazu na cesti v Lončarjev dol-Podvrh

MERITEV	GLOBINA [M]	ROČNI PENETROMETER (KP/CM2)
1	3m	2,2
2	4m	3,4
3	5m	>6
4	6m	>6
5	7m	4,7
6	8m	3,6
7	9m	2,5
8	10m	1,3
9	11m	2,1
10	12m	>6
11	13m	>6

Vrsta raziskav	Obseg del
- humos	0,00- 0,30m
- pusta glina	0,30-2,00m
- organska glina	2,00-4,00m
- rjava trda glina	4,00-8,00m
- meljevec (glinen lapor-vlažen)	8,00-11,00m
- siv meljast lapor z vložki peščenjaki	11,00-14,00m
Geotehnični popis vrtine	14,00 m

Izmerjen vodostaj vode na -12,1m

VRTINA V3 dolžine 12m



MERITEV	GLOBINA [M]	ROČNI PENETROMETER (KP/CM2)
1	2m	1,3
2	3m	1,7
3	4m	1,7
4	5m	1,6
5	6m	1,1
6	7m	0,9
7	8m	1,1, na 8,9 prehod >6
8	9m	>6
9	11m	>6
10	12m	>6
11	13m	>6

Vrsta raziskav	Obseg del
- humos	0,00- 0,80m
- organska glina	0,80-2,00m
- pusta glina	2,00-3,00m
- rjava trda glina	3,50-4,50m
- meljevec (glinen lapor-vlažen)	4,50-9,00m
- siv meljast lapor relativno trd	9,00-12,00m
Geotehnični popis vrtine	12,00 m

Izmerjen vodostaj vode na -6,5m.

T.3 Opis konstrukcije

Geostatični izračun kaže:

Predvidena je izvedba sidrane pilotne stene $l=98m$. Konstrukcija je zastavljena z izvedbo AB pilotov $\phi 100cm$, dolžine 16m na rastru 3,0m, preko njih poteka AB pilotna greda 120/100cm, katera se sidra trajnimi geotehničnimi štiri vrstnim sidri $L=25m$ na rastru 3,9-4,1m.

Piloti so temeljeni v hribinsko osnovo pol trdih glinenih-meljastih laporjev. 3-4m, (v fazi vrtanja je potrebno za vsak pilot natančno voditi popis strukture izkopa)

Nad pilotno blazino se izvede AB parapetna stena $d=30cm$.

Na vsakih cca 6m se izvedejo navidezne rege 1,5/2/2cm, tako v območju pilotne blazine kot v območju stene.

Rege se obdelajo z poglobitvijo 2-4cm.

Izračun kaže faktor varnosti $F_{OS}=1,27$

Za stabilizacijo brežine nad cesto je predvidena izvedba kamnito betonskega zidu in izvedba roliranih z masivnimi lomljenimi skalami .

.

T.4. Tehnologija izvedbe

T.4.1 Tehnologija izvedbe pilotne stene

- v območju pilotne stene in ostalih predvidenih posegov se odstrani humos in drevesa,
- ob desnem robu obstoječe ceste se zabijejo leseni piloti ali tirnice SŽ $l=4\text{m}$, na rastru $1,0\text{m}$, in založijo z hlodovino $\varnothing 20\text{-}25\text{cm}$ $l=4\text{-}6\text{-}8\text{m}$ /izmenično prekrivanje/, za plato se lahko uporabi izkopni material, za povozno površino vrtnega stroja pa nasutje $40\text{-}50\text{cm}$ frakcije $0\text{-}120\text{mm}$,
- piloti se izvajajo zaporedno od P33 \rightarrow P1 z obvezno uporabo kolon in kontraktorja.
(v fazi vrtanja je potrebno za vsak pilot natančno voditi popis strukture izkopa, da se videla nosilnost podlage, predvsem za izvedbo sider, z namenom ali bo potrebno pustiti odprtine za vgradnjo dodatnih sider)
- piloti se odkopljejo in odbijejo na spodnjo koto AB grede,
- izvede se AB greda nad piloti (tulci, dilatcijska in navidezne rege)
- vgradita se dve pet vrvni testni sidri in po 7 dneh se izvede popolni napenjalni preizkus,
- nad pilotno blazino se izvede armirano betonska stena $d=30\text{cm}$,
- na parapetu se izvedejo v enaki liniji dilatcijske rege kot so na pilotni blazini,
- izza pilotne stene se izvede zasip pilotne stene z lomljencem $0\text{-}120\text{ mm}$, v plasteh po 40cm , zbit na 93% Proctorjeve gostote ($E_v > 60\text{MN/m}^2$)
- vgradijo se ostala pet vrvna sidra in prednapnejo-zaklinijo na 500kN .

T.4.1.1 Organizacija prometa med gradnjo

Izgradnja podporne pilotne stene se bo zaradi utesnjenosti gradbišča izvajala ob popolni zavori ceste, potrebna zavora ceste cca $90\text{-}100\text{dni}$.

Za organizacijo gradbišča je edina možnost obstoječa cesta, kajti vsako poseganje v pobočje je stabilnostno vprašljivo.

T.4.1.2 Deponije

Asfalti in obstoječa gramozna greda ipd. se odpeljejo v trajno deponijo koncesionarjev /evidenčni listi za odpadke.

Odvečni izkopani zemeljski material se začasno deponira in v večji meri ponovno vgradi, višek pa odpelje na trajno deponijo, v območje kjer je dopustno material odlagati brez kakršni kolih negativnih posledic. Za deponijo mora izvajalec imeti soglasje lokalne skupnosti oziroma lastnika.

Izkopani humus, se po sanaciji ponovno vgradi na brežine (začasno se deponira na gradbišču).

T.4.1.3 Izvedba gradbiščne dovozne ceste

Pilotna stena je dostopna neposredno z ceste, kjer se izvede delni nasip za izravnavo.. Izvajalec del sproti izvede nasip iz TD $0/120\text{mm}$.

T.4.1.4 Izvedba delovnega platoja

Delovni plato za izvedbo pilotiranja se izvede na koto nivelete ceste, na robu brežine je predvidena izvedba zagatne stene, v ta namen se naj zabijejo leseni piloti ali jeklene tirnice SŽ $l=4\text{m}$ in založijo z hlodovino fi 20-25cm $l=4-6-8\text{m}$.

Izkop za delovni plato se izvede 2,5m od osi predvidenih pilotov, da se ne ogrozi stabilnost ceste. Širina delovnega platoja se izvede 3-4m od roba ceste..

Delovni plato je potrebno izvesti dosledno, da ob teži vrtalne garniture ne bo prišlo do njegove nestabilnosti. Vrhnja plast delovnega platoja se izvede iz lomljenca 0-120mm, v debelini 40-50cm, $E_v > 60\text{MN/m}^2$)

Po izvedbi pilotov se material iz platoja odstrani do kote delovnega platoja za izvedbo AB grede nad njimi.

T.4.1.5 Zemeljska dela

Na predhodno pripravljenem delovnem platoju se zakoličijo lokacije posameznih pilotov. Izkopi za pilote se izvedejo s strojno opremo za pilotiranje priporočljivo manjše od 50 ton, z namenom čim manjše obremenitve obstoječe nestabilne brežine. Material iz izkopa pilotov se odpelje v trajno deponijo. Piloti morajo segati na projektirano koto v hribinsko podlago kompaktnega glinenega laporja, ne oziraje če je kompaktna osnova prej dosežena. Vse to je zaradi večje varnosti v primeru preperevanja podlage na daljšo časovno obdobje.

Izkope za pilote mora prevzemati geomehanik ali nadzor. Po izkopu pilota sledi položitev armaturnega koša in betoniranje posameznih pilotov z C 30/37, XA 1 PV II.

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

Strojni izkop se izvede do kote za izvedbo podbetona.

Vzporedno z izvedbo pilotne stene, se lahko izvaja odvodnja pod in nad cesto; to je iz območja iztoka proti pilotni steni in v pobočje nad cesto..

T.4.1.6 Opaži

Opaž pilotne blazine mora biti ustrezne kvalitete, tako iz vidika nosilnosti, kot vizuelnega izgleda betona.

V kolikor se bo pilotna blazina izvajala v več fazah je potrebno na prečni »šuber« pritrčiti trapezni moral z namenom strižnega zoba, da ne bi vso prečno silo prevzemala armatura.

Na AB gredi in parapetnem zidu se po obodu na vsakih 6-7m izvede rego 15 do 20 mm in globokih 20mm, katera se v končni fazi zapolnijo s trajno elastičnim kitom .

Vidne robove grede – v kroni je potrebno posneti s trikotno letvijo 2/2cm.

T.4.1.7 Betonska dela in armatura

Po izkopu pilota sledi položitev armaturnega koša in betoniranje pilota. Pilote se izvede iz betona z C 30/37, XA 1, XC 2, XF 2, PV II (razred omočljivosti V5, maksimalna dovoljena globina omočenja znaša 5cm), betoniranje na kontraktorski način. Piloti se armirajo z glavno natezno simetrično armaturo B 500(B) s palicami v osi 20 fi28, ter spiralno armaturo $\phi 12\text{mm}/15\text{cm}$.

Na pilotih je potrebno odstraniti zgornji del betona slabega betona v višini cca 0,5m (do kompaktnega betona-na koto podbetona,). Na AB gredi nad piloti in parapetni steni se zaradi reologije izvedejo navidezne rega na 6m-7m, (rega 1,5/2/2cm zapolnjena s trajno elastičnim kitom.)

AB nad piloti greda se izvede iz betona C 30/37 XF 1, XD 1, PV II (razred omočljivosti V5, maksimalna dovoljena globina omočenja znaša 5cm).

AB parapetni zid se izvede C 30/37, XD3, XF2, PV II (odpornost površine betona proti zmrzovanju in tajanju snega ob prisotnosti soli – OSMO) in armira z armaturo

B 500(B).

Površine ki so v stiku z zemljino se premažejo s hladnim bitumenskim premazom - poraba od 0,3 do 0,4kg/m².

T.4.1.8 Geotehnična sidra

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

Sidra se vgrajujejo v zato pripravljene odprtine v vezni gredi, kamor se vstavijo kovinski tulci in plastične cevi premera 150mm, pod predpisanim naklonom. Spirala iz rebraste armature se vgradi okrog cevi pred betoniranjem grede. Predvidena je tudi vgradnja montažne razcepne armature, kot je razvidno iz armaturnega načrta).

Predvidena sila zaklinjenja štiri vravnih znaša $P_0=500\text{kN}$. 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 se izvedejo v naklonu 25°.

Vgrajena sidra bodo vpeta v sloju peščenjaka - kompaktna mešana hribinska masa triasnih mehkih kamenin, pri čemer bo vezni del v tem sloju 8m. Dolžina sider znaša 20m.

Na celotni dolžini obeh pilotnih stena je predvidena vgradnja 25 sidrišč s stalnimi sidri. Vrvi so iz visoko kvalitetnega jekla. Potrebna kakovost jekla je $\beta_s/\beta_z=1570-1770\text{MPa}$.

Poizkusna sidra se bodo določila na terenu na osnovi izkopov pilotov, testna sidra z oznako T_{s9} (plaz 1), T_{s18} . Pretržna sila pet vravnega: $P_{pk}=1395\text{ kN}$

Prednapenjanje sider se naj izvede min. 7 dni po injektiranju in min. 21 dni po betoniranju vezne grede s silo $P=500\text{kN}$,. ($P_{\min}=30\%P_{pk}=420\text{kN}$, $P_{\max}=60\%S_{mej}=977\text{kN}$).

Sidra so pod kotom 25°.

Testna sidra:

Pred izvedbo sidranja grede je potrebno opraviti preizkuse nosilnosti na dveh testnih sidrih.

Na osnovi rezultatov preizkusov na terenu bo mogoče določiti dejanske nosilnosti geotehničnih sider. Tudi testna sidra se naj izvedejo pod kotom 25°.

Na osnovi izmerjenih karakterističnih odporov sider R_{ak} pri meri lezenja $k=2\text{mm}$, se bo med izvajanjem del izdelal dopolnilni elaborat napenjanja sider, kjer bo natančno določena projektna dopustna nosilnost sidra R_a , sila zaklinjanja P_0 , preizkusna sila sila

P_p , dopustna mera lezenja k pri preizkusni sili in dopustna trajna deformacija Δ_{bl} pri preizkusni sili P_p .

Pred izvedbo sider je za določitev veznega dela sider potrebno izvesti 3 popolne napenjalne preizkuse sider.

Testna šest vrvna sidra:

OBMOČJE SIDRA	PREISKUSNO SIDRO	PROS. DEL SID.	VEZNI DEL SIDRA	SKUPNA DOLŽINA
S_i	T_{si}	L_p	L_v	L
S_9	T_{S1}	17	8	25
S_{18}	T_{S2}	17	8	25

Predvidena sila zaklinjanja $P_0 = 500 \text{ kN}$

Pretržna sila $P_{tk} = 1395 \text{ kN}$

Sila pri preizkusu $P_p = 977 \text{ kN}$ 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.

Ostala sidra se naročijo po izvedbi testnih sider.

Izvedba napenjalnih preizkusov

Preizkusi napenjanja se izvedejo na vgrajenih sidrih in sicer:

- popolni napenjalni preizkus se izvede na 2 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.

Ostala sidra se prednapnejo po enostavnem preskusom napenjanja.

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 sider.

Zaščita sidernih glav

Odprtine utorov za sidrišča se zaščititi z montažnimi, pokrovi iz INOX pločevine pritrjene na gredo z nerjavečimi vijaki in tesnilnim trajno elastičnim kitom. Pokrovi morajo dimenzijsko odgovarjati za sidrišče in morajo tesniti.

T.4.2 Tehnologija izvedbe odvodnje

T.4.2.1 Odvodnjavanje

Odvodnja se izvede iz območja travnika pod hišo, zatem preko ceste v dolino kjer se izvede umirjevalnik vodnega potenciala, kateri bo imel funkcijo zmanjšanja energije. Umirjevalnik se izvede v kamnito armirano betonski izvedbi v smeri naravnega jarka in svetle globine 1m v osi se pravokotno na dotok vode vgradijo vertikalni kamni. Beton C16/20 d=20-25cm, armiran z Q 226 in kamni d=30-40cm

T.4.2.2 Izkopi

Najprej se izvede široki odkop humosa, kateri se deponira ob trasi. Najprej se izvede trapezni izkop do globine 3-3,5m, nato pa izkop z težkim razpiralnim opazem, na predvideno globino.

T.4.2.3

Za drenažno odvodnjo se uporabijo DKC cevi in rebraste nosilnost S8 in ustreznega svetlega premera.

Za meteorno odvodnjo se uporabijo PP ID cevi.

T.5 Komunalni vodi

V območju posega med P2 in P3 prečka cesta vodovod, drugih podzemnih komunalnih vodov ni.

T.6 Zaključki in predlogi

Vsa dela je potrebno izvajati v skladu s projektno dokumentacijo, veljavnimi predpisi in standardi. Nadzornik mora vršiti kontrolo vgrajevanja armature in ostalih materialov.

Izvajalec mora pri izvedbi sanacije upoštevati pogoje lastnikov parcel.

Pri izvedbi pilotov je potrebno sproti pisati strukturo sestave zemljine, piloti se sidrajo v plast glinenega laporja, vse eventuelne spremembe, pa je potrebno izvršiti v soglasju s projektantom.

Maribor, november 2020

Sestavil:
Metod Krajnc dipl.ing.gr.