

1.0 Splošni podatki

Investitor:	Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo, Tržaška cesta 19, 1000 Ljubljana
Objekt:	Cesta R2-428, odsek 1252 Sestre Logar – Pavličovo sedlo
Del objekta :	odsek km 2,919 – km 3,026 – območje plazu »JEZERA I« - pilotna stena v dolžini 69,60 m - SANACIJA
Vrsta proj.:	PZI
Vrsta načrta :	0/2 Zbirni načrt gradbeništva
Št. projekta :	11-649/26
Št. načrta :	11-649-0/2/26
Datum:	februar 2026, dopolnitev marec 2026

2.0 Podloge za projektiranje

- Geodetski posnetek izvedenega stanja pilotne stene in cestnega odseka, november 2019,
- PID izvedenega stanja izgradnje pilotne stene in obnove cestnega odseka regionalne ceste R2-428/1252, odsek Sestre Logar – Pavličovo sedlo, km 2,919 – km 3,026, št. projekta 11-649/19, izdelal GIRI, d.o.o., november 2019,
- Poročilo meritev inklinometrov na objektu PLAZ JEZERA na cesti Logarska dolina – Pavličovo sedlo, izdelal IRGO Consulting, d.o.o., marec 2026
- Dodatno geološko geomehansko poročilo, izdelal Geoeng&co d.o.o., februar 2026

3.0 Namen in lokacija objekta (stanje pred sanacijo – izgradnjo pilotne stene in obnovo ceste v letu 2019 - povzetek iz PZI št. 11-649/17, izdelal GIRI, d.o.o., november 2017, dopolnjeno po recenziji junij 2018)

Cesta R2-428, odsek 1252 Sestre Logar – Pavličovo sedlo predstavlja maloprometno, s turističnega vidika pa pomembno povezavo med Logarsko dolino in avstrijsko Koroško. Dolžina celotnega odseka od odcepa ceste proti Robanovemu kotu v zaselku Sestre Logar do mejnega prehoda Pavličovo sedlo znaša cca 7,5 km. Prometnica predstavlja izrazito gorsko cesto, na celotni dolžini se cesta vzpne od začetne nadmorske višine 730 m do najvišje točke na Pavličevem sedlu na višini 1340 m.

Poleg turistične povezave je cesta pomembna tudi za povezavo visokogorskih kmetij na tem območju ter spravilo lesa, saj poteka po z gozdom poraslem območju.

Cesta je bila v današnji obliki zgrajena v letih 1999/2000, vzdolž celotne trase pa se zaradi zahtevne konfiguracije terena in geoloških razmer, pojavljajo številne poškodbe v obliki usadov in plazov.

Na predmetni lokaciji v km 3,0 (nadmorska višina odseka znaša 963 m) je bil evidentiran plaz (imenovan „Jezera I“), njegov odlomni rob se je na sami cesti nahajal cca v km 3,015, kjer je potekal prelom diagonalno preko vozišča in se je nadaljeval skozi kamnito oporno zložbo. Območje plaz se je končalo približno v km 2,940. Na omenjenem odlomnem robu se je vozišče diagonalno deformiralo na celotni širini, v nadaljevanju v smeri proti koncu območja plaz v km 2,940 pa so bile na nasipni strani vozišča opazne mrežaste razpoke, ki so kazale na nestabilnost cestnega nasipa.

Odsek od km 3,030 dalje je bil na nasipni strani že saniran, in sicer je bila skladno s projektom OZZING št. 352/01 zgrajena pilotna stena dolžine cca 80 m.

1252	0046.00	007.2162	T.1.1	
-------------	----------------	-----------------	--------------	--



slika 1: pogled na cestni odsek na območje plazu iz km 2,950 v smeri Pavličevega sedla – PRED IZGRADNJO PILOTNE STENE (maj 2017)



slika 1a: pogled na cestni odsek na območje plazu iz km 2,950 v smeri Pavličevega sedla – PO IZGRADNJI PILOTNE STENE (april 2020)



slika 2: pogled na cestni odsek na območju plazu od odlomnega roba v km 3,015 v smeri proti Sestram Logar – PRED IZGRADNJO PILOTNE STENE (maj 2017)



slika 2a: pogled na cestni odsek na območju plazu od odlomnega roba v km 3,015 v smeri proti Sestram Logar – PO IZGRADNJI PILOTNE STENE (april 2020)



slika 3: pogled na cestni odsek od km 3,015 v smeri proti Pavličevem sedlu – že s pilotno steno sanirani odsek ceste – PRED IZGRADNJO PILOTNE STENE (maj 2017)

4.0 Ureditve v sklopu izgradnje pilotne stene v letu 2019

4.1 Horizontalni elementi ceste

Pretežni del predmetnega odseka ceste poteka v blagi S-krivini. Od začetka območja obdelave v km 2,919 poteka trasa najprej v premi dolžine cca 14 m, ki se nadaljuje v prehodnico dolžine 21,91 m, preko katere preide v levo krožno krivino z radijem 100 m. Krivina dolžine 11,35 m se s prehodnicama dolžin 2 x 17,24 m nadaljuje v desno krožno krivino z radijem 75 m, kjer se območje obdelave konča.

4.2 Vertikalni elementi ceste

Niveleta ceste se na celotnem obravnavanem odseku vzpenja, in sicer na dolžini 40 m z nagibom 9,74 %, v nadaljevanju pa z 11,07%.

4.3 Karakteristični profili ceste

V okviru izgradnje novega podpornega zidu - pilotne stene je bila cesta izvedena v sledečem profilu:

asfaltna mulda	1 x 0,50 m	0,50 m
vozišče	2 x 2,50 m	5,00 m
asfaltna mulda	1 x 0,50 m	0,50 m
SKUPAJ		6,00 m

Širina vozišča na predmetnem odseku znaša od 5,49 m do 6,31. Po izgradnji novega podpornega zidu – pilotne stene, je bilo vozišče na začetnem delu, v območju izogibalšča obnovljeno v obstoječi širini. Na območju nove pilotne stene širina vozišča znaša od 5,49 m do 6,31 m z obojestranskima muldama širine 0,50 m, na območju navezave na obstoječe stanje v km 3,026 pa je vozišče prilagojeno širini obstoječega.

4.4 Utrditve vozišča

Del obstoječe voziščne konstrukcije (nevezane plasti) se je ohranil, del ki ga je bilo potrebno zaradi priprave platoja za izvedbo pilotov in pilotne grede odstraniti, pa se je nadomestil. Asfaltni sloji so se po nadomestitvi odstranjenega dela nevezanih plasti na nasipni polovici vozišča, obnovili na celotni širini in celotni dolžini. Asfaltni sloji na ukopni strani ceste, ter vzdolžno pred in za pilotno steno, so se

odstranili po dokončanju izgradnje konstrukcije pilotne stene, zasutju izkopanega dela cestnega telesa in nadomestitvi nevezanih plasti voziščne konstrukcije.

Nova voziščna konstrukcija se je izvedla v sledeči izvedbi v sledeči utrditvi :

Material	debelina (cm)
obrabna in zaporna plast - AC 11 surf B70/100, A3	3
nosilna plast – AC 22 base B50/70, A3	6
tamponski drobljenec D 32	30
kamniti nasipni material	40

4.5 Odvodnjavanje

Sistem odvodnjavanja se je ohranil v obstoječi obliki. Oba obstoječa prepusta, sta se na obstoječih lokacijah nadomestila z novima. Vz dolžna drenaža, ki poteka pod asfaltno muldo na ukopni strani ceste, se je ohranila. Nova prepusta sta izvedena s PEHD cevmi DN600. Nova revizijska jaška (prepust v km 2,993 in prepust v km 2,940) sta se betonirata klasično na licu mesta v notranji dimenziji 100/100 cm. Pokrova jaškov sta jeklena. Na iztočni strani je izvedena iztočna glava, del iztoka v dolžini minimalno 5,0 m pa utrjen v lomljencu v betonski podlagi. Globina prepusta v km 2,993 je prilagojena poteku pod vezno gredo pilotne stene.

4.6 Kamnita zložba

V km 3,0 je na ukopni strani brežina nad cesto zavarovana z betonskim opornim zidom z oblogo iz lomljenca v betonu (C25/30).



slika 4: čelni pogled na del obnovljene kamnite zložbe - PO IZGRADNJI PILOTNE STENE (april 2020)

Zaradi premikov, ki jih je povzročil plaz grušča, je prišlo do poškodovanja konstrukcije – preloma na mestu odlomnega roba na vozišču, cca 7,00 m od začetka kamnite zložbe. Prelom konstrukcije je bil najizrazitejši in po vsej višini vidnega dela konstrukcije na lokaciji odlomnega roba, proti začetku zložbe v km 3,0 pa so bile vidne tudi horizontalne razpoke. Širina razpok lokalno je presegala 10 cm, so se pa vse deformacije dogajale v vzdolžni smeri konstrukcije. Deformacij konstrukcije v prečni smeri (izrivljanja konstrukcije) ni bilo opaziti.

Po dograditvi pilotne stene se je poškodovani del kamnite zložbe v dolžini cca 7,00 m odstranil do temelja, razpoke v betonskem temelju se je saniralo - zalilo z ustrezno betonsko mešanico (beton C25/30), nato pa se je odstranjeni del konstrukcije na novo pozidalo s predhodno odstranjenimi kamnitimi bloki v betonu C25/30. Zaledni del konstrukcije se je izvedel v betonu (debelina betonskega sloja ~ 0,30 m, armirano z mrežno armaturo). Fuge med kamnitimi bloki so zafugirane s cementno malto.

4.7 Sanacija plazu – pilotna stena

Območje plazu, ki je bilo na cesti identificirano na dolžini cca 52 m, je bilo stabilizirano z izgradnjo pilotne stene dolžine 56,00 m.

4.8 Predpisi in obtežba

Geostatična analiza je bila v okviru geološko geomehanskega elaborata izdelana s programskim paketom MIDAS-GTS-NX, ver. 2.8 po projektnem pristopu¹ v skladu s SIST EN 7

4.9 Opis podporne konstrukcije

4.9.1 Piloti

Pilotna stena dolžine 56 m je globoko temeljena na pilotih $\varnothing 100$ cm, ki so vpeti v preperelo do kompaktno hribino (minimalna globina vpetja 2,0 m), ki jo predstavljajo plasti vijoličastega skrilavega meljevca, kremenovega konglomerata, rožnate breče, svetlo sivega do rožnatega apnenca. Zaledno zemljino za steno pretežno tvori zaglinjen do peščen grušč, glina, ponekod s samicami apnenca.

Razmak med piloti $d = 1,00$ m je $b = 2,0$ m. Piloti so dolžine $L = 8,0$ m do $15,0$ m, z vpetjem izpod cone preperle hribine, dovolj globoko v kompakno mešano hribinsko maso.

Piloti $\varnothing 100$ cm so na dolžini 35,00 m razporejeni v rastru 2,0 0 (18 pilotov dolžin 6x 8,0 m, 1x9,0 m, 1x10,0 m, 2x11,0 m, 1x11,25, 1x11,45, 1x11,85, 1x12,60, 1x12,80, 1x13,0 m, 2x14,0 m), na spodnjem delu pa na dolžini 21,00 m v rastru 4,0 m (1 pilot dolžine 10,60 m, 1 pilot dolžine 10,90 m in 3 pilote dolžine 15,0 m). V vzdolžni smeri so med seboj povezani z gredo dimenzij $b/h = 1,40 / 1,20$ m. Vezna greda se nadaljuje v steno višine 1,0 m, debeline 0,60 m.

5.9.2 Geotehnična sidra

V okviru sanacije plazu na regionalni cesti Sestre Logar - Pavličovo sedlo, je bila zgrajena nova sidrana pilotna stena, kjer je bilo naročniku Slemenšek d.o.o. dobavljenih skupno 22 kosov trajnih prednapetih geotehničnih sider IRGO s vso pripadajočo opremo:

- 2 kos. IC.Si-PA105TS – testno sidro, dolžine $L=20,00$ m, $L_v=8,00$ m,
- 1 kos. IC.Si-PA104MS – merilno sidro, dolžine $L=20,00$ m, $L_v=8,00$ m,
- 14 kos. IC.Si-PA104KS – konstrukcijsko sidro, dolžine $L=20,00$ m, $L_v=8,00$ m in
- 5 kos. IC.Si-PA104KS – konstrukcijsko sidro, dolžine $L=15,00$ m, $L_v=7,00$ m.

Predvidena je bila izvedba dveh (2) testnih sider pri čemer je bilo vgrajeno samo eno. Namreč pri drugem testnem sidru je prišlo do tehničnih težav pri vgradnji sidra, pri čemer je bil obveščen projektant kot tudi ZKK. Na podlagi dogovora z projektantom in ZKK-jem je bilo na objektu izvedeno:

- 1 kos preiskava sider na testnem pet (5) vrnem sidru,
- 3 kos celoviti odobritveni preskusi, in sicer dva (2) na sidrih dolžine $L=20,00$ m in eden (1) na sidru dolžine $L=15,00$ m ter
- 17 kos enostavnih odobritvenih preskusov

PREISKAVA SIDER

Testno sidro TS1 z dodatnim jeklenim pramenom, ter iste dolžine $L=20,00$ m je bilo vgrajeno po istih postopkih kot preostala redna sidra objekta. Preskusno silo za PS testnih sider P_p je določil projektant pred začetkom preskusa, pri čemer je bila sila $P_p = 1042$ kN.

ODOBRITVENI PRESKUS

Pred zaklinjenjem (in pred začetkom predaje v funkcijo) so bili na vseh sidrih IC.Si-PA100 izvedeni odobritveni preiskusi v skladu z EN ISO 22477-5 za potrditev, da vsako sidro objekta ustreza kriterijem sprejemljivosti.

Preskusno silo za OP sider objekta je določil projektant pri čemer je vrednost preskusne sile $P_p = 563$ kN, katera ne sme predstavljati obremenitve kabla sidra, večje od 75 % P_{tk} .

Sila zaklinjanja je na vseh sidrih 450kN.

TIP VGRAJENIH TRAJNIH GEOTEHNIČNIH SIDER

Na podlagi navodil naročnika, so po preiskavi vgrajenih sider, sidra zaključena z 20 klasičnimi konstrukcijskimi glavami ter 1 z merilno sidrno glavo. Na treh mestih so 3 rezervna sidrišča pokrita z zaščitno inox pločevino.

Mersko sidro je običajno konstrukcijsko sidro opremljeno s merilnim inštrumentom za spremljanje sidrskih sil, ter daljšimi jeklenimi prameni, ki omogočajo kasnejšo morebitno zamenjavo merilnega inštrumenta.

Mersko sidro S-12 je opremljeno z namenskim zaščitnim pokrovom skladno s pridobljenim STS-om, ter merilnim inštrumentom poz. 14.1 Merilna celica 1000kN s serijsko št. SN19-06637.

Sidra so dolžine $L = 15\text{ m}$ in 20 m , s prostim delom $l_{pr} = 13,00\text{ m}$ ter veznim delom $l_v = 7,00$ do $8,00\text{ m}$. Sidra so bila projektirana tako, da sega prosti del sider najmanj do konca preperete mešane hribinske mase, pri čemer je zagotovljeno, da bo vezni del primerno vpet za prenos sile prednapetja v kompaktno mešano hribinsko maso.

Na podlagi analize statične stabilnosti so bila predvidena trajna geotehnična sidra. Sidro je v vzdolžni smeri sestavljeno iz veznega in prostega dela. Izvedeno je 19 ($5 \times 4 \times 0,62''$ dolžine $15,0\text{ m}$ in $14 \times 4 \times 0,62''$ dolžine $20,0\text{ m}$) trajnih geotehničnih sider, ki so izvedeni v rastru približno cca. $2,50\text{ m}$, ter 5 sider $4 \times 0,6''$ dolžine $20,0\text{ m}$ v rastru $5,0\text{ m}$. Razporeditev je prikazana v vzdolžnem prerezu.

Sidra so sestavljena iz 4 pramen $0,62''$ (nazivni prečnik $15,2\text{ mm}$) kvalitete $f_y / f_{tk} = 1670 / 1860\text{ N/mm}^2$. Sila zaklinjenja je na vseh sidrih 450 kN . Sidra so vgrajena v eni vrsti pod naklonom 30° . Sidra potekajo pravokotno na os vozišča in s tem pravokotno na steno.

Trajna prednapeta sidra so se vgrajevala v izvrtine $\phi 152\text{ mm}$ in injektirala vezni del sidra. Po doseženi trdnosti veznega dela se je sidro napelo, izvedlo injektiranje in antikorozijsko zaščito, izvedlo kontrolo antikorozijske zaščite in vnašanja sile prednapenjanja.

Napenjanje sider se je izvajalo v času 27.09 – 30.10.2019.

5.0 Kronologija poškodb pilotne stene

5.1 Obvestilo o opaženih premikih na sidrani pilotni steni Jezera I (poročilo Igmat d.d. z dne 29.04.2020)

Dne 22.04.2020 smo na objektu: Sidrani pilotna stena Jezera 1 na cesti R2-428/1252 Sestre Logar-Pavličevo v km 3,000 skupaj z notranjo kontrolo izvajali ponovne meritve elektropornosti vgrajenih trajnih geotehničnih sider ter pri tem opazili premik AB grede na dilataciji. Zaradi premika se je dilatacijska fuga razširila za več kot 1 cm prav tako je pri isti dilataciji opazen odmik AB grede od asfalta. V območju opažene deformacije je na zgornji strani ceste nastala tudi vertikalna razpoka na oporni kamniti zložbi.

Ker se na obravnavani kampadi AB grede nahaja tudi mersko sidro S12 je bil izveden odčitek sile v merskem sidru pri čemer smo ugotovili da je sila iz $P_0 = 450\text{ kN}$ padla na 190 kN , kar nakazuje na delno porušitev sidra!

Predlagamo da se nemudoma izvede meritve na vgrajenih inklinometrih, vzpostavi opazovanje ter obvesti Naročnika in projektanta o nastalih deformacijah ter popuščanju merskega sidra.



slika 5: lokacija opaženih premikov

5.2 Vgradnja dodatnega merilnega sidra

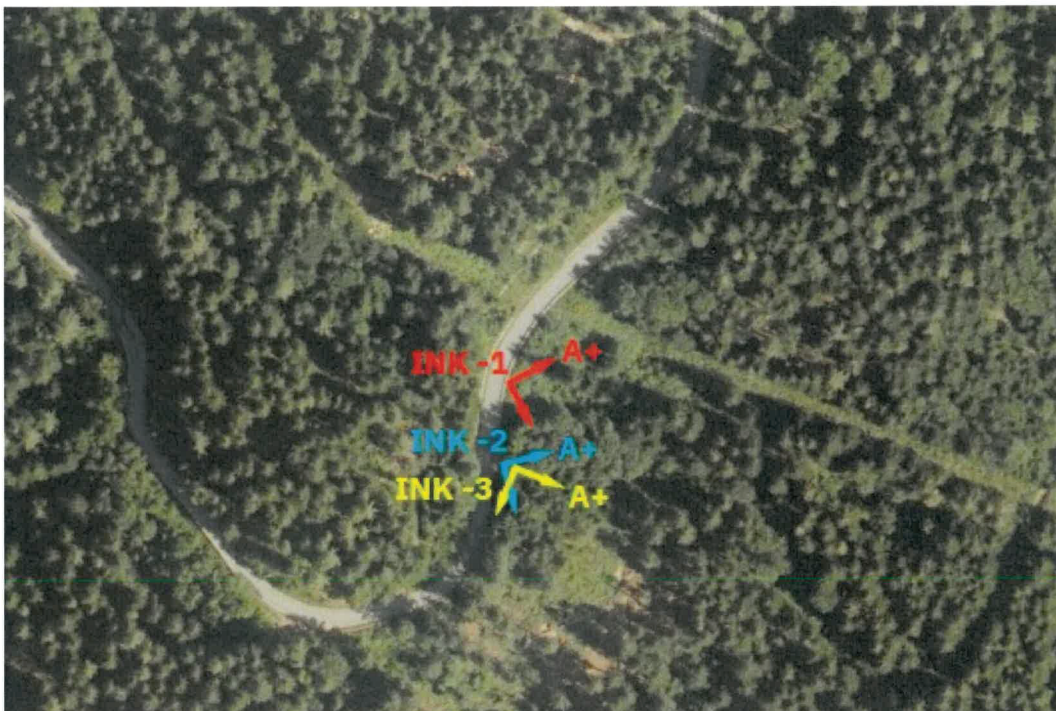
V mesecu juliju 2020 je bilo vgrajeno dodatno sidro 6Ø0,6' dolžine 34 m, in sicer med sidroma S12 in S13, Pp=1105, Po=500 kN.

5.3 Meritve inklinometrov

Poročilo meritev inklinometrov – št. poročila IRGO Consulting d.o.o., 3035130-I-MZal, marec 2026

Ničelna meritev INK-1 in INK-2 je bila izvedena 28.4.2020. Kasneje je bil zaradi pomikov vgrajen tudi inklinometer INK-3. Ničelna meritev INK-3 je bila izvedena 10.7.2020.

9. kontrolna meritev INK-1 in INK-2 ter 6. kontrolna meritev INK-3 je bila izvedena 06.03.2026.



slika6 : situacija inklinometrov

Rezultati meritev

INK-1:

Predhodne meritve do leta 2021:

11.5.2021 v inklinometru INK-1 v A+ in B+ smeri večjih deformacij nismo zaznali. V B+ smeri je izmerjena deformacija ponovno v rang 2. kontrolne meritve. Zaradi tega predpostavljamo, da so izmerjene deformacije 3. In 4. Kontrolne meritve posledica anomalije v inklinometru na globini -7,5m, kjer je možnost, da inklinometrsko sonda nasede na tujek v merilnem kanalu inklinometra B+/- smeri. Predpostavljamo, da je zaradi dviga vode v inklinometru tujek migriral na lokacijo izven merilnega kanala saj zaklinjanje TPG sidra na rezervnem sidrišču na INK-1 zaradi dilatacije v gredi in oddaljenosti ca 30m ne bi smelo imeti vpliva. 7.9.2020 (7. kontrolna meritev) smo med merjenjem inklinometra na kablu opazili stiropor.

Meritve po novi pogodbi:

6.3.2026 je bila v inklinometru zaznana deformacija od globine 8,0 m do ustja. V A+ smeri za 7,0 mm. V smeri B- je največji pomik 6,5mm. Kar nakazuje da je na tej globini večja obremenitev na pilote.

INK-2:

Predhodne meritve do leta 2021:

Zaradi zaklinjanja TPG sidra na rezervnem sidrišču, dne 27.8.2020 je zaznan pomik v smeri A-. Komulativni pomik na globini med -13,0m do -5,0 velikostnega reda do 3mm v smeri A+ se je izvedel pred napenjanjem. V B smeri posebnosti ni. Deformacija je posledica nagiba celotne konstrukcije in kasnejšega napenjanja rezervnega sidrišča, kar nakazujejo tudi razpoke na zidu in deformacija diletacijske reže.

5.11.2021 (8.kontrolna meritev) smo v inklinometru opazili nadaljevanje deformacij na globini med -13,0m do ustja do skupaj 23,0mm v A+ smeri. Zaradi dodatnega TPG sidra v zgornjem delu inklinometra so deformacije manjše kot v centralnem delu. Trend pomika deformacij na INK-2 v centralnem delu se nadaljuje. Razlika od prejšnje meritve je +14mm na globini -6,5m. Opažena deformacija v B- smeri je posledica odzivanja celotnega zidu levo od INK-2, kar se vidi tudi pri deformacijah dilatacijske reže.

Meritve po novi pogodbi:

Kontrolna meritev 6.3.2026 izkazuje, da se deformacije niso ustavile, v smeri A+ je prišlo do dodatnih 100mm premika, največje odstopanje od ničelne meritve je tako 120mm na globini med 4m in 6m. V smeri B- je največje odstopanje na ustju 47mm. Glede na meritve spodnji del pilotov ni v stabilnem terenu. Po obliki grafa se vidi, da sidra sicer prevzemajo del obtežbe, vendar ne v zadostni meri, kar se izkazuje v deformacijah na gredi, in zaledju.

INK-3:

Predhodne meritve do leta 2021:

V inklinometru smo 11.5.2021 izvedli 5. Kontrolno meritev. Zaznana je deformacija v A+ smeri velikostnega reda 26 mm na globini -6,0m do -3,0m. Glede na prejšnje meritve se kaže trend v A+ smeri. Na globini od -9,0m do -6,0m je deformacija velikostnega reda +7,0mm v A+ smeri in -13,0mm v B- smeri. Glede na prejšnjo meritev se tu kaže trend. Predvsem je pozornost potrebno nameniti globini -12,5m, kjer se kaže trend v A+ smeri. Trenutno je velikostni razred pomika v A+ smeri 24mm. Pri interpretaciji je potrebno upoštevati dno vgrajene AB pilotne stene, ki je glede na rojstne liste pilotov na tej globini. Med meritvami smo opazili, da se na globini -7,5m sonda ne umiri povsem, kar lahko nakazuje slabšo obsutost zasipnega materiala ob inklinometriški cevi.

Predlagamo periodično izvajanje meritev inklinometra in ostalih meritev na opornem zidu, saj se deformacije nadaljujejo. Umiritve deformacij brez dodatnih podpornih ukrepov ne pričakujemo. Priporočamo povečano frekvenco meritev, s čimer bi zaznali trend pomikov in hitrost le teh.

Meritve po novi pogodbi:

Pri kontrolni meritvi 6.3.2026 je bila med merjenjem ugotovljena poškodba inklinometriške cevi na globini -11,5m. Cev je neprehodna oziroma prestrižena. **Graf meritev je zato le informativen in ne izkazuje celotnih deformacij.** Meritev ne more biti opravljena po standardu, saj dno vrtine ni v stabilnem terenu, prav tako na ustju ni geodetske točke. Inklinometru manjka ustje.

MERITEV MERILNIH CELIC NA MERSKIH SIDRIH:

(1500 kN celica)	2.11.2020	5.11.2021	6.3.2026
MS-12 (1000 kN)	248 kN	233 kN	POŠKODOVANA
MS – dodatno (1500 kN)	787 kN	839 kN	1051 kN

6.0 Povzetek dodatnih preiskav in meritev

(povzeto iz Dodatnega geološko geomehanskega poročila, izdelal Geoeng&co d.o.o., št. 06/2026)

Na podlagi dodatno izvedene inklinacijske vrtine, tik pod pilotno steno med prerezoma P7 in P6 ter pilotov P13 in P14, (izvajalo podjetje Geodrill d.o.o., Maribor), je bilo ugotovljeno, da se na odseku v globini 7,5 – 10,7m nahaja glinasto meljast rahlo peščen grušč, z vložki slabo zaobljenega proda (GC/GM). Ta je svetlo rjave do oker rjave barve, z nekoherentnim delom v srednje gostem gostotnem stanju, koherentni del pa je v srednje gnetnem konsistentnem stanju.

To je proluvialni sloj, ki leži neposredno na slabo prepustni močno prepereli mešani karbonsko permski (C, P) hribinski masi skrilavih meljevcev in glinovcev z vložki trših peščenjakov, katera je slabo prepustna, globlje v kompaktnjših delih do zelo slabo prepustna.

Na globini 13,5 m je bil evidentiran večji dotok zaledne vode, ki lahko ob ekstremno visokih vodostajih, kakršen je bil med ujmo avgusta 2023, privede hkrati tudi do močno povečanih zalednih pritiskov na konstrukcijo, katera na obravnavani kampadi s piloti ni dosegla kompaktne, suhe stabilne hribinske

podlage.

Zaradi prisotnosti večjih količin zaledne vode od globine 13,5m dalje, je bil spodnji del inklinometra (globina med 13,5 in 20,0m) opremljen tudi kot piezometer.

Dodatno vrtino smo uporabili za izdelavo kritičnega prečnega geotehničnega prereza skupaj z že izvedenimi vrtinami v sklopu GG elaborata za fazo PZI.

Med kontrolo morebitnega razširjanja odlomnih robov ter nastajanja razpok na novem vozišču in delu obnovljene kamnite zložbe, na katerem je bila že pred rekonstrukcijo izrazita strižna razpoka, katere se navezuje na stranski odlomni rob plaz, smo zabeležili nastalo skupno deformacijo velikostnega reda:

$$- D_{\text{tot}} \approx 37 \text{ mm (meritve Irigoien Consulting 6.3.26)} + 100 \text{ mm (meritve Geoeng&Co. 29.5.2018)} \approx \sum D_{\text{tot}} \approx 137 \text{ mm}$$

Na podlagi novo izvedene inklinacijske vrtine (INKL 3) in najstarejše vrtine V-16 za potrebe rekonstrukcije trase ceste ter inklinacijske vrtine V 1i za potrebe GG elaborata PZI sanacije plaz, smo ob upoštevanju ugotovljenih pojavov med vrtnjem ter IG kartiranjem, konstruirali dodaten kritičen GG prerez za potrebe sanacije plaz. Pri tem se je pokazalo, da je bila vrisana prelomna cona na IG karti iz GG elaborata PZI, ključna za nastale razmere po ujmi 23.8.2023, ko se je šele aktivirala in pokazala globoka drsina (V vrtini V1i, je bil rezultat SPT na globini 7,4 m: $N_{60} = 156,31$, kar pomeni že kompaktno hribino, bil je to drobno zrnat peščenjak. Šele 20 m globoka dodatna vrtnina je pokazala, da se pod njim nahaja tektonsko pretrt, preperel in oslavljen skrilav muljevec z vložki glinovca, ki je pri vrtnju tudi zaradi dotokov vode ter poškodb zaradi tehnologije vrtnja udarno rotacijsko na suho med vdori vode v vrtino iz globine 13,5 m postal židka glina.

Tako je dodatna globoka vrtnina dosegla območje tektonsko pretrte, oslabiljene in razmočene mešane mehke hribinske mase skrilavih muljevcev in glinovcev ob ugotovljeni prelomni cone ob kateri sta tudi erozijski hudourniški grapi, kateri dodatno poslabšujeta stabilnost obravnavanega področja. .

Zato smo na podlagi vseh pridobljenih podatkov (laboratorijskih in terenskih preiskav ter »in situ« meritev v vrtinah) izdelali dodatno analizo po Hoekovem&Brownovem porušitvenem kriteriju (Priloga R.2) za mešane hribinske mase, pri čemer je bil za tektonsko pretrto, preperelo oslabiljeno mešano hribinsko maso karbonsko permskih skrilavih muljevcev z vložki drobnozrnatih peščenjakov upoštevan geološki trdnostni indeks:

$$- GSI = 13.$$

V nadaljevanju smo s pomočjo kritičnega prereza izdelali geostatično in stabilnostno analizo za potrebe sanacije plaz z dodatno kampado sidrane pilotne stene. Vsi vhodni podatki trdnostno deformacijskih karakteristik ter rezultati analize so podani na prilogi R.3.

Na prilogi G.1 je podana IG karta z vrisanimi dodatno izvedenimi inklinometri v pilotih in dodatno inklinacijsko vrtino INKL 3, vključno z vsemi evidentiranimi IG pojavi. Novi korigirani karakteristični prečni in vzdolžni prerezi so podani v vodilnem načrtu gradbenih konstrukcij. GIRI d.o.o., za potrebe sanacije plaz.

7.0 Predlog sanacije

(povzeto iz Dodatnega geološko geomehanskega poročila, izdelal Geoeng&co d.o.o., št. 06/2026)

Na podlagi rezultatov stabilnostne in geostatične analize smo ugotovili, da je sanacijo obravnavanega odseka trase ceste možno ustrezno izvesti z dodatno kampado sidrane pilotne stene (4 kom pilotov in 5 kom sider).

Piloti so $D = 1,00 \text{ m}$ v rastru $e = 4,0 \text{ m}$, dolžine so prilagojene naklonu zmerno preperel do kompaktne mešane hribinske mase $L = 16 \text{ m} - 18 \text{ m}$,

Sidra so dolžine $L = 34 \text{ m}$, s prostim delom $l_{pr} = 26 \text{ m}$ do 27 m ter veznim delom $l_v = 7,0 - 8,0 \text{ m}$ v rastru $e = 2,8 \text{ m}$. dve sidri sta v naklonu 35° , tri pa v naklonu 30° .

Pilotiranje in sidranje se izvede z ustrezno utrjenega delavnega platoja pred obstoječo pilotno steno ob strokovnem inženirsko geološko geomehanskim nadzorom, ki mora pripraviti zapisnik o vrtnju z

vsem morebitnimi registriranimi pojavi (voda, odtekanje betona in injekcijske mase pri kontraktorskem betoniranju pilotov in injektiranju sider, katera morajo biti vgrajena in injektirana takoj po vrtanju).

V kolikor so razmere drugačne od predvidenih mora nadzor obvestiti projektanta in odgovornega geotehničnega inženirja.

Po izvedbi pilotov in sider je potrebno vzpostaviti ustrezno tehnično opazovanje – monitoring.

8.0 Izgradnja dodatne pilotne stene

V okviru projekta je predvidena sanacija obstoječe pilotne stene z dograditvijo dodatne pilotne stene dolžine 14,0 m ob obstoječi med piloti P9 in P16.

Poškodba – razpoka na novo zgrajeni kamniti zložbi med profiloma P7 in P8 se sanira z ijeciranjem cementne malte.

8.1 Sanacija pilotne stene

Za zagotovitev stabilnosti obstoječe pilotne stene se ob problematičnem delu obstoječe konstrukcije med obstoječimi piloti P9 in P6 vgradijo štirje novi piloti premera 100 cm (Pa – Pd), dolžin 2x16 in 2x18 m, preko njih pa povezovalna greda dolžine 14 m, preko katere se izvede sidranje s petimi sidri 4φ0,6' dolžine 34 m.

8.2 Predpisi in obtežba

Geostatična analiza je v okviru geološko geomehanskega elaborata izdelana s programskim paketom MIDAS-GTS-NX, ver. 2.8 po projektnem pristopu1 v skladu s SIST EN 7

8.3 Opis podporne konstrukcije

Dodatna pilotna stena dolžine 14 m je globoko temeljena na pilotih ø100 cm, ki so vpeti v preperelo do kompaktno hribino (minimalna globina vpetja 3,0 m), ki jo predstavljajo plasti vijoličastega skrilavega meljevca, kremenovega konglomerata, rožnate breče, svetlo sivega do rožnatega apnenca. Zaledno zemljino za steno pretežno tvori zaglinjen do peščen grušč, glina, ponekod s samicami apnenca.

Piloti ø 100 cm so razporejeni v rastru 4,0 m. V vzdolžni smeri so med seboj povezani z gredo dimenzij b/h = 1,40 / 1,20 m..

Na podlagi analize statične stabilnosti so predvidena trajna geotehnična sidra. Sidro je v vzdolžni smeri sestavljeno iz veznega dela z minimalno dolžino 7,0 – 8,0 m in prostega dela dolžine 26 - 27 m. Predvidena je izvedba 5 (4x0,6", dolžine 34,0 m) trajnih geotehničnih sider, ki se izvedejo v rastru 2,43 – 3,57 – 3,57 – 2,43 m. Razporeditev je prikazana v vzdolžnem prerezu in je prilagojena razporedu obstoječih pilotov.

Sidra so sestavljena iz 4 pramen 0,6" (nazivni prečnik 15,2 mm) kvalitete $f_y / f_{tk} = 1590 / 1770$ MPa. Projektirana sila zaklinjenja je 450 kN. Sila pretrganja kabla 4 vrvnega sidra znaša $P_k = 1062$ kN. Velikost dejanskih sidrskih sil se mora gibati med 30 in 70 % karakteristične vrednosti pretrganja kabla sidra. Zgornja meja območja dejanske sidrske sile P_{MAX} , ki je v takšnih sidrih še dovoljena, je $P_{MAX} = 903$. Sidra se vgrajujejo v eni vrsti naklon krajnih dveh sider je 35°, srednja tri pa se izvedejo pod kotom 30°. Sidra potekajo pravokotno na os vozišča in s tem pravokotno na steno.

Trajna prednapeta sidra se vgrajuje v izvrtine ø 140 mm in injektira vezni del sidra. Po doseženi trdnosti veznega dela se sidro napne, injektira in antikorozijsko zaščiti, izvedem kontrolo antikorozijske zaščite in vnašanja sile prednapenjanja.

Dejansko nosilnost sidra je potrebno preveriti s preizkusnimi sidri. Smatra se, da v konkretnem primeru izvedba preizkusnega sidra ni potrebna, uporabi se lahko rezultate že izvedenega dodatnega merskega sidra dolžine 34m, ki je bilo izvedeno v letu 2020.

Število merilnih in kontrolnih sider znaša 5 % vseh sider oz. min. 1 kom. Predvideno je, da se eno sidro opremi z merilci sidrske sile.

Na vgrajenih sidrih je potrebno skladno s SIA 267 in SIA 267/1 izvesti celoviti preizkus napenjanja na 10% vgrajenih sider (= 5 x 0,1 = 0,5 kom, predlaga se 2 kom) na ostalih pa se izvede

enostavni preizkus napenjanja. Maksimalna preizkusna sila za 4 vrвна sidra znaša $P_p = 0,75 \times P_{tk} = 797 \text{ kN}$.

Preizkusna sila znaša praviloma $P_p = 0.75 P_{tk}$; doseči mora najmanj $1.25 P_0$ ($450 \times 1,25 = 562,5 \text{ kN}$ oziroma $350 \times 1,25 = 437,5 \text{ kN}$).

Meritve električne upornosti med jeklenim jedrom in okolno zemljino je potrebno izvesti na proizvedenem sidru v vseh fazah izvedbe, to je na preizkusnem sidru in na sidru vloženimi v vrtino po injektiranju (primarnem in sekundarnem) ter po preizkusnem napenjanju sidra. Meritve je potrebno izvajati skladno z zahtevami dodatka A SIST EN 1537.

Pri vrtanju vrtin je potrebno obvezno voditi zapisnik o vrtanju in posebno paziti na uhajanje vode, pri tem je potrebno paziti, da vezni del sidra dejansko po celotni dolžini sega v kvalitetno sidrno podlago, v nasprotnem primeru je potrebno podaljšati prosto dolžino sidra.

9.0 Izvedba

Za potrebe dostopa vrtnalne garniture se predvidi začasna odstranitev JVO med P7 in P8. Dostopna pot se uredi po obstoječem platoju ob pilotni steni, teren se po potrebi dodatno utrdi s slojem kamnitega nasipnega materiala v debelini 40 cm.

Po dokončanju dodatne pilotne stene se teren vzpostavi v prvotno stanje, JVO pa ponovno postavi. Smatra se, da posebnih fizičnih omejitev na cesti ne bo potrebno vzpostavljati, z izjemo začasne dostave potrebnega materiala. Predlaga se postavitve tipske zapore Z-1 (cesta zunaj naselja – promet izmenično enosmeren, urejen s semaforji), ki se jo uporabi po potrebi.

10.0 Prometna oprema in signalizacija

Predvidena gradnja ne bo posegla v obstoječo prometno signalizacijo.

11.0 Oprema za zavarovanje prometa

Predvidena je začasna odstranitev JVO v dolžini 15 m1.

12.0 Komunalni vodi

Na ukopni strani vozišča poteka trasa TK voda, in sicer na notranjem robu vozišča. Posegov v območju trase ne bo.

13.0 Ureditev obcestnega prostora

Vse med gradnjo prizadete površine je potrebno vzpostaviti v prvotno stanje, vključno površine, ki bodo namenjene začasnemu deponiranju materiala.

14.0 Zakoličba

Podatki za zakoličbo objekta so podani v opaznem in zakoličbenem načrtu pilotne stene v ETRS koordinatnem sistemu.

15.0 Ukrepi za preprečevanje emisij hrupa in nevarnih snovi

Izvajalec je skladno z zakonodajo in v tehničnem poročilu predpisanimi zahtevami dolžan upoštevati določila zakonodaje povezane z varnostjo in zdravjem pri delu in varovanjem okolja. Skladno z zakonodajo mora izvajalec med gradnjo zagotoviti ustrezno zaščito delavcev in okolice pred vsemi škodljivimi vplivi, povezanimi z odstranjevanjem obstoječe grajene strukture in gradnjo novega objekta.

Izvajalec mora izvajati dela skladno z načrtom in upoštevati vse omejitve in napotke vezane na varovanje naravnega okolja.

Skladno z mnenjem ZVRSVN, OE Celje, je potrebno za varovanje okolja in omilitve vplivov na okolje upoštevati sledeče pogoje:

= 797 kN.

Preizkusna sila znaša praviloma $P_p = 0.75 P_{tk}$; doseči mora najmanj $1.25 P_0$ ($450 \times 1,25 = 562,5$ kN oziroma $350 \times 1,25 = 437,5$ kN).

Meritve električne upornosti med jeklenim jedrom in okolno zemljino je potrebno izvesti na proizvedenem sidru v vseh fazah izvedbe, to je na preizkusnem sidru in na sidru vloženimi v vrtino po injektiranju (primarnem in sekundarnem) ter po preizkusnem napenjanju sidra. Meritve je potrebno izvajati skladno z zahtevami dodatka A SIST EN 1537.

Pri vrtanju vrtin je potrebno obvezno voditi zapisnik o vrtanju in posebno paziti na uhajanje vode, pri tem je potrebno paziti, da vezni del sidra dejansko po celotni dolžini sega v kvalitetno sidrno podlago, v nasprotnem primeru je potrebno podaljšati prosto dolžino sidra.

9.0 Izvedba

Za potrebe dostopa vrtalne garniture se predvidi začasna odstranitev JVO med P7 in P8. Dostopna pot se uredi po obstoječem platu ob pilotni steni, teren se po potrebi dodatno utrdi s slojem kamnitega nasipnega materiala v debelini 40 cm.

Po dokončanju dodatne pilotne stene se teren vzpostavi v prvotno stanje, JVO pa ponovno postavi. Smatra se, da posebnih fizičnih omejitev na cesti ne bo potrebno vzpostavljati, z izjemo začasne dostave potrebnega materiala. Predlaga se postavitve tipske zapore Z-1 (cesta zunaj naselja – promet izmenično enosmeren, urejen s semaforji), ki se jo uporabi po potrebi.

10.0 Prometna oprema in signalizacija

Predvidena gradnja ne bo posegla v obstoječo prometno signalizacijo.

11.0 Oprema za zavarovanje prometa

Predvidena je začasna odstranitev JVO v dolžini 15 m.

12.0 Komunalni vodi

Na ukopni strani vozišča poteka trasa TK voda, in sicer na notranjem robu vozišča. Posegov v območju trase ne bo.

13.0 Ureditev obcestnega prostora

Vse med gradnjo prizadte površine je potrebno vzpostaviti v prvotno stanje, vključno površine, ki bodo namenjene začasnemu deponiranju materiala.

14.0 Zakoličba

Podatki za zakoličbo objekta so podani v opaznem in zakoličbenem načrtu pilotne stene v ETRS koordinatnem sistemu.

15.0 Ukrepi za preprečevanje emisij hrupa in nevarnih snovi

Izvajalec je skladno z zakonodajo in v tehničnem poročilu predpisanimi zahtevami dolžan upoštevati določila zakonodaje povezane z varnostjo in zdravjem pri delu in varovanjem okolja. Skladno z zakonodajo mora izvajalec med gradnjo zagotoviti ustrezno zaščito delavcev in okolice pred vsemi škodljivimi vplivi, povezanimi z odstranjevanjem obstoječe grajene strukture in gradnjo novega objekta.

Izvajalec mora izvajati dela skladno z načrtom in upoštevati vse omejitve in napotke vezane na varovanje naravnega okolja.

Skladno z mnenjem ZVRSVN, OE Celje, je potrebno za varovanje okolja in omilitev vplivov na okolje upoštevati sledeče pogoje:

1. Posek drevja na zemljišču (pod cesto) se izvede v omejenem obsegu, kolikor je potrebno za izvedbo sanacije plazov oz. v pasu, kolikor je nujno potrebno za gradnjo pilotne stene ceste in za ureditev gradbišča. Gozd, ki ne ovira gradbenih del, se ohranja in v času gradnje varuje pred poškodbami.
2. Za preprečitev zasipavanja potoka, levega pritoka Jezere (NV Jezera s pritoki) in nižje ležečih gozdnih površin je treba pod delovnim platojem namestiti varovalno pregrado ali drug ustrezen ukrep (začasen nasip ipd.) za preprečitev kotaljenja skal in zasipavanja.
3. Za sanacijo opornega zidu oz. kamnito-betonske zložbe se uporabi lomljen kamen lokalnega izvora ustreznih dimenzij; betonske fuge med skalami morajo biti poglabljene oz. čim manj vidne. Uporaba rečnih prodnikov (zaobljene skale) kot v primeru obstoječe zložbe, ni ustrezno in se ne izvaja.
4. Vtočna in iztočna mesta ob cevni prepusti se izvedejo na sonaraven način z uporabo avtohtonega kamenja brez betona na vidnih delih zložb, z oblikovanjem razgibanih brežin, ali z uporabo lesa ter z biotehničnimi ukrepi.
5. Brežine nasipov in usekov ob cestišču izven območja opornega zidu morajo biti prilagojene obstoječemu reliefu, prehodi v okoliški teren postopni, brez izrazitih vkopov ali nasipov.
6. Novo oblikovane brežine ob cesti je treba po končanih gradbenih delih humusirati in zatraviti.

Prav tako je potrebno skladno z zahtevo soglasja Zavoda za gozdove poseg v obstoječi gozd omejiti na način, da se čim manj poškoduje gozdno drevje, brežine po končani gradnji pa ustrezno ozeleniti, da ne bo prihajalo do erozijskih poškodb ter možnosti razvoja invazivnih vrst.

16.0 Ukrepi za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu

Pred pričetkom del mora izbrani izvajalec na osnovi priloženega varnostnega načrta poskrbeti za vse zahteve povezane z zagotavljanjem varnosti in zdravja pri delu kot jih določa Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začnih in premičnih gradbiščih (Uradni list RS, št. 83/05 in 43/11 - ZVZD-1)

17.0 Ravnanje z gradbenimi odpadki

Z ustreznim načinom odstranjevanja, ločenim zbiranjem in ustreznim deponiranjem odvečnih gradbenih materialov, je zmanjšana nevarnost obremenjevanja voda, zraka in tal ter ogroženost človekovega zdravja pri odstranjevanju, odvozu in predelavi odvečnih gradbenih materialov.

Pri izgradnji se bodo uporabili naslednji načini odstranjevanja odpadnih gradbenih materialov :

- začasno skladiščenje na ustrezni lokaciji ob gradbišču do zaključene faze odstranitve posamezne vrste materiala oziroma za čas, ki je potreben, da se nabere zadostna količina materialov za ekonomičen prevoz do predelovalca
- trajno skladiščenje na pooblaščenih deponijah v okolici gradbišča s takojšnjim odvozom z gradbišča

Predelava materialov na oziroma ob gradbišču ni predvidena.

Detajlno je tematika ravnanja z odpadki obdelana v posebnem elaboratu, ki je sestavni del projekta.

18.0 Ureditev prometa v času gradnje

Izvajalec bo moral v času gradnje zagotoviti prevoznost predmetnega odseka.

V času gradnje podpornih podpornega zidu je predvidena vzpostavitev polovične zapore, usmerjanje prometa pa se bo zaradi neustrezne preglednosti, izvajalo s prometno odvisnim semaforjem.

Izvajalec mora na osnovi potrjenega terminskega plana izvedbe gradbenih del pripraviti tudi ustrezen terminski plan prometne zapore oziroma začasne prometne ureditve. Skladno z veljavnimi pravilniki mora izvajalec od upravitelja ceste pridobiti dovoljenje za zaporo. Na osnovi dovoljenja za zaporo in potrjenega načrta prometne ureditve v času gradnje, mora za to pooblaščen izvajalec postaviti začasno prometno signalizacijo, skladno s priloženim elaboratom. Pred pričetkom gradnje oziroma začasne prometne ureditve, mora izvajalec poskrbeti za ustrezno obveščanje udeležencev v prometu. Obvestilo je potrebno objaviti v tiskanih ali elektronskih sredstvih javnega obveščanja. V obvestilu

mora biti podana tudi informacija o trajanju začasne prometne ureditve in razlog, zaradi katerega je začasna ureditev prometa potrebna.

19.0 Tehnologija gradnje in zagotavljanje kontrole kvalitete

Izvajalec mora tehnološke postopke gradnje uskladiti z zahtevami, ki so podane v projektu, oziroma z njimi zagotoviti ustreznost gradnje kot jo zahteva projektna rešitev. Odstopanja v smislu prilagoditve specifičnim tehnološkim rešitvam izvajalca so dovoljena le s potrditvijo odgovornega projektanta. Izvajalec mora pri gradnji upoštevati veljavno zakonodajo, ki ureja postopek gradnje, vezan na zagotavljanje kontrole kvalitete vgrajenih materialov in gradbenih del. Zagotoviti mora sprotno spremljanje kvalitete gradnje v okviru notranje kontrole, ki jo zagotavlja s svojimi zmogljivostmi ali pa zanjo pridobi ustreznega zunanjega izvajalca.

V prilogi k tehničnem poročilu je podana tabela – minimalni program notranje kontrole kvalitete, ki ga je potrebno upoštevati pri gradnji objekta.

20.0 Posegi na zemljišča

Predvideni poseg se bo odvijal na sledečih zemljiščih :

389/14 in 757/1, vse k.o. Logarska dolina

Za dostop je predviden dodaten poseg na zemljišču parc. št. 389/4 k.o. Logarska dolina.

Ljubljana, februar 2026, dopolnjeno marec 2026

Sestavil :
Igor Žugič, univ. dipl. inž.gradb.

[illegible]

