Elaborat	**GEOLOŠKO GEOMEHANSKO POROČILO**
Naziv gradnje	**Predlog sanacije usada na cesti Sovan - Kržišnik**
Investitor	Občina Logatec, Tržaška cesta 50A, 1370 Logatec
Projektantsko podjetje	Geološko projektiranje d.o.o. Ledine 17, 5281 Spodnja Idrija
Direktorica	Aleksandra Jereb
	Žig in podpis
Pooblaščena inženirka	Aleksandra Jereb, univ. dipl. inž. geol.
	Osebni žig in podpis
Št. poročila	0287-113/2022
Izvod	3/3
Kraj in datum	Ledine, november 2022

Geološko projektiranje d.o.o.
ID za DDV: SI 15643603

ALEKSANDRA JEREB
univ.dipl.inž.geol.
IZS RG0147

2. VSEBINA ELABORATA 0287-113/2022

1 Naslovna stran
2 Kazalo vsebine elaborata
3 Tehnično poročilo
4 Priloge

3. TEHNIČNO POROČILO

VSEBINA

1. UVOD **4**

2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ **4**

3. GEOLOŠKE RAZMERE ŠIRŠEGA OBMOČJA **5**

4. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE ŠIRŠEGA OBMOČJA **7**

5. SEIZMIKA **7**

6. OPIS IZVEDENIH PREISKAV **8**

6.1 SONDAŽNI RAZKOPI 8

7. GEOMEHANSKE RAZMERE **9**

8. PREDLOG SANACIJE **9**

8.1 KAMNITA ZLOŽBA Z1 9

8.1.1 PREVRNITEV IN ZDRS *10*

8.1.2 IZVEDBA BREŽINE NAD KAMNITO ZLOŽBO *10*

8.1.3 IZVEDBA CESTE *10*

8.1.4 DRUGA NAVODILA *10*

8.2 KAMNITA ZLOŽBA Z2 10

8.2.1 PREVRNITEV IN ZDRS *11*

8.2.2 IZVEDBA BREŽINE POD KAMNITO ZLOŽBO *11*

8.2.3 IZVEDBA CESTE *11*

8.2.4 DRUGA NAVODILA *11*

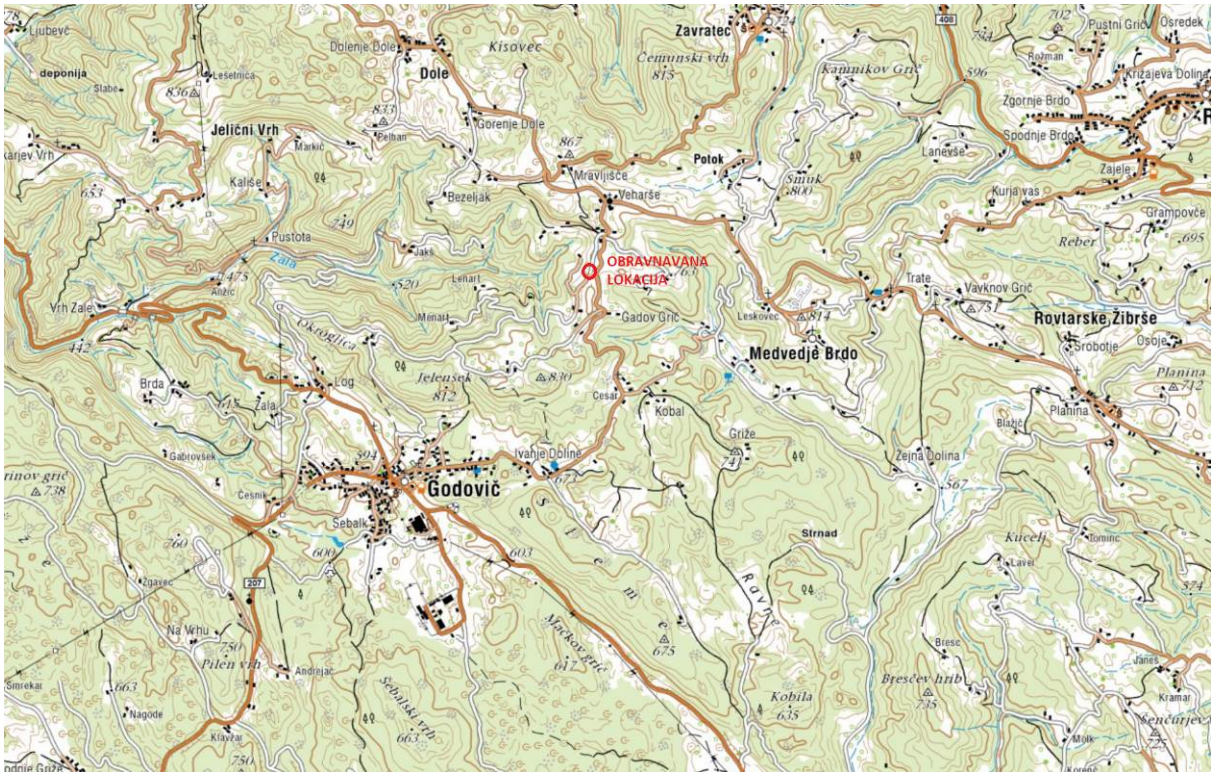
9. ZAKJLJUČEK-POVZETEK **11**

1. UVOD

V času obilnega jesenskega deževja v drugi polovici septembra 2022, se je na lokalni cesti Sovan Kržišnik formiral usad, ki je poškodoval zunanji rob prej omenjene ceste na dolžini okoli 20 m. Naročnik študije, Občina Logatec, želi izvesti sanacijo ceste. V sklopu izdelave elaborata so bila izvedena naslednja dela:

- geološko kartiranje terena
- izvedba sondažnih izkopov na plazovitem območju
- geološka obdelava podatkov ter izdelava predloga sanacije plazu.

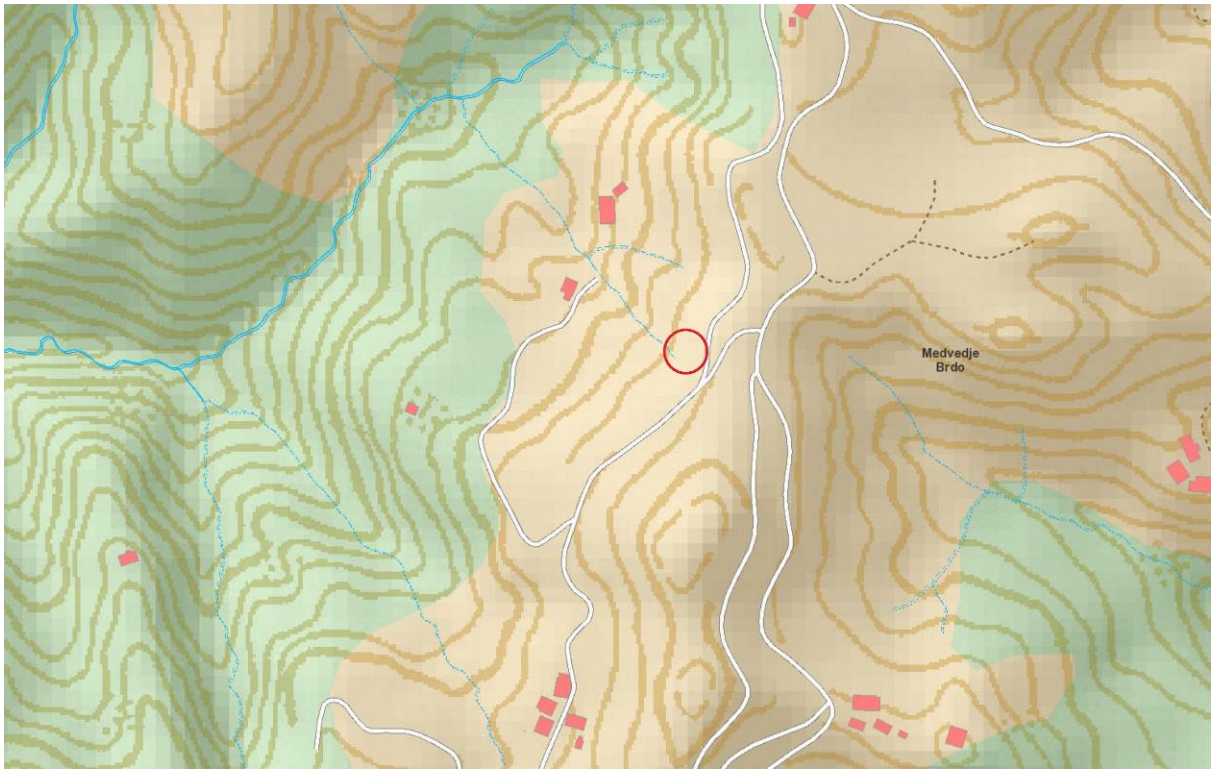
Geodetski posnetek območja plazu ni bil izdelan, zato smo geološke in geotehnične podatke vnesli na lidar posnetek, ki je dosegljiv na portalu:
http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso&culture=en-US



Slika 1: Pregledna karta z označeno obravnavano lokacijo (Geopedia, oktober 2022)

2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ

Območje obravnave je v naselju Medvedje Brdo in sicer ožje gledano na območju redko naseljenega Gladkega griča. Usad se je formiral pod lokalno cesto makadamske izvedbe, ki se odcepi od lokalne ceste, ki pelje do kmetije Sovan Kržišnik na zemljišču s parcelnima št. 297/9 in 293, obe k.o. Medvedje Brdo. Neposredno pod lokalno cesto je travnik. Zaradi neprepustne kamninske podlage je na širšem obravnavanem območju izoblikovana gosta površinska mreža potokov. Tako je okoli 20 m zahodno pod lokalno cesto v terenu izoblikovana morfološko dobro izrazita grapa, v kateri izvira in teče bolj ali manj stalen potok, ki predstavlja enega najvzhodnejših pritokov reke Zale.
Nadmorska višina cestišča je na 779,5 m. V prvotnem stanju (pred plazom) teren na obravnavanem območju vpada med okoli 32° in 38° v smeri proti zahodu, to je proti dolini Zale.



Slika 2: Obravnavana lokacija usada prikazana na pregledni karti (Atlas okolja, oktober 2022)



Slika 3: Letalski posnetek obravnavanega usada (Atlas okolja, oktober 2022)

3. GEOLOŠKE RAZMERE ŠIRŠEGA OBMOČJA

Področje se na OGK Slovenije nahaja na listu Postojna (Buser, Grad, Pleničar, 1967). Geološke razmere sicer povzemamo po detajlnejši geološki karti Idrijsko Cerkljanskega hribovja med Stopnikom in Rovtami (Čar in Mlakar, 2009).

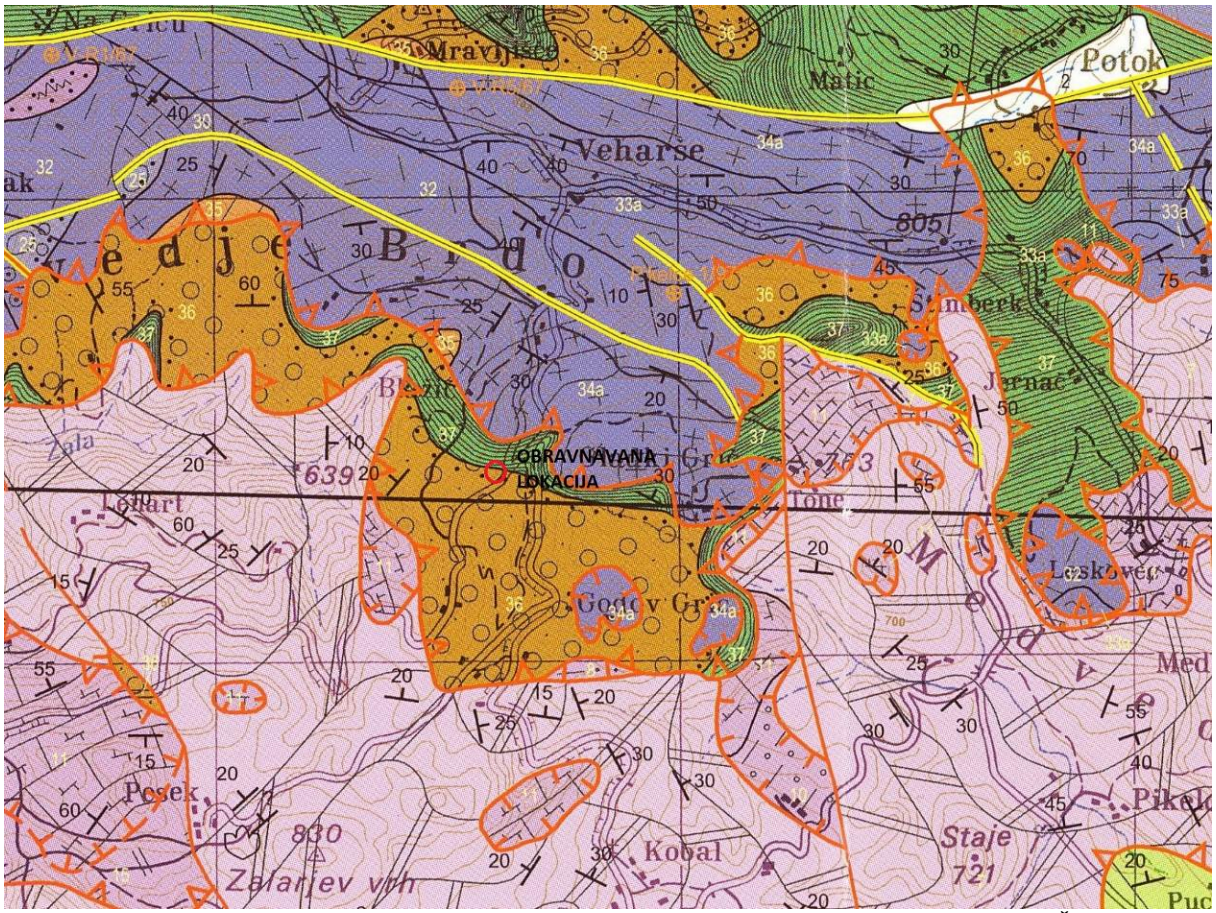
Kamninsko osnovo terena na obravnavani lokaciji gradijo klastične kamnine permske starosti. Po podatkih geološke karte je nedaleč od obravnavane lokacije geološka meja med klastičnimi kamninami groedenske formacije in karbonske starosti.

Karbonske plasti so zastopane s črnim glinastim skrilavcem, meljevcem in kremenovim peščenjakom, redkeje kremenovim konglomeratom.

Grödenske kamnine permske starosti, ki so v podlagi obravnavanega območja, sestavljajo rdeči, zeleni in sivi skrilavci, meljevci, peščenjaki in konglomerati. Na obravnavanem območju smo izdanek primarne kamnine kartirali le v grapi pod formiranim usadom. Izdanek predstavlja močno pretrte rdeče meljevce in glinavce.

Kamninska podlaga je zaradi specifičnih litoloških, tektonskih, reliefnih in hidroloških razmer pokrita z nestabilnimi glinastimi pobočnimi sedimenti. Preperinski sloj sestavlja v vrhnjem delu pod humusom rdeča peščeno meljasta glina, tej pa sledi peščeno meljast zaglinjen grušč grödenskih kamnin.

S sondažnimi izkopi, ki so bili izvedeni za namen te naloge, je bila dosežena kamninska podlaga iz grödenskih kamnin.



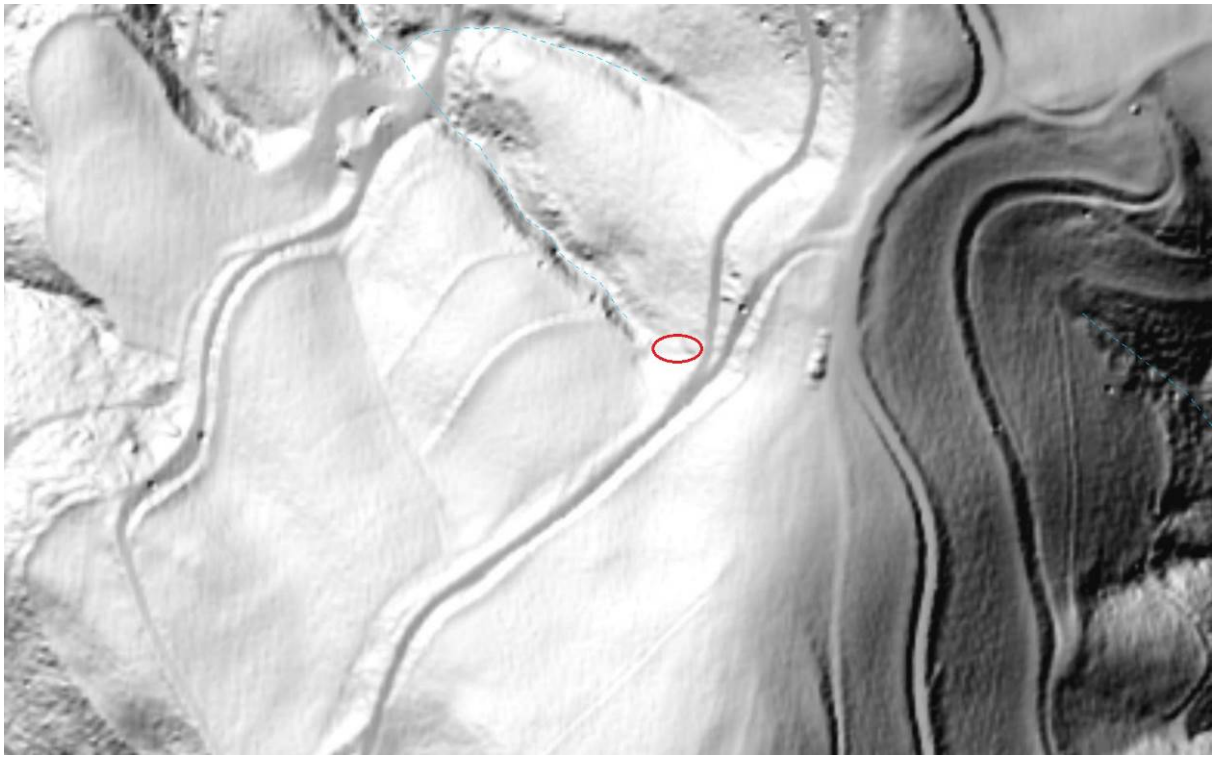
Slika 4: Izsek iz Geološke karte Idrijsko – Cerkljanskega hribovja med Stopnikom in Rovtami (Čar in Mlakar, 2009)

V tektonskem smislu je območje izjemno zapleteno. Permske in karbonske kamnine v neposredni okolici pripadajo t.i. Kanomeljski vmesni luski. Zahodno, južno in vzhodno so kamnine Kanomeljske vmesne luske narinjene na zgornjetriasne dolomite Čekovniške vmesne luske. Severno od obravnavane lokacije se s permskimi in karbonskimi plastmi stikajo spodnjetriasne kamnine t.i. Trnovskega pokrova in sicer Petkovškove notranje narivne grude

(Čar, Mlakar, 2009). Kamnine so še dodatno tektonsko deformirane ob prelomnih conah, ki potekajo v bližini.

4. HIDROGEOLOŠKE RAZMERE ŠIRŠEGA OBMOČJA

Raščeno kamninsko podlago terena, ki jo predstavljajo grödenski klastiti, že zaradi same mineraloške sestave prištevamo med slabo do neprepustne plasti. Omenjene kamnine so zaradi hitrega mehanskega preperevanja povečini pokrite s preperino, ki je lahko debela več metrov. Zaglinjen preperinski sloj akumulira padavinsko vodo, tako da se na stiku med primarno kamninsko podlago in preperino oblikuje tenak a stalen sloj talne vode, ki zelo slabša geomehanske lastnosti terena.



Slika 5: Lidar posnetek s prikazom obravnavane lokacije, kjer se je formiral plaz in morfološkimi oblikami na terenu

5. SEIZMIKA

Območje spada po Karti potresne nevarnosti v Sloveniji (MOP, 2021) s povratno dobo 475 let v območje zahodne Slovenije, kjer se upošteva projektni vršni pospešek tal 0,250 g.

Po preglednici 3.1 SIST EN 1998-1:2006 temeljna tla po svoji sestavi ustrezajo tipu tal A. Za tla tipa A je značilno, da tla predstavlja skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala.



Slika 6: Obravnavano plazovito območje

6. OPIS IZVEDENIH PREISKAV

V okviru geoloških raziskav je bilo izvedeno inženirsko geološko kartiranje območja ter izvedba sondažnih razkopov. Geološke razmere so opisane v zgornjih poglavjih.

6.1 SONDAŽNI RAZKOPI

Dne 6.10.2022 smo v spodnjem delu plazu tik nad grapo izvedli 3 sondažne razkope. Lokacije razkopov so prikazane na situaciji, ki je izdelan na podlagi lidar posnetka.

Geološka sestava v posameznih izkopih je navedena v tabelah spodaj:

Razkop	Globinski odsek (m)	Material
R-1	0 – 0,5	Rdeče rjava glina z malo grušča
	0,5 – 1,8	Rdečerjav zaglinjen grušč s kosi grödenskega peščenjaka
	1,8 -	Pretrta raščena kamninska podlaga; rdeč peščenjak in meljevec

Razkop	Globinski odsek (m)	Material
R-2	0 – 1,5 (2) m	Rdečerjava glina in zaglinjen grušč
	1,5 (2,0) -	Pretrta raščena kamninska podlaga: Siv skrilavec na globini 1,5 m; rdeč peščenjak in meljevec na globini 2 m

Razkop	Globinski odsek (m)	Material
R-3	0 – 2,5	Rdečerjava glina in zaglinjen grušč
	2,5 –	Pretrta raščena kamninska podlaga: Rdeč peščenjak in meljevec

V vseh izdelanih sondažnih razkopih smo dosegli raščeno kamninsko podlago. Raščena kamninska podlaga je bila dosežena na različnih globinah, saj so se lokacije razkopov nahajale na različnih območjih plazu. Razkop R1 je bil izveden na delu plazu, kjer je drsna ploskev najnižje glede na okoliški nesplazel teren. Razkop R2 je bil lociran bolj proti levemu robu plazu (gledano v smeri proti vrhu plazu. Razkop R3 je bil lociran na desni strani plazu približno 2 m od desnega roba plazu. Podzemna voda v izkopih ni bila zabeležena.

7. GEOMEHANSKE RAZMERE

Na podlagi geološkega kartiranja in kabinetne obdelave podatkov smo na obravnavanem območju razločili naslednje geomehanske sloje s pripadajočimi lastnostmi in geomehanskimi parametri. Opisani sloji so prikazani na geološko geomehanskih prerezih v prilogi P2.

Glina in zaglinjen grušč - SLOJ 1

Strižni kot $\varphi = 25°$
Specifična teža $\gamma = 18{,}5\ kN/m^3$
Kohezija c = 6 kPa
Modul stisljivosti $M_E = 5 - 10$ MPa

Kamninska podlaga – skrilavec, meljevec – SLOJ 2

Strižni kot $\varphi = 37°$
Specifična teža $\gamma = 25\ kN/m^3$
Kohezija c = 30 kPa
Modul stisljivosti ME = 50 - 80 MPa.

8. PREDLOG SANACIJE

Na podlagi opravljenega terenskega ogleda in izvedenih preiskav ugotavljamo, da se obravnavan cestni odsek nahaja na labilnem delu pobočja, ki bo tudi v prihodnosti lahko podvrženo plazenju. Glede na ugotovljene geološke razmere predlagamo izvedbo podporne konstrukcije – kamnite zložbe (kamen v betonu v razmerju 70:30). Primerni lokaciji za izvedbo kamnite zložbe sta dve in sicer:

- Na nasipni strani ceste; zložbo smo poimenovali Z2
- V spodnjem delu plazu tik preden se teren prevesi v morfološko izrazito grapo; zložbo smo poimenovali Z1
- Dimenzije posamezne kamnite zložbe so pregledno prikazane v prilogi P1 (situacija) in P2 (prečni geološko geomehanski prerezi). Tako dolžina zložke Z1 kot Z2 bi znašala med 25 in 26 m.

8.1 KAMNITA ZLOŽBA Z1

- Zložbo je potrebno v celoti temeljiti kontaktno na raščeno kamninsko podlago – pretrt glinast skrilavec rdeče ali sive barve
- Pri izračunih je upoštevana projektna nosilnost temeljnih tal iz skrilavca $\sigma_{dop} = 450$kPa,
- Na kamninski podlagi iz skrilavca ne bo posedkov,
- Globina temeljenja mora biti vsaj 1 m pod koto bodočega terena, tako da bo zadoščeno zmrzlinskemu kriteriju
- Največja višina zložbe od dna temelja do vrha krone znaša okoli H = 4,7 m.
- Širina temelja zložbe bo okoli 2,4 m
- Peta temelja se izvede v naklonu ca 1:10 (6°), za zagotovitev varnosti na zdrs.
- Vidna stran zložbe se izvede v naklonu 3:1, zaledna v 10:1.

- Kamnito zložbo se gradi po kampadah dolžine okoli 5 m. Pred izkopom vsake naslednje kampade je potrebno v predhodni kampadi pozidati temelj in zložbo vsaj do 2/3 končne višine.
- Temelj zidu se zasuje s čim bolj neprepustnim materialom, tako da voda ne bo zatekala za temelj. Više, kjer bo zložba opremljena z izcednicami, se zasutje tik za zložbo izvede z vodoprepustnim gruščnatim materialom. Sicer se kot zasipni material lahko uporabi tudi material, ki je bil izkopan pri izdelavi gradbene jame za zložbo, pomešan s kamenjem in manjšimi skalami.
- Skozi zložbo naj se izvede izcednice (barbakane) fi 100 mm,
- Vsa dela se izvaja v sušnem obdobju.

8.1.1 PREVRNITEV IN ZDRS

Preverba kamnite zložbe na prevrnitev in zdrs je izvedena s programsko opremo GEO5 (modul Gravity Wall). Izračuni izkazujejo stabilno stanje.

8.1.2 IZVEDBA BREŽINE NAD KAMNITO ZLOŽBO

Brežino nad kamnito zložbo se splanira, pokrije s humusom in zatravi. Predlagamo izvedbo brežine v naklonu okoli 30°.

8.1.3 IZVEDBA CESTE

Prečni nagib ceste se uredi proti vkopni strani. Na vkopni strani ceste, se izdela betonska mulda, po kateri se vodo odvaja do obstoječega prepusta. Iz prepusta je potrebno obvezno vodo odvajati neprepustno do površinske grape pod območjem plazu.

8.1.4 DRUGA NAVODILA

Gradbena dela naj se izvedejo pod gradbenim in geomehanskim nadzorom.

8.2 KAMNITA ZLOŽBA Z2

- Zložbo je potrebno v celoti temeljiti kontaktno na raščeno kamninsko podlago – pretrt glinast skrilavec rdeče in sive barve
- Pri izračunih je upoštevana projektna nosilnost temeljnih tal iz skrilavca σ_{dop} = 450kPa,
- Na kamninski podlagi iz skrilavca ne bo posedkov.
- Globina temeljenja mora biti vsaj 1 m pod koto bodočega terena, tako da bo zadoščeno zmrzlinskemu kriteriju
- Največja višina zložbe od dna temelja do vrha krone znaša okoli H = 5,5 m.
- Širina temelja zložbe bo okoli 2,4 m
- Peta temelja se izvede v naklonu ca 1:10 (6°), za zagotovitev varnosti na zdrs.
- Vidna stran zložbe se izvede v naklonu 3:1, zaledna v 10:1.
- Kamnito zložbo se gradi po kampadah dolžine okoli 5 m. Pred izkopom vsake naslednje kampade je potrebno v predhodni kampadi pozidati temelj in zložbo vsaj do 2/3 končne višine.
- Temelj zidu se zasuje s čim bolj neprepustnim materialom, tako da voda ne bo zatekala za temelj. Više, kjer bo zložba opremljena z izcednicami, se zasutje tik za zložbo izvede z vodoprepustnim gruščnatim materialom. Sicer se kot zasipni material lahko uporabi tudi material, ki je bil izkopan pri izdelavi gradbene jame za zložbo, pomešan s kamenjem in manjšimi skalami.
- Skozi zložbo naj se izvede izcednice (barbakane) fi 100 mm,
- Vsa dela se izvaja v sušnem obdobju.

8.2.1 PREVRNITEV IN ZDRS

Preverba kamnite zložbe na prevrnitev in zdrs je izvedena s programsko opremo GEO5 (modul Gravity Wall). Izračuni izkazujejo stabilno stanje.

8.2.2 IZVEDBA BREŽINE POD KAMNITO ZLOŽBO

Brežino pod kamnito zložbo se splanira, pokrije s humusom in zatravi. Predlagamo izvedbo brežine v naklonu okoli 30°.

8.2.3 IZVEDBA CESTE

Prečni nagib ceste se uredi proti vkopni strani. Na vkopni strani ceste, se izdela betonska mulda, po kateri se vodo odvaja do obstoječega prepusta. Iz prepusta je obvezno vodo odvajati neprepustno do površinske grape pod območjem plazu.

8.2.4 DRUGA NAVODILA

Gradbena dela naj se izvedejo pod gradbenim in geomehanskim nadzorom.

9. ZAKJLJUČEK-POVZETEK

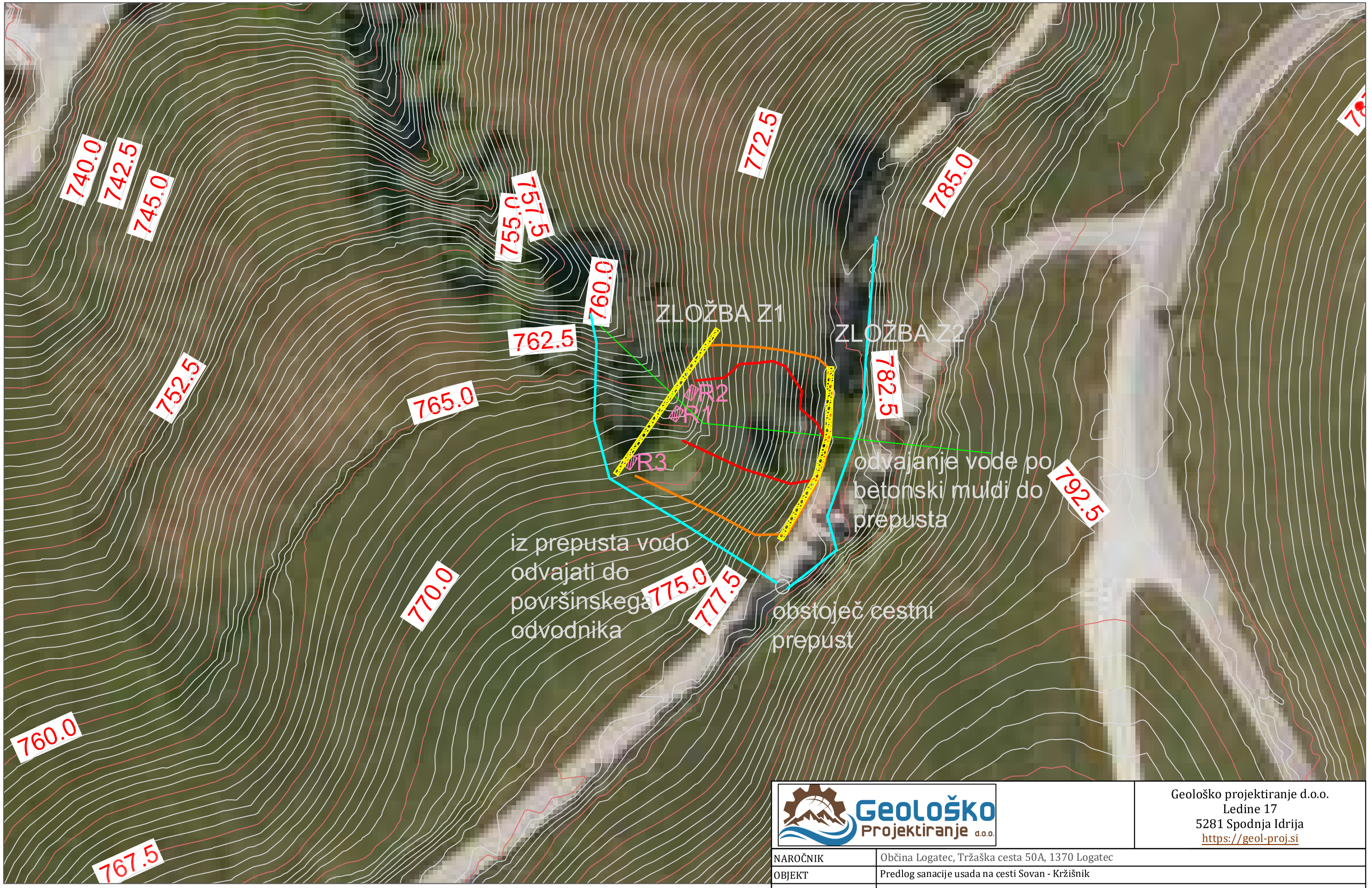
- Na lokalni cesti Kržišnik – Sovan v makadamski izvedbi se je po deževju v septembru 2022 formiral usad. Lokacija se nahaja na območju občine Logatec.
- Kamninsko osnovo terena na obravnavani lokaciji gradijo klastične kamnine permske starosti. Po podatkih geološke karte je nedaleč od obravnavane lokacije geološka meja med klastičnimi kamninami permske (t.i. grödenske formacije) in karbonske starosti.
- Kamninska podlaga je zaradi specifičnih litoloških, tektonskih, reliefnih in hidroloških razmer pokrita z nestabilnimi glinastimi pobočnimi sedimenti. Preperinski sloj sestavlja v vrhnjem delu pod humusom rdeča peščeno meljasta glina, tej pa sledi peščeno meljast zaglinjen grušč grödenskih kamnin.
- Usad je možno sanirati z izgradnjo kamnite zložbe. Primerni lokaciji za izvedbo zložbe sta dve in sicer v nasipni brežini tik ob cesti (lokacija Z2) oziroma v spodnjem delu plazu tik nad delom, kjer se prične morfološko izrazita grapa (lokacija Z1).
- O sami lokaciji postavitve kamnite zložbe naj se odloči investitor sam. Naše mnenje je, da je mogoče malenkost primernejša lokacija Z1 in sicer iz stališča doseganja širše globalne stabilnosti brežine nad zložbo.

GRAFIČNE PRILOGE

PRILOGA 1: SITUACIJA

PRILOGA 2: GEOLOŠKO GEOMEHANSKI PREREZ

PRILOGA 3: PREVERBA KAMNITE ZLOŽBE NA PREVRNITEV IN ZDRS



odlomni rob plazovitega območja

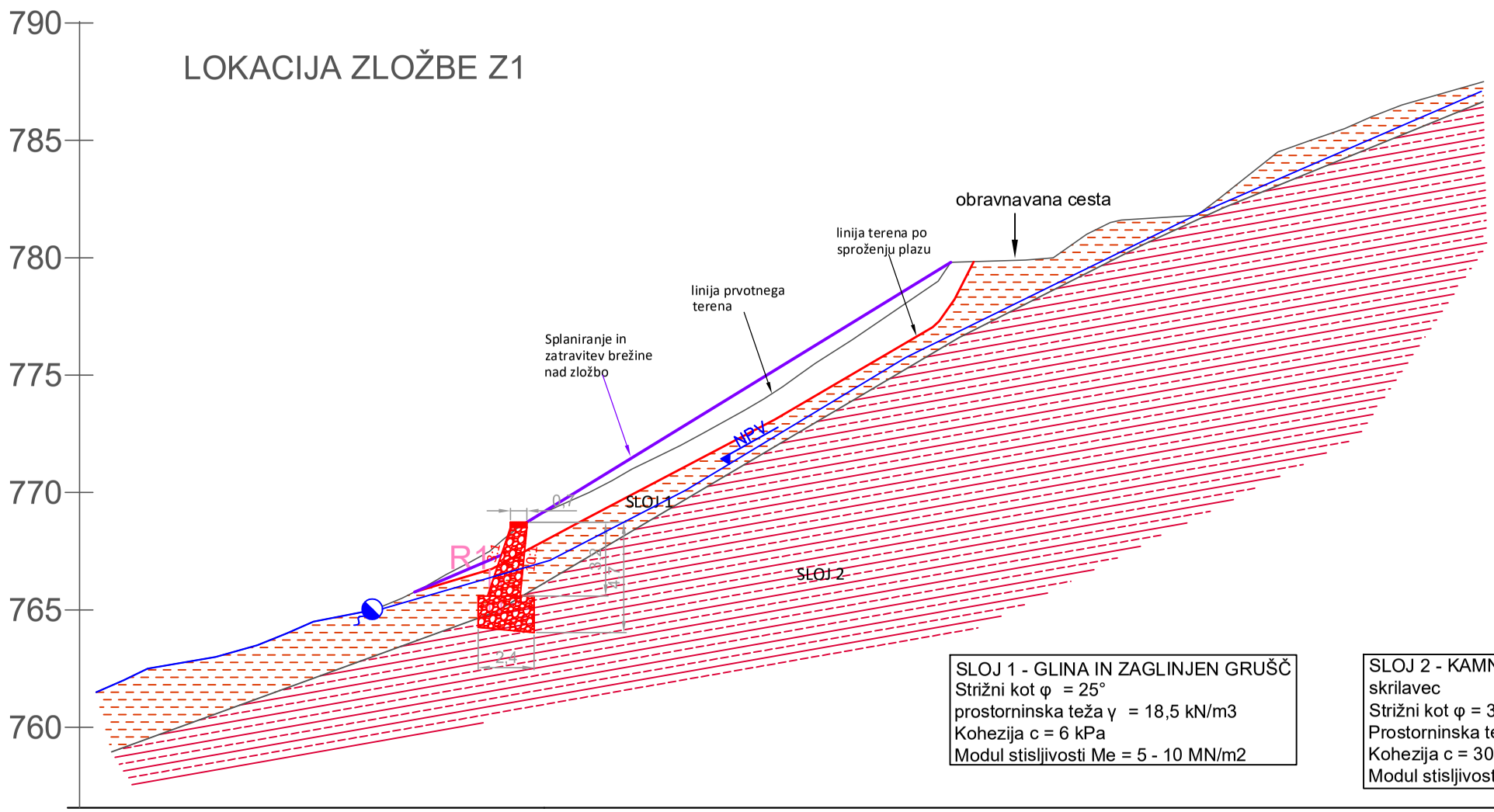
labilno območje

R1 lokacija sondažnega razkopa

Geološko projektiranje d.o.o.
Ledine 17
5281 Spodnja Idrija
https://geol-proj.si

NAROČNIK	Občina Logatec, Tržaška cesta 50A, 1370 Logatec
OBJEKT	Predlog sanacije usada na cesti Sovan - Kržišnik
ELABORAT	Geološko geomehansko poročilo
VRSTA RISBE	**SITUACIJA**
POOBLAŠČENA INŽ.	Aleksandra Jereb, univ. dipl. inž. geol. IZS RG 0147
MERILO	1 : 500
DATUM	november 2022
ŠTEVILKA PROJEKTA	0287-113/2022 **PRILOGA 1**

LOKACIJA ZLOŽBE Z1

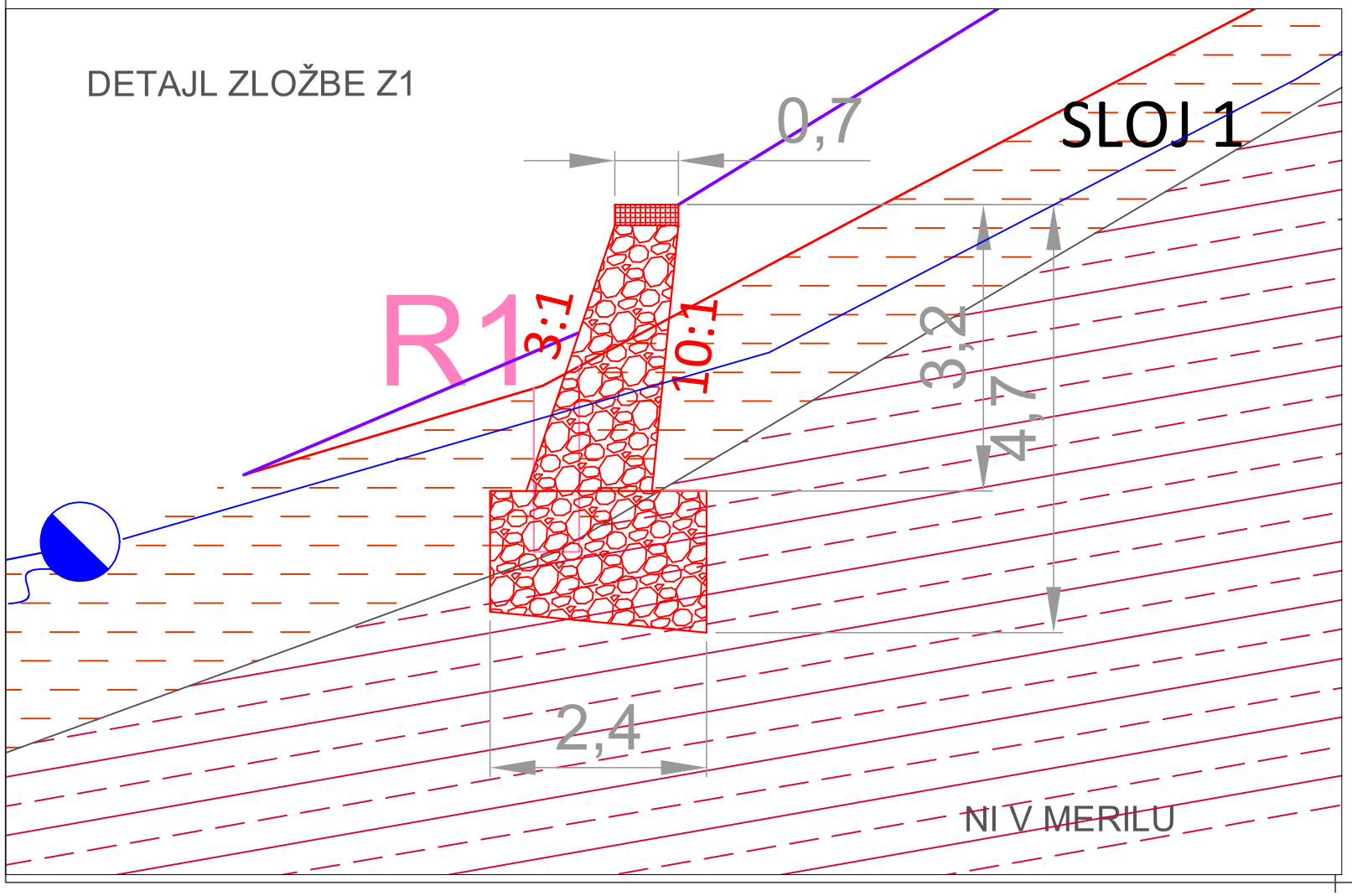


SLOJ 1 - GLINA IN ZAGLINJEN GRUŠČ
Strižni kot φ = 25°
prostorninska teža γ = 18,5 kN/m3
Kohezija c = 6 kPa
Modul stisljivosti Me = 5 - 10 MN/m2

SLOJ 2 - KAMNINSKA OSNOVA
skrilavec
Strižni kot φ = 37°
Prostorninska teža γ = 25 kN/m3
Kohezija c = 30 kPa
Modul stisljivosti Me = 50 - 80 MN/m2

MERILO 1:250

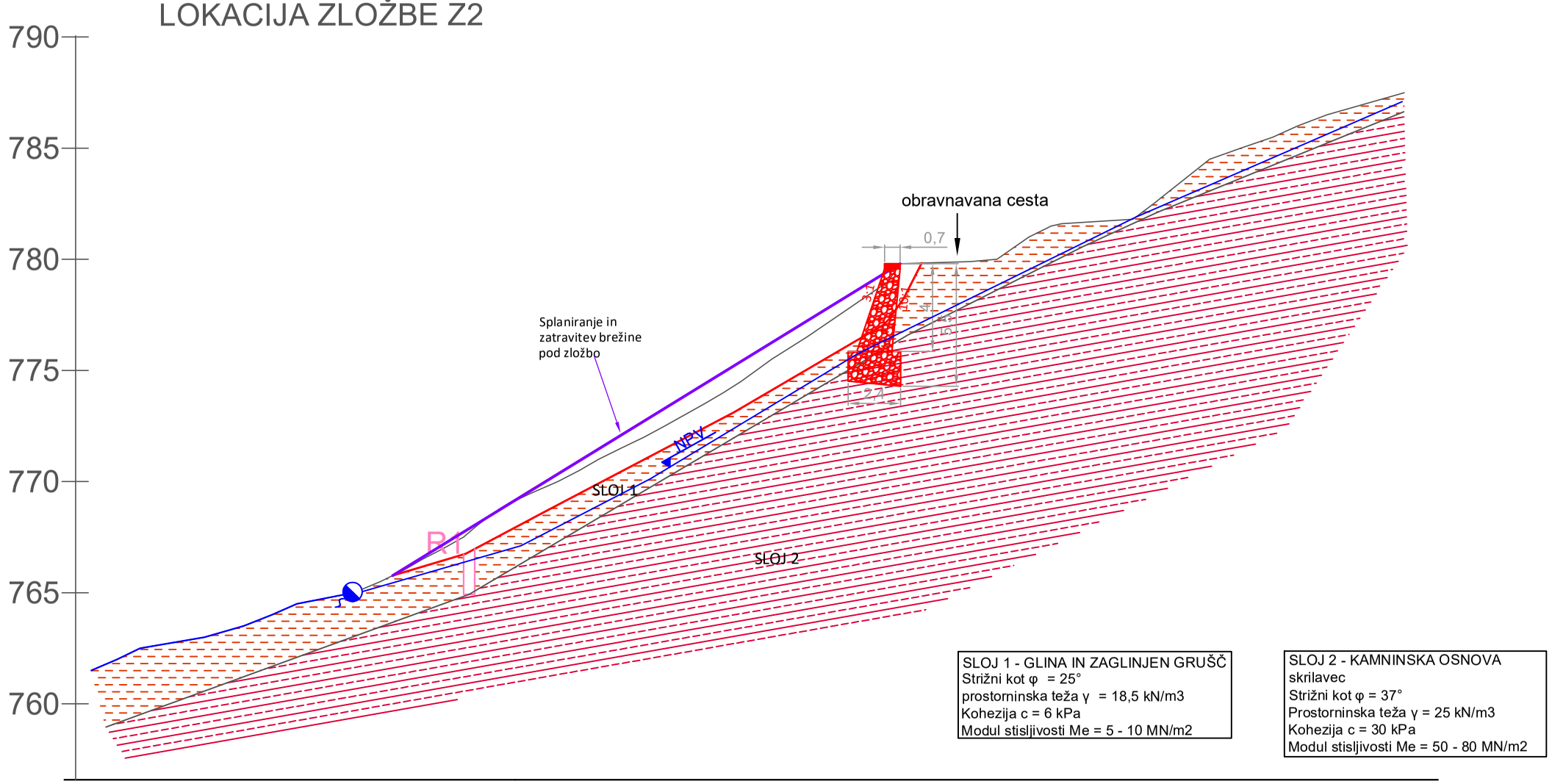
DETAJL ZLOŽBE Z1



Geološko projektiranje d.o.o.
Ledine 17
5281 Spodnja Idrija
https://geol-proj.si

NAROČNIK	Občina Logatec, Tržaška cesta 50A, 1370 Logatec
OBJEKT	Predlog sanacije usada na cesti Sovan - Kržišnik
ELABORAT	Geološko geomehansko poročilo
VRSTA RISBE	**GEOLOŠKO GEOMEHANSKI PREREZ**
POOBLAŠČENA INŽ.	Aleksandra Jereb, univ. dipl. inž. geol. IZS RG 0147
MERILO	1:250
DATUM	november 2022
ŠTEVILKA PROJEKTA	0287-113/2022 **PRILOGA 2.1**

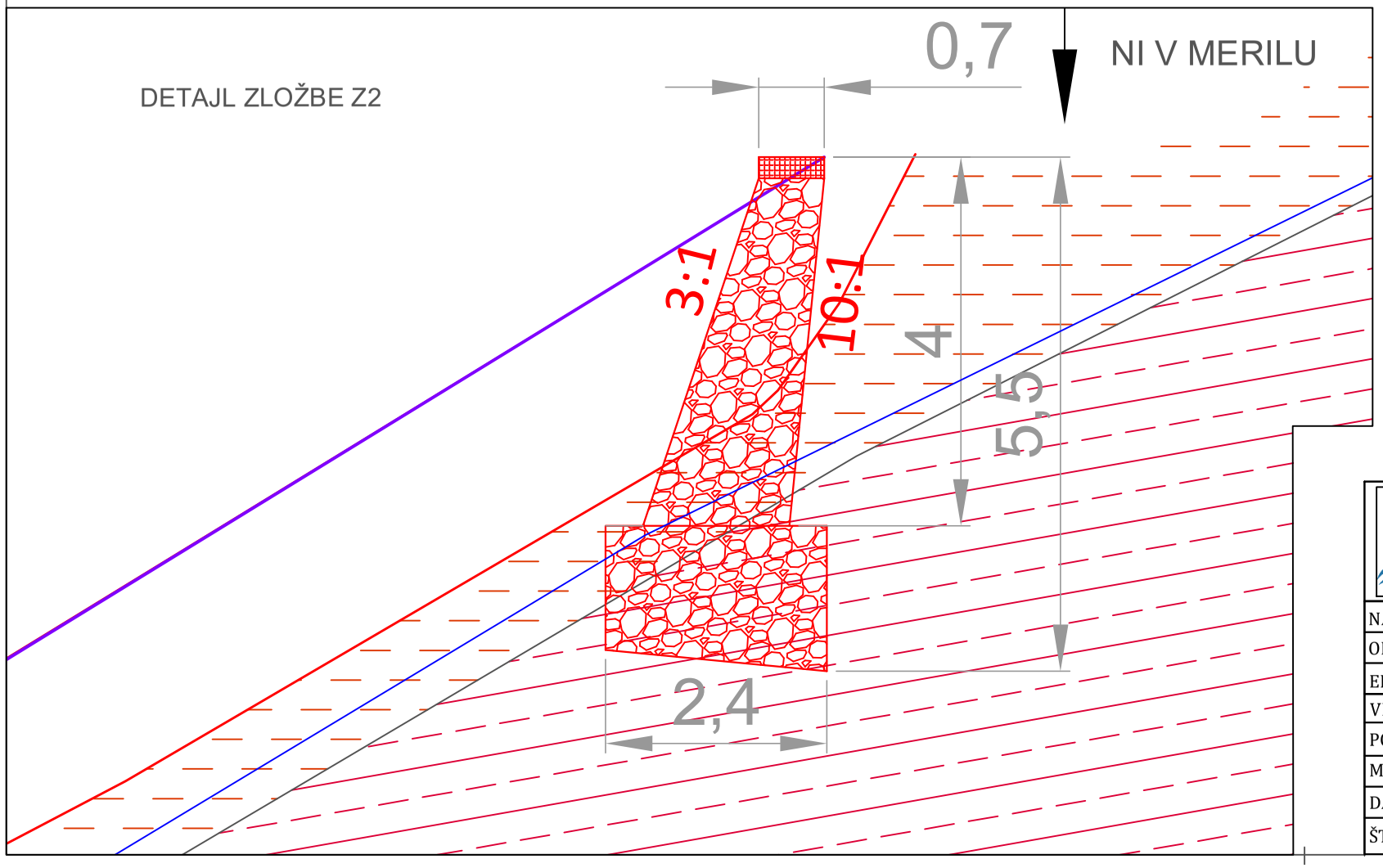
LOKACIJA ZLOŽBE Z2



SLOJ 1 - GLINA IN ZAGLINJEN GRUŠČ
Strižni kot φ = 25°
prostorninska teža γ = 18,5 kN/m3
Kohezija c = 6 kPa
Modul stisljivosti Me = 5 - 10 MN/m2

SLOJ 2 - KAMNINSKA OSNOVA
skrilavec
Strižni kot φ = 37°
Prostorninska teža γ = 25 kN/m3
Kohezija c = 30 kPa
Modul stisljivosti Me = 50 - 80 MN/m2

DETAJL ZLOŽBE Z2



MERILO 1:250

Geološko projektiranje d.o.o.
Ledine 17
5281 Spodnja Idrija
https://geol-proj.si

NAROČNIK	Občina Logatec, Tržaška cesta 50A, 1370 Logatec
OBJEKT	Predlog sanacije usada na cesti Sovan - Kržišnik
ELABORAT	Geološko geomehansko poročilo
VRSTA RISBE	**GEOLOŠKO GEOMEHANSKI PREREZ**
POOBLAŠČENA INŽ.	Aleksandra Jereb, univ. dipl. inž. geol. IZS RG 0147
MERILO	
DATUM	november 2022
ŠTEVILKA PROJEKTA	0287-113/2022 **PRILOGA 2.2**

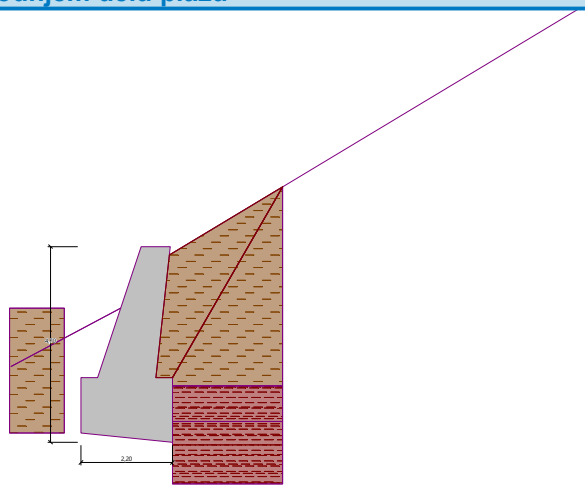
Gravity wall analysis

Input data

Project

Task : Geološko geomehansko poročilo
Part : Priloga 3.1
Description : Podporna konstrukcija (kamnita zložba) v spodnjem delu plazu
Customer : Občina Logatec
Author : Aleksandra Jereb, univ. dipl. inž. geol.
Date : 2. 11. 2022
Project number : 0287-113/2022

Name : Geološko geomehansko poročilo	Stage - analysis : 1 - 0
Description : Kamnita zložba v spodnjem delu plazu	



Settings

Slovenia - EN 1997

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 : standard
Masonry (stone) wall : EN 1996-1-1 (EC6)

Wall analysis

Verification methodology : according to EN 1997
Active earth pressure calculation : Coulomb
Passive earth pressure calculation : Caquot-Kerisel
Earthquake analysis : Mononobe-Okabe
Shape of earth wedge : Calculate as skew
Allowable eccentricity : 0,333
Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	γ_G =	1,35	[–]	1,00	[–]
Variable actions :	γ_Q =	1,50	[–]	0,00	[–]
Water load :	γ_w =	1,35	[–]		

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on overturning :	γ_{Rv} =	1,40	[–]
Partial factor on sliding resistance :	γ_{Rh} =	1,10	[–]
Partial factor on bearing capacity :	γ_{Re} =	1,40	[–]

Partial factors for variable actions			
Permanent design situation			
Factor for combination value :	ψ_0 =	0,70	[–]
Factor for frequent value :	ψ_1 =	0,50	[–]
Factor for quasi-permanent value :	ψ_2 =	0,30	[–]

Anchors

Verification methodology : Limit states (LSD)

Reduction coefficients			
Reduction. coeff of steel strength :	γ_s =	1,35	[–]
Reduction coefficient of pull out resistance (soil) :	γ_e =	1,35	[–]
Reduction coefficient of pull out resistance (grouting) :	γ_c =	1,35	[–]

Material of structure

Unit weight γ = 23,00 kN/m^3
Masonry : Category I
Mortar origin : Prescribed mortar

Masonry strength f_b = 2,00 MPa
Mortar strength f_m = 2,50 MPa

Parameters

Compressive strength f_k = 0,96 MPa
Shear strength f_{vko} = 0,10 MPa
Flexural tensile strength f_{xk} = 0,05 MPa
Partial factor γ_M = 2,20

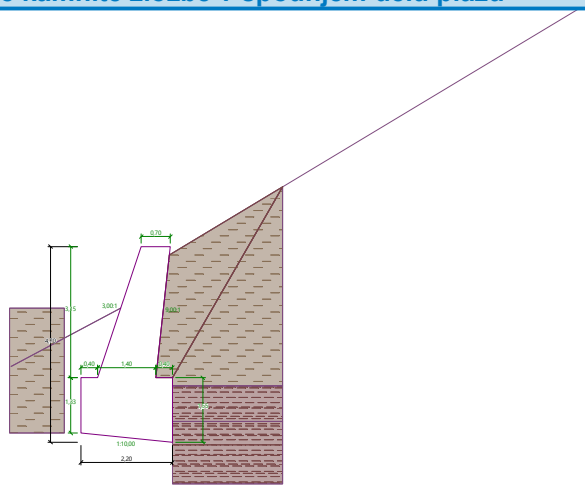
Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,02	-0,20
2	-0,33	2,95
3	0,07	2,95
4	0,07	4,50
5	-2,13	4,28
6	-2,13	2,95
7	-1,73	2,95
8	-0,68	-0,20

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.
Wall section area = 6,48 m^2.

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]

Name : Geološko geomehansko poročilo	Stage - analysis : 1 - 0
Description : Dimenzije predvidene kamnite zložbe v spodnjem delu plazu	



Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]	γ_{su} [kN/m^3]	δ [°]
1	Glina in zaglinjen grušč		25,00	6,00	18,50	8,50	12,50
2	Skrilavec		37,00	30,00	25,00	15,00	18,00

Soil parameters to compute pressure at rest

No.	Name	Pattern	Type calculation	φ_{ef} [°]	ν [–]	OCR [–]	K_r [–]
1	Glina in zaglinjen grušč		cohesive	-	0,35	-	-
2	Skrilavec		cohesive	-	0,20	-	-

Soil parameters

Glina in zaglinjen grušč

Unit weight :	γ =	18,50 kN/m^3
Stress-state :		effective
Angle of internal friction :	φ_{ef} =	25,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef} =	6,00 kPa
Angle of friction struc.-soil :	δ =	12,50 °
Soil :		cohesive
Poisson's ratio :	ν =	0,35
Saturated unit weight :	γ_{sat} =	18,50 kN/m^3

Skrilavec

Unit weight :	γ =	25,00 kN/m^3
Stress-state :		effective
Angle of internal friction :	φ_{ef} =	37,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef} =	30,00 kPa
Angle of friction struc.-soil :	δ =	18,00 °
Soil :		cohesive
Poisson's ratio :	ν =	0,20

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]

Saturated unit weight : γ_{sat} = 25,00 kN/m^3

Backfill

Assigned soil : Glina in zaglinjen grušč
Slope = 60,00 °

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	3,15	0,00 .. 3,15	Glina in zaglinjen grušč	
2	0,85	3,15 .. 4,00	Skrilavec	
3	-	4,00 .. ∞	Skrilavec	

Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

Terrain profile

Terrain behind construction has the slope 1: 1,66 (slope angle is 31,00 °).
Depth of terrain below the top of wall h = 0,20 m.
Embankment height is 10,82 m, embankment length is 18,00 m.

Input surface surcharges

No.	Surcharge new	Surcharge change	Action	Mag.1 [kN/m^2]	Mag.2 [kN/m^2]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
1	Yes		variable	20,00		18,00	5,00	on terrain

No.	Name
1	Cesta

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: at rest
Soil on front face of the structure - Glina in zaglinjen grušč
Soil thickness in front of structure h = 3,00 m
Soil slope in front of structure β = -28,00 °

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent
The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Weight - wall	0,00	-1,69	148,94	1,27	1,000	1,000	1,350
FF resistance	-30,66	-0,99	5,70	-0,37	1,000	1,000	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-2,47	12,92	2,06	1,000	1,000	1,350
Active pressure	79,92	-2,09	34,70	2,20	1,350	1,350	1,350
Cesta	8,88	-2,53	4,92	2,20	1,500	1,500	1,500

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 238,13 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 229,01 kNm/m

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{res} = 182,14 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 68,02 kN/m

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 252,77 kPa

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]

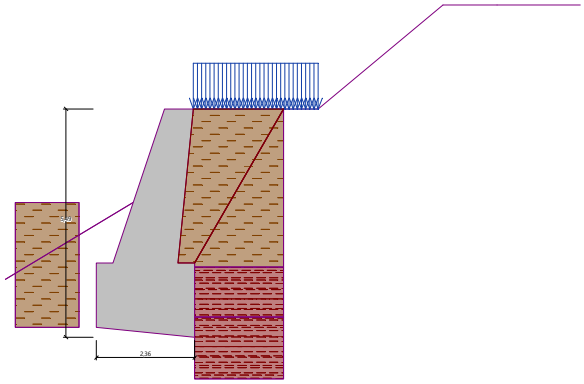
Gravity wall analysis

Input data

Project

Task : Geološko geomehansko poročilo
Part : Priloga 3.2
Description : Podporna konstrukcija (kamnita zložba) pod cesto
Customer : Občina Logatec
Author : Aleksandra Jereb, univ. dipl. inž. geol.
Date : 2. 11. 2022
Project number : 0287-113/2022

Name : Geološko geomehansko poročilo	Stage - analysis : 1 - 0
Description : Kamnita zložba v spodnjem delu plazu	



Settings

Slovenia - EN 1997

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 : standard
Masonry (stone) wall : EN 1996-1-1 (EC6)

Wall analysis

Verification methodology : according to EN 1997
Active earth pressure calculation : Coulomb
Passive earth pressure calculation : Caquot-Kerisel
Earthquake analysis : Mononobe-Okabe
Shape of earth wedge : Calculate as skew
Allowable eccentricity : 0,333
Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	γ_G =	1,35	[–]	1,00	[–]
Variable actions :	γ_Q =	1,50	[–]	0,00	[–]
Water load :	γ_w =	1,35	[–]		

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on overturning :	γ_{Rv} =	1,40	[–]
Partial factor on sliding resistance :	γ_{Rh} =	1,10	[–]
Partial factor on bearing capacity :	γ_{Re} =	1,40	[–]

Partial factors for variable actions			
Permanent design situation			
Factor for combination value :	ψ_0 =	0,70	[–]
Factor for frequent value :	ψ_1 =	0,50	[–]
Factor for quasi-permanent value :	ψ_2 =	0,30	[–]

Anchors

Verification methodology : Limit states (LSD)

Reduction coefficients			
Reduction. coeff of steel strength :	γ_s =	1,35	[–]
Reduction coefficient of pull out resistance (soil) :	γ_e =	1,35	[–]
Reduction coefficient of pull out resistance (grouting) :	γ_c =	1,35	[–]

Material of structure

Unit weight γ = 23,00 kN/m^3
Masonry : Category I
Mortar origin : Prescribed mortar

Masonry strength f_b = 2,00 MPa
Mortar strength f_m = 2,50 MPa

Parameters

Compressive strength f_k = 0,96 MPa
Shear strength f_{vko} = 0,10 MPa
Flexural tensile strength f_{xk} = 0,05 MPa
Partial factor γ_M = 2,20

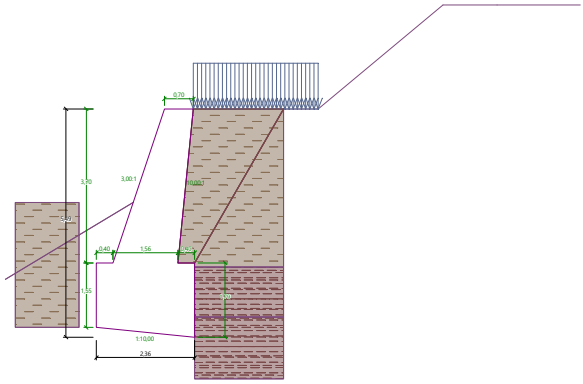
Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,00	0,00
2	-0,37	3,70
3	0,03	3,70
4	0,03	5,49
5	-2,33	5,25
6	-2,33	3,70
7	-1,93	3,70
8	-0,70	0,00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.
Wall section area = 8,13 m^2.

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]

Name : Geološko geomehansko poročilo	Stage - analysis : 1 - 0
Description : Dimenzije predvidene kamnite zložbe v spodnjem delu plazu	



Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]	γ_{su} [kN/m^3]	δ [°]
1	Glina in zaglinjen grušč		25,00	6,00	18,50	8,50	12,50
2	Skrilavec		37,00	30,00	25,00	15,00	18,00

Soil parameters to compute pressure at rest

No.	Name	Pattern	Type calculation	φ_{ef} [°]	ν [–]	OCR [–]	K_r [–]
1	Glina in zaglinjen grušč		cohesive	-	0,35	-	-
2	Skrilavec		cohesive	-	0,20	-	-

Soil parameters

Glina in zaglinjen grušč

Unit weight :	γ =	18,50 kN/m^3
Stress-state :		effective
Angle of internal friction :	φ_{ef} =	25,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef} =	6,00 kPa
Angle of friction struc.-soil :	δ =	12,50 °
Soil :		cohesive
Poisson's ratio :	ν =	0,35
Saturated unit weight :	γ_{sat} =	18,50 kN/m^3

Skrilavec

Unit weight :	γ =	25,00 kN/m^3
Stress-state :		effective
Angle of internal friction :	φ_{ef} =	37,00 °
Cohesion of soil :	c_{ef} =	30,00 kPa
Angle of friction struc.-soil :	δ =	18,00 °
Soil :		cohesive
Poisson's ratio :	ν =	0,20

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]

Saturated unit weight : γ_{sat} = 25,00 kN/m^3

Backfill

Assigned soil : Glina in zaglinjen grušč
Slope = 60,00 °

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	3,80	0,00 .. 3,80	Glina in zaglinjen grušč	
2	1,20	3,80 .. 5,00	Skrilavec	
3	-	5,00 .. ∞	Skrilavec	

Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

Terrain profile

No.	Coordinates x [m]	Depth z [m]
1	0,00	0,00
2	3,00	0,00
3	6,00	-2,50
4	7,00	-2,50

Origin [0,0] is located in upper right edge of construction.
Positive coordinate +z has downward direction.

Input surface surcharges

No.	Surcharge new	Surcharge change	Action	Mag.1 [kN/m^2]	Mag.2 [kN/m^2]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
1	Yes		variable	20,00		0,00	3,00	on terrain

No.	Name
1	Cesta

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: at rest
Soil on front face of the structure - Glina in zaglinjen grušč
Soil thickness in front of structure h = 3,00 m
Soil slope in front of structure β = -31,00 °

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent
The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Weight - wall	0,00	-1,98	186,98	1,38	1,000	1,000	1,350
FF resistance	-27,24	-0,99	3,81	-0,32	1,000	1,000	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-1,73	2,01	2,11	1,000	1,000	1,350
Active pressure	47,92	-2,16	34,68	2,19	1,350	1,350	1,350

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Cesta	21,32	-3,21	6,65	2,21	1,500	1,500	1,500

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment M_{res} = 274,94 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 215,58 kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{res} = 211,05 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 44,24 kN/m

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 192,38 kPa

[GEO5 - Gravity Wall | version 5.2022.15.0 | hardware key 11158 / 1 | Geološko projektiranje d.o.o. | Copyright © 2021 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]
[Tehnično svetovanje in posredništvo, Eva Rešetar Sever s.p. | +386 41 677 174| info@geosoftware.com.hr| http://www.geosoftware.com.hr]