



SIIPS AD d.o.o.
Potoška vas 20
1410 Zagorje ob Savi

Projekt št.
Načrt št. 02/01-20 SE

NASLOVNA STRAN NAČRTA

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje Sanacija plazu v območju JP 701183 Strensko - Plazovje

kratek opis gradnje

Predvidena je sanacija plazu za zaščito vodovoda in JP 701183 Strensko – Plazovje, kot posledica neurja s poplavami in močnim vetrom. Izvede se drenažni sistem, pregrada iz tirnic za zaščito vodovoda, oporni zid za zaščito ceste in preplastitev ceste. Dela se izvajajo na parc. št.:74/6, k.o. Plazovje, občina Laško

Seznam objektov, ureditev površin in komunalnih naprav z navedbo vrste gradnje.

vrste gradnje

DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije

PZI

(IZP, DGD, PZI, PID)

številka projekta

02/01-20 SE



sprememba dokumentacije

PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta Sanacija plazu

številka načrta

Geotehnologija in rudarstvo

datum izdelave

01/01-20 SE
Januar 2020

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja

mag.Gorazd Hafner, univ.dipl.inž.geol.

identifikacijska številka

RG-0088

podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja

PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)

SIIPS AD d.o.o.

naslov

Potoška vas 20, 1410 Zagorje ob Savi

vodja projekta

mag.Gorazd Hafner, univ.dipl.inž.geol.

identifikacijska številka

RG-0088

podpis vodje projekta

odgovorna oseba projektanta

Gorazd Hafner

podpis odgovorne osebe projektanta

KAZALO:

1. Uvod.....	4
2. Geografske razmere.....	8
3. Splošna situacija in karta ogroženosti pred plazovi.....	9
3.1 Splošno.....	9
3.2 Ogroženost pred zemeljskimi plazovi	10
4. Inženirsko geološke razmere.....	11
4.1 Kartiranje terena	12
4.2 Terenska raziskovalna dela.....	12
4.3 Ocenjene geomehanske vrednosti	19
5. Hidrologija območja.....	19
5.1 Površina zaledja Plazovja.....	20
5.2 Pričakovane ekstremne padavine.....	20
5.3 Določitev cevni prerezov	22
6. Sanacijski ukrepi	23
6.1. Plazišče – zabijanje I profilov oz. železniških tirnic	23
6.2. Plazišče - Oporni zid	23
6.3. Plazišče - Drenaža	24
6.3.1. Krak A	24
6.3.2. Krak B	24
6.3.3. Krak C.....	24
6.4. Plazišče – izvedba meteorne kanalizacije	25
6.4.1. Meteorni kanal M1.....	25
6.5. Plazišče – izvedba preplastitve.....	25
7. Lokacijski podatki	26
8. Zaključek.....	27
9. Popis del – Sanacija plazu JP	28

PRILOGE:

Pr 1. - Pregledna situacija plazov v območju JP 701183 Strensko - Plazovje

Pr 2. – Geološki profil A - A"

Pr 3. – Geološki profil B - B"

Pr 4. – Pregledna situacija plazov – geotehnični objekti

Pr 5. – Profil Drenažni kanal A, B, C

Pr 6. – Profil Meteorni kanal M

Pr 7. – Oporni zid

Pr 8. – Železniške tirnice

Pr 9. – Detajli

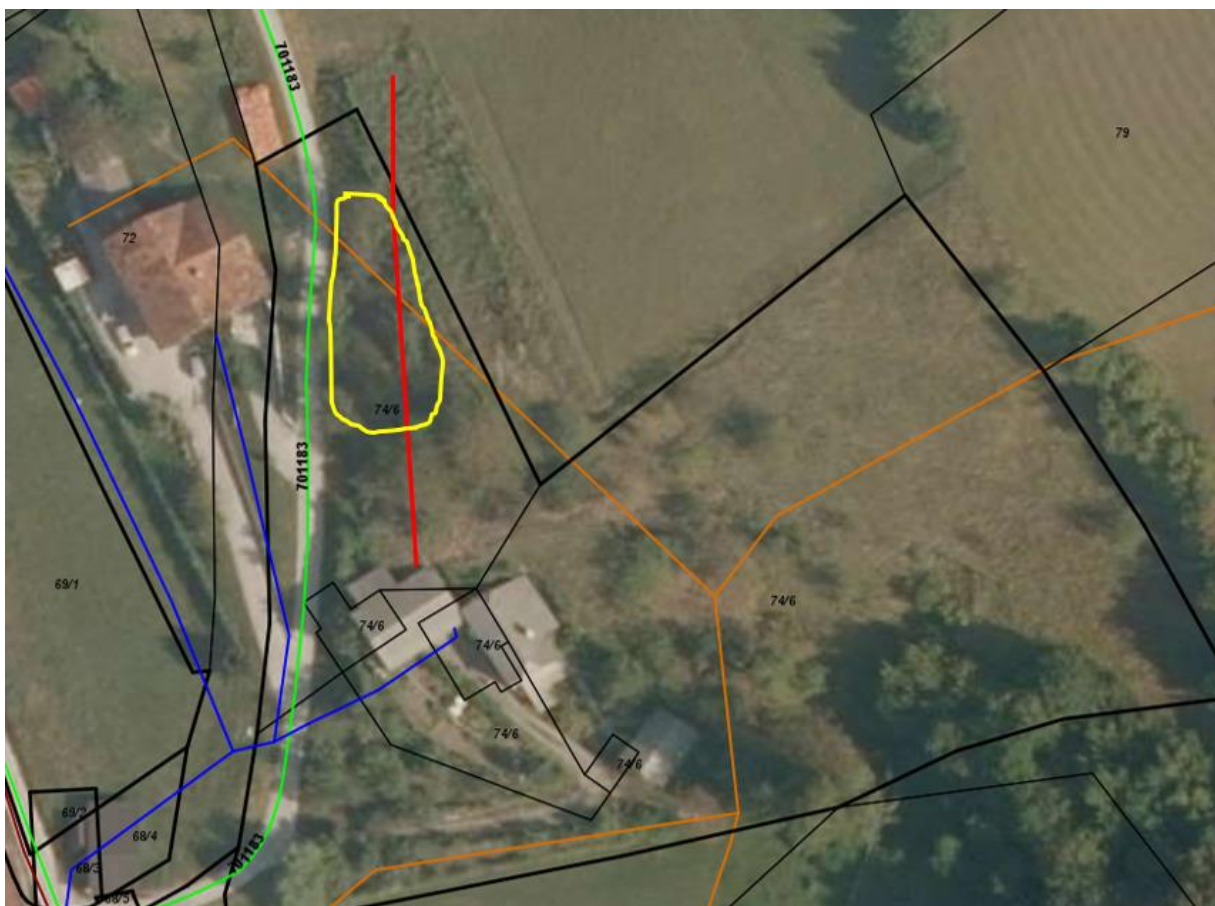
Pr 10. – Rezultati interpretacij DP 1 do DP 7

Pr 11. – Popisi SJ 1 in SJ 2

Pr 12. – Statični izračun

1. Uvod

Občina Laško je pri podjetju SIIPS AD, d.o.o. naročila izdelavo PZI s soglasji za sanacijo, ki vsebuje sanacijski elaborat plazov v območju JP 701183 Strensko - Plazovje, na parceli št. 74/6, k.o. Plazovje, občina Laško. S strani občine Laško smo prejeli zapisnik: »Ocena škode na gradbenih inženirskih objektih (transportna infrastruktura, distribucijski cevovodi, vodni objekti in drugo) povzročene po naravni nesreči«, z dne 20.9.2019, ki opisuje kot vrsto nesreče: »Neurje s poplavami in močnim vetrom«, Plaz Strensko, na parceli 74/6 k.o. Plazovje. PZI s soglasji se izdela z namenom odprave posledic neurja s poplavami in močnim vetrom z dne 24. avgusta 2019.



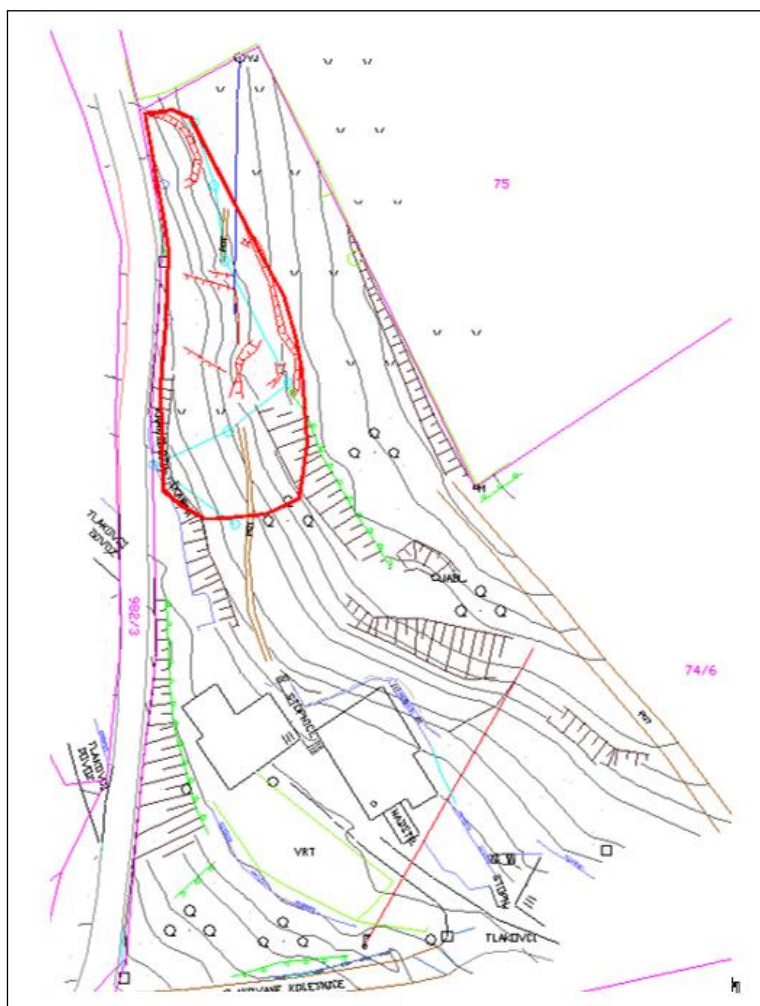
Slika 1: Ortofoto posnetek območja plazov – rumena črta območje splazitve z dne 17.1.2020

Lokacijo plazov v območju JP 701183 Strensko - Plazovje smo si prvič ogledali v mesecu septembru, nato v sredini decembra, ter v sredini januarja ko smo pričeli s terenskimi deli. Z ogledi smo ugotovili dejansko stanje na lokaciji plazov nad čistilno napravo (Slika 1), sledil je pregled obstoječe projektne dokumentacije in strokovne literature, izvedba geoloških raziskav

(dinamične penetracije in razkopov) za ugotovitev globine stabilne podlage, ter podaja ukrepov sanacije.

V tem poročilu obravnavamo splazitev brežine v območju JP 701183 Strensko - Plazovje.

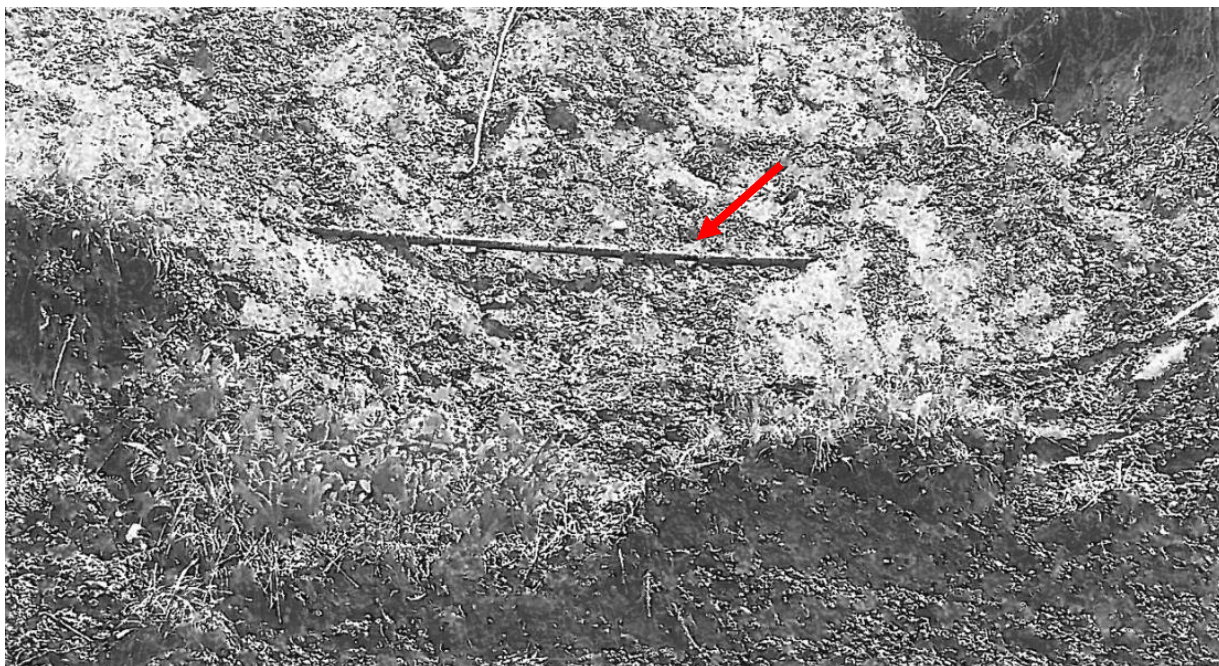
Plazenje je zajelo zmerno strmo do strmo labilno pobočje, ki se nahaja nad lokalno cesto JP 701183 v naselju posameznih stanovanjskih hiš. (Slika 2, Slika 3, Slika 4). Razmočena plazina je spolzela po brežini preko ceste do objekta Strensko 5B, ter delno tudi po cesti navzdol.



Slika 2: Posnetek območja plazu v Strenskem

Skupna površina splazelega območja znaša cca. 370 m², kar pomeni cca 200 m³ materiala. (Slika 2)

V območju plazu se nahaja lokalni vodovod, ki je bil ob splazitvi razkrit (Slika 3, 4), lastniki zemljišča so vodovod začasno zaščitili (Slika 5)



Slika 3: Odkriti lokalni vodovod, ob popisu škode, septembra

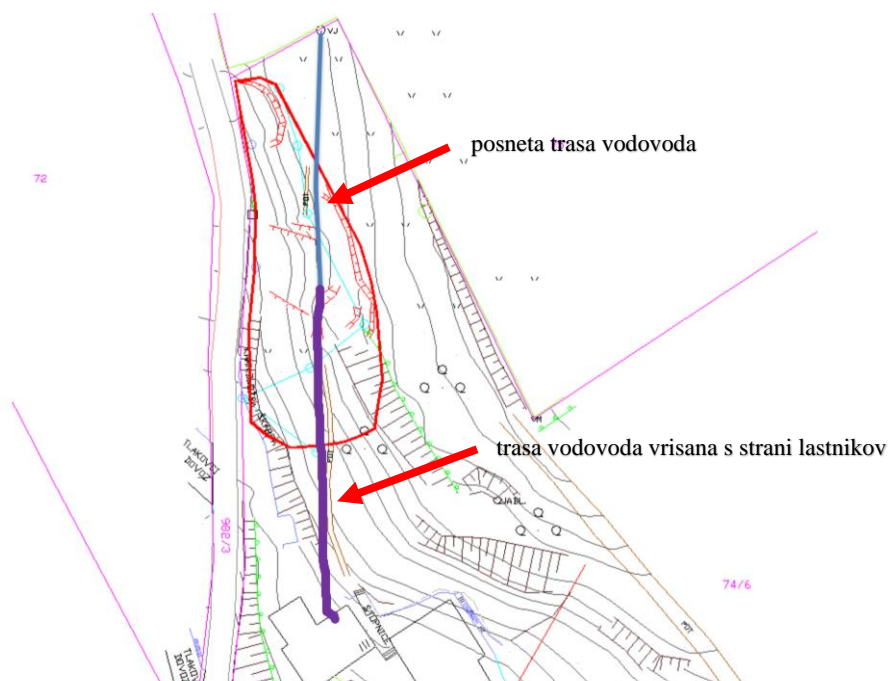


Slika 4: Odkriti lokalni vodovod, ob ogledu, septembra



Slika 5: Zaščita vodovoda, 17.januar.

Trasa vodovoda je poznana in geodetsko izmerjena v severnem delu, od zajetja do plazu, v južnem delu, od plazu do objektov trasa vodovoda ni poznana. S strani lastnikov smo prejeli karto z vrisano traso vodovoda (Slika 6), ki jo v nadaljevanju upoštevamo pri projektiranju in kasnejši izvedbi del.

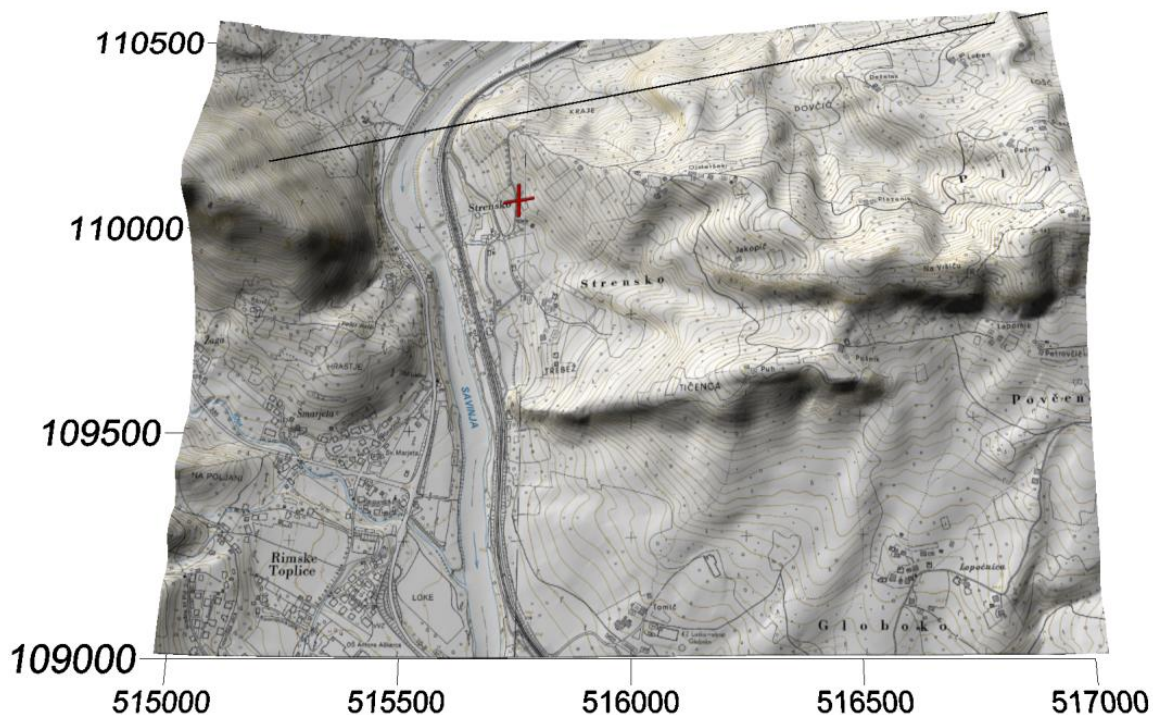


Slika 6: Trasa vodovoda, dopolnjena s strani lastnikov zemljišč

2. Geografske razmere

Obravnavano območje se nahaja približno 4 km jugozahodno od centra Laškega, na hribovju med Laškim in Rimskimi Toplicami, ki se vzdiguje na levem bregu Savinje. Za obravnavano območje je značilen pretežno grapasto-slemenasti destrukcijski rečno -denudacijski relief. Območje ima zmerno celinsko podnebje s submediteranskim padavinskim režimom. Povprečna letna količina padavin je med 1000 mm in 1300 mm. Nadmorska višina znaša med 250 m n. v. in 360 m n. v. Na zahodno orientiranem pobočju stojijo posamezne hiše, vmes so travniki, redkeje sadovnjaki ter gozd.

Na sliki 7 je prikazan prostorski model reliefa.



Slika 7: Prostorski model reliefa z označeno lokacijo

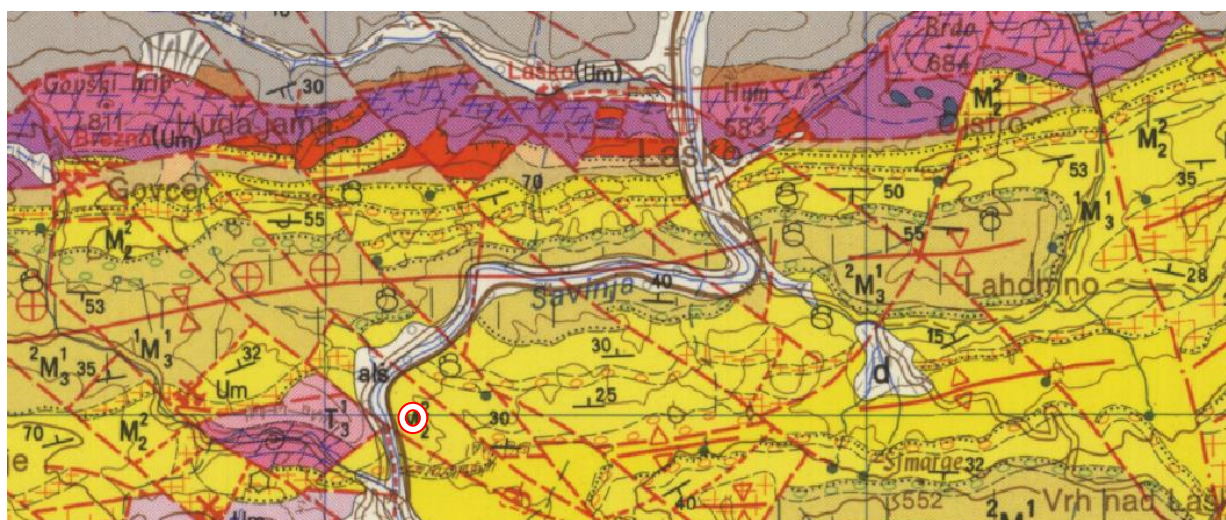
3. Splošna situacija in karta ogroženosti pred plazovi

3.1 Splošno

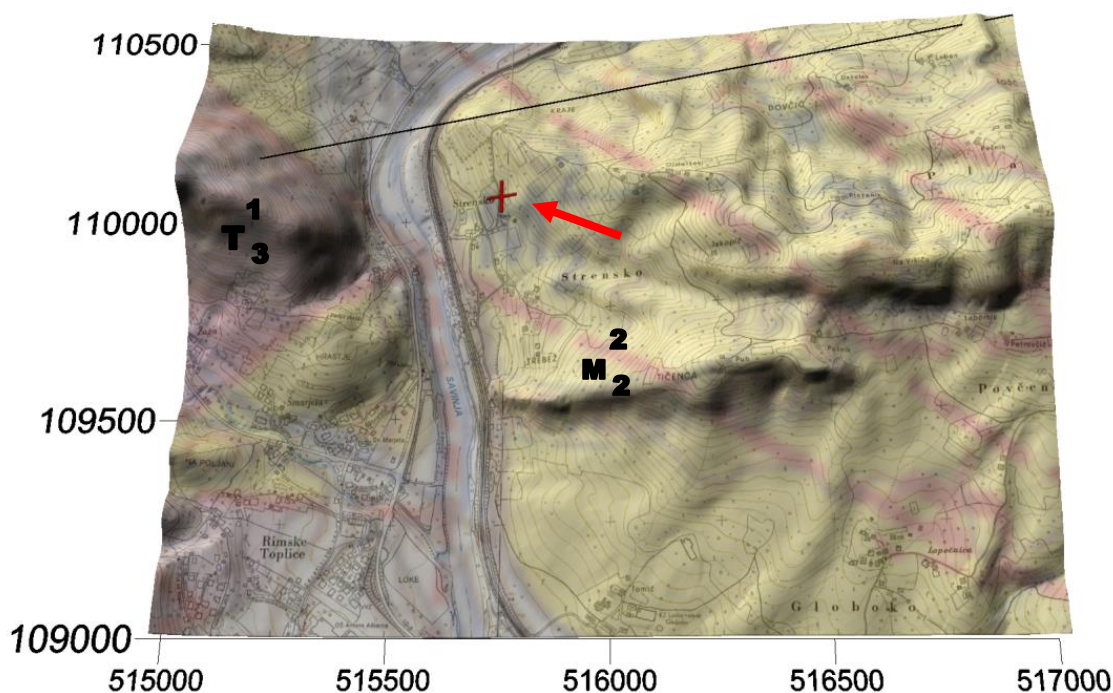
V geotektonskem smislu obravnavano območje pripada miocenskim plastem Posavskih gub, natančneje južnemu krilu Laške sinklinale (Slika 8).

Miocenske plasti so zastopane s tortonijem in sarmatijem (Slika 8, 9). Tortonijske plasti (M^2_2) se nahajajo na obeh krilih laške sinklinale. Odložene so transgresivno na govške sklade ali starejše plasti in to celo do karbonskih in permskih (C,P). V predelih, kjer leže tortonijski skladi na govških plasteh, je v njihovem spodnjem delu večinoma bazalni konglomerat, ki ga sestavljajo pretežno prodniki kremena, roženca in keratofirja. Nad konglomeratom sledi nekaj metrov do več deset metrov debel horizont kalarenita s pogostno primesjo kremena. Na večjem delu ozemlja leži nad opisanimi plastmi kalkarenita in litotamnijskega apnenca debelejši horizont sivega masivnega laškega laporja, med katerim so ponekod vložki biohermalnega litotamnijskega apnenca in kalkarenita.

Sarmatijske plasti leže transgresivno na tortonijskih, v laški sinklinali pričenjajo s horizontom apnenčevega peščenjaka ($^1M^1_3$), nad peščenjakom leži rjav meljast, pretežno kremenov pesek ($^2M^1_3$), ki se menjava s plastmi lističastega glinenega laporja.



Slika 8: Izsek iz OGK list Celje, lokacija plazu označena s krožcem

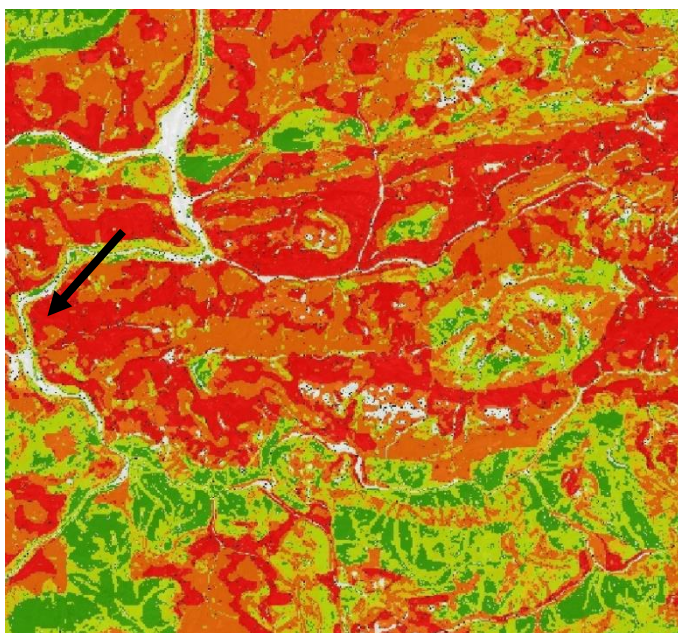


Slika 9: OGK list Celje napet preko DMR 5X5m za 3D prikaz. Lokacija je označena s puščico.

Miocenske sedimentne kamnine so mlade, slabo konsolidirane kamnine, ki so močno podvržene preperevanju in plazenju. Na takšnih kamninah se pojavlja debela zaglinjena plazljiva preperina (deluvij). Zelo pogosto preperina izkazuje lezenje tal. Spadajo v posebno skupino mehkih kamnin - trdnih zemljin, ki so značilno povezane s številnimi inženirsko – geotehničnimi problemi. Tektonska porušenost in zdrobljenost kamnin njihove geomehanske lastnosti še dodatno slabša.

3.2 Ogroženost pred zemeljskimi plazovi

Geološki zavod Slovenije je leta 2006 izdelal pregledno in opozorilno karto verjetnosti pojavljanja zemeljskih plazov za Slovenijo v M 1: 250.000. Ta karta služi kot prva informacija glede nevarnosti plazenja za teren, ki nas zanima. Na sliki 10 je prikazan del karte, ki vključuje širše območje Laškega. Iz karte je razvidno, da se na območju Plazovja verjetnost pojavljanja plazov povečuje od velike verjetnosti do zelo velike verjetnosti.



Legenda verjetnosti
pojavljanja plazov



Slika 10: Karta verjetnosti pojavljanja plazov

4. Inženirsko geološke razmere

Obravnavano območje je že zaradi same geološke sestave stabilnostno problematično. Pojav nestabilnosti je posledica zelo velike količine padavin v preteklem času. Po podatkih Agencije RS za okolje, so na padavinski postaji Laško za leto 2019 izmerili 1275,9 mm padavin, od česar jih je skoraj 60 % padlo v zadnjega pol leta. Padavine so se infiltrirale v tla in se pretakale v smeri z višje ležečega zaledja vzdolž pobočja v smeri proti jugu. Posledica razmočenosti zemljin in pretakanja vode po neprepustni podlagi je zdrs zemljine v pričujočem obsegu. Pobočje tvorijo sedimenti (zemljine), ki so produkt erozijskega razpada (tortonijskih) laporjev in apnencev, to so gline in melji z različno velikimi kosi preperelega laporovca in apnenca. Hribinsko podlago gradi laporovec miocenske starosti. Zdrs je nastal po spodaj ležečem močno razmočenem laporovcu. V splošnem je ta kamnina slabo propustna, saj se večji del precejanja izvrši v oksidacijski coni med razpokami (razpoklinska poroznost) in v deluvijalnem pokrovu.

Plazenje je zajelo jugoozahodno orientirano pobočje nad lokalno cesto .. Plaz je dolg cca 30 m in povprečne širine 12 m. Skupna površina splazelega območja znaša cca 200 m². Del razmočene plazine se je kot blatni tok razlil preko lokalne ceste do nasproti ležeče hiše Strensko 5B.

4.1 Kartiranje terena

Obravnavano območje je zgrajeno iz miocenskih (M_2^1) sedimentnih kamnin - laporovcev, peščenih lapornatih apnencev s prehodi v bel litotamnijski apnenec, ki jih prekriva do nekaj metrov debela glinasto meljasta preperina, v kateri so tudi različno veliki kosi laporovca in apnenca. Debelina preperine se spreminja glede na naklon terena - praviloma je najtanjša na vrhnjih in bolj strmih delih pobočij. Prepustnost preperine se spreminja glede na njeno sestavo. Izdanki osnovne kamnine niso vidni, razen v dnu izvedenih sondažnih jaškov, kjer je razviden vpad plasti generalno vzdolž pobočja ter za pomožnim objektom južno od hiše Strensko 5A, kjer skladnat litotamnijski apnenec gradi zelo strmo pobočje. Plasti apnenca vpadajo v pobočje.

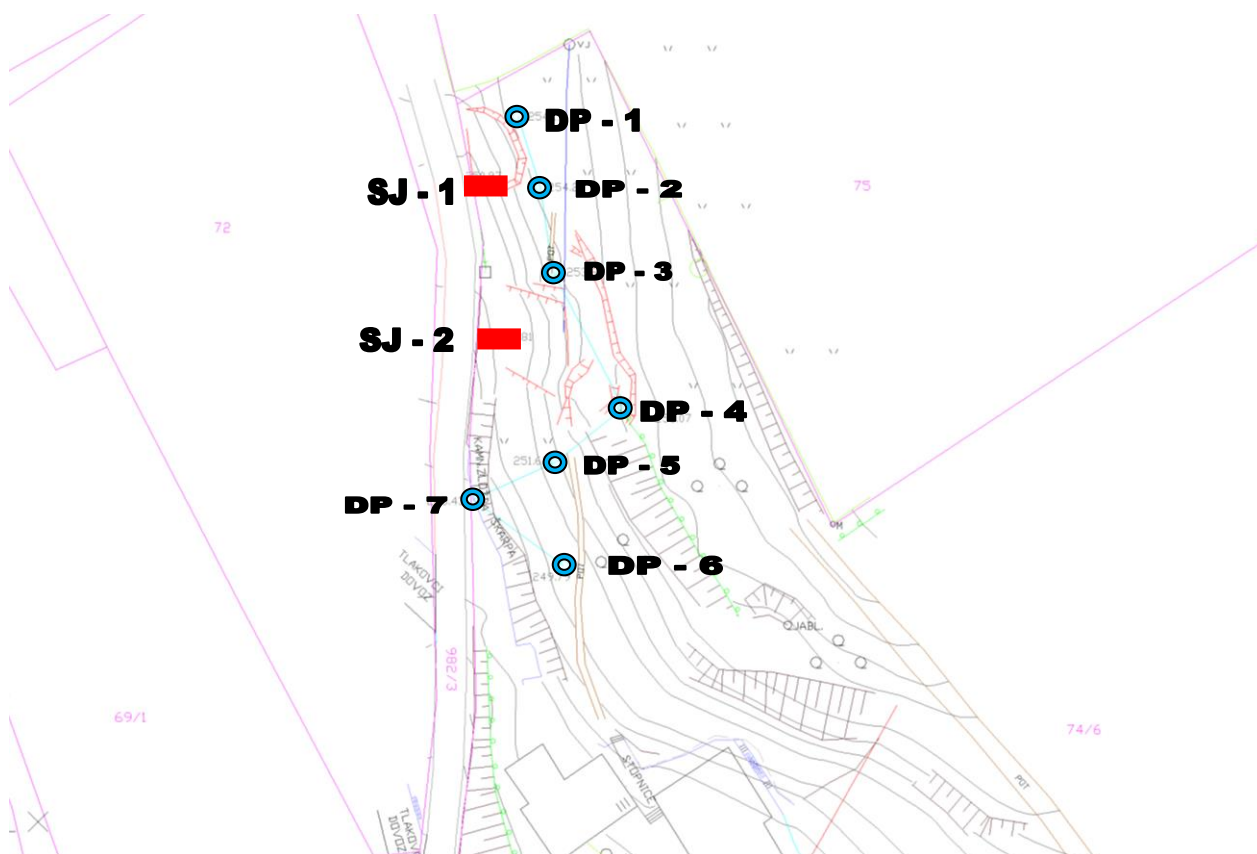
Zmerno strm do strm teren je orientiran proti jugozahodu. Pobočje je večinoma travnato, s posameznim drevjem (večinoma sadnim) in redkim grmičevjem. Teren je značilno valovit, z jasno izraženimi masnimi nakopičenji in primanjkljaji. V bližini plazu ni površinskih tokov vode, cca 20 m severozahodno je locirano vodno zajetje (vodnjak), od koder je napeljana voda s pomočjo domačega vodovoda do objektov Strensko 5A in 5B. Po splazitvi so domačini cev zavarovali, da ne bi prišlo do njenega pretrganja (Glej slika 5).

Nadmorska višina znaša na območju glavnega odlomnega roba znaša cca 250 m n. v. Nekaj mesecev pred sprožitvijo plazu so domačini opazili značilno »napihovanje« dela pobočja, kjer je nato 24. avgusta 2019 prišlo do sprožitve plazu, pri čemer sta se na cesto porušili tudi dve večji orehovi drevesi, ki sta rasli na pobočju. Razmočena plazina je zasula cesto, del se je razlil kot blatni tok. Ocenjena količina premaknjene materiala je znašala cca 200 m³.

V pobočju se je formiral izrazit odlomni rob polkrožne oblike, višine do cca 1,0 m. Stranska odlomna robova sta visoka do cca 0,9 m. Preko plazine poteka »domač vodovod«, cev s premerom 5 cm. Raziskovalna dela so razkrila, da drsina poteka relativno plitvo, na kontaktu preperine (zaglinjen meljast grušč) in podlage (laporovec in peščen lapornat apnenec).

4.2 Terenska raziskovalna dela

Terenska raziskovalna dela smo izvedli decembra 2019. Terenska dela so poleg inženirsko-geološkega kartiranja obsegala izvedbo sedem meritev z lahkim dinamičnim penetrometrom in izkop dveh sondažnih jaškov.



Slika 11: Lokacije izvedenih DP in izkopov za SJ

Lokacije izvedenih meritev z dinamičnim penetrometrom (DP-1 do DP-7) in izkopov za sondažni jašek (SJ-1 in SJ-2) so razvidne iz slik 12-18 in 20, 22, ter na Prilogi 1. Rezultati interpretacij meritev so podani v Prilogi 11.

4.2.1 Meritve z dinamičnim penetrometrom / Sondiranje terena

Z lahkim dinamičnim penetrometrom smo izvedli sedem sondiranj, s katerimi smo določili konsistentno oz. gostotno stanje zemljin in globino do nosilne podlage.

Pri DP-1 se prvih 0,9 m glinaste meljaste zemljine nahajajo v židkem stanju, do 2,3 m pa v srednjegnetnem konsistenčnem stanju z dvema vmesnima plastema debeline 10 cm v lahkognetnem konsistenčnem stanju (na globinah 1,7 m in 2,0 m). Od 2,3 m do 2,6 m se zemljina nahaja v lahkognetnem konsistenčnem stanju, do globine 3,3 m pa v srednjegnetnem konsistenčnem stanju. Do globine 4,2 m sledi izmenjevanje od 10 cm do 30 cm debelih plasti s srednjegnetno, težkognetno in poltrdno konsistenco, ki na 4,2 m preide v preperel laporovec, na 4,3 m pa v trd laporovec.



Slika 12 : Meritev DP-1



Slika 13: Meritev DP-2



Slika 14 : Meritev DP-3



Slika 15 : Meritev DP-4



Slika 16 : Meritev DP-5



Slika 17 : Meritev DP-6



Slika 18 : Meritev DP-7

V DP-2 je v prvih 1,1 m židka glinasto meljasta zemljina, nato sledi 1,5 m debela plast v srednjegnetnem konsistenčnem stanju do globine 2,6 m. Sledi 0,2 m debela plast v težkognetnem stanju ter podlaga – preperel laporovec na 2,8 m in trda podlaga - laporovec na 2,9 m.

V DP-3 je v prvih 1,5 m židka glinasto meljasta zemljina, nato sledi 0,1 m debela plast trdognetnem konsistenčnem stanju, 0,1 m plast v težkognetnem stanju ter trda podlaga - laporovec na 1,8 m.

Pri DP-4 se prvih 0,8 m glinaste meljaste zemljine nahajajo v židkem stanju, sledi 0,3 m debela plast v srednjegnetnem in težkognetnem konsistenčnem stanju. Od 1,1 m do 1,3 m je zemljina v židkem konsistenčnem stanju ter od 1,3 m do 1,6 m v lahkognetnem in srednjegnetnem konsistenčnem stanju. Sledi 0,6 m debela plast v srednjegnetnem konsistenčnem stanju, tej pa 0,2 m plast v težkognetnem stanju ter trda podlaga - laporovec na 2,5 m.

Pri DP-5 se v prvem metru glinaste meljaste zemljine nahajajo v židkem stanju, sledi 0,3 m debela plast v lahkognetnem konsistenčnem stanju. Od 1,3 m do 1,5 m je zemljina v srednjegnetnem konsistenčnem stanju. Sledi 0,6 m debela plast v težkognetnem konsistenčnem stanju, tej pa trda podlaga - laporovec na 2,2 m.


V DP-6 je prvih 0,9 m židka glinasto meljasta zemljina, sledi 0,2 m debela plast težkognetnem konsistenčnem stanju, 0,5 m plast v poltrdnem do trdnem stanju ter trda podlaga – laporovec na 1,7 m.

V DP-7 se prvih 10 cm glinaste meljaste zemljine nahaja v srednjegnetnem konsistenčnem stanju. Sledi 0,2 m debela plast v poltrdnem stanju. Od 0,3 m do 1,3 m sledi izmenjevanje glinasto meljastih plasti v debelini od 10 cm do 40 cm v težkognetnem in poltrdnem stanju. Trda podlaga - laporovec se pojavi na 1,4 m.

4.2.2 Izkop sondažnih jaškov

Na območju plazu smo izkopali dva sondažna jaška do največje končne globine 2,6 m. V obeh jaških smo dosegli podlago – miocenski laporovec s prehodom v kalkarenit/litotamnijski apnenec. Jaška sta bila v času popisa suha.


Lokaciji jaškov sta prikazani na sliki 11 in v Prilogi 1, njuni popisa in fotografiji pa v Prilogi 12.

Globina (m)	Litološki opis	Foto SJ - 1
0 - 1,6	preperina - material iz plazine, glinasto-meljasta zemljina rjave barve, z vmesnimi kosi apnenca, večina v velikosti do 15 cm in vmes posamezni ploščati kosi v velikosti do 30 cm, veliko korenin ali kamnin	
1,6 - 2,5	zdrobljen laporovec, zelo zaglinjen, kosi veliki do 5 cm	
2,5 - 2,6	laporovec temno rjave barve, nepreperel	

Slika 19: Popis SJ – 1



Slika 20: Lokacija SJ - 1

Globina (m)	Litološki opis	Foto SJ - 1
0 - 0,6	preperina, narinjena splazela glinasto-meljasta zemljina rjave barve, z vmesnimi kosi apnenca v velikosti do 5 cm	
0,6 - 0,8	zdrobljen laporovec, zelo zaglinjen, kosi veliki do 5 cm	
0,8 – 1,0	manj preperel laporovec	
1,0 – 2,0	laporovec svetlo rjave barve, kompakten, mestoma apnenčast, zelo trd, kosi do 0,8 m	

Slika 21: Popis SJ – 2



Slika 22: Lokacija SJ - 2

4.3 Ocenjene geomehanske vrednosti

Ocenjene geomehanske vrednosti za posamezne litološke enote so sledeče:

glinasto meljasta zemljina (židka do lahkognetna)

- prostorninska teža: $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- strižna trdnost: $\varphi = 21^\circ$, $c = 0\text{-}3 \text{ kN/m}^2$
- modul stisljivosti $M_v = 1400 \text{ kN/m}^2$

glinasto meljasta zemljina (srednjegnetna do težkognetna)

- prostorninska teža: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- strižna trdnost: $\varphi = 24^\circ$, $c = 0\text{-}20 \text{ kN/m}^2$
- modul stisljivosti $M_v = 5000 \text{ kN/m}^2$

preperel laporovec

- prostorninska teža: $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$
- strižna trdnost: $\varphi = 33^\circ$, $c = 15 \text{ kN/m}^2$
- modul stisljivosti $M_v = 15000 \text{ kN/m}^2$

podlaga – trd laporovec/apnenec

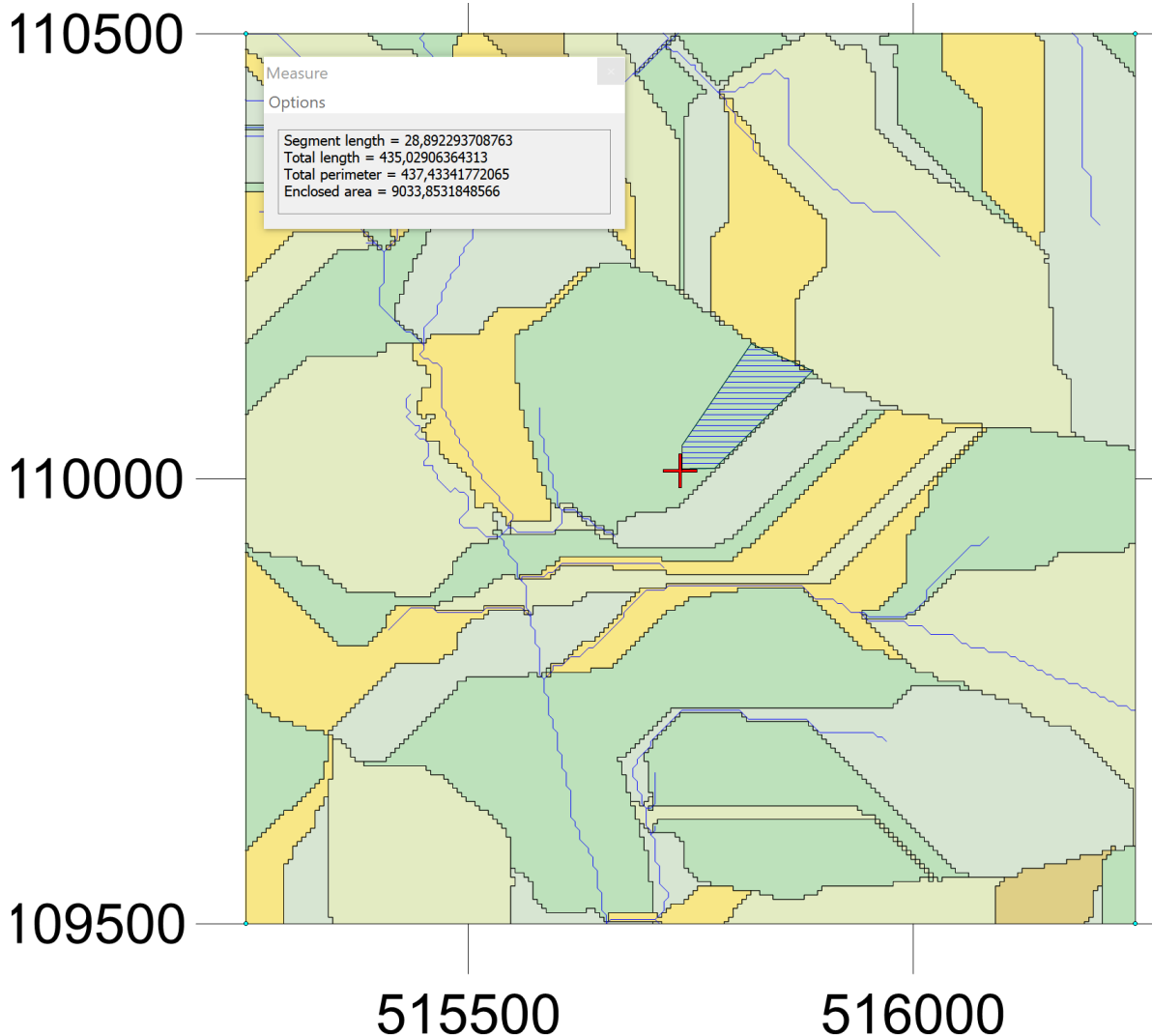
- prostorninska teža: $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$
- strižna trdnost: $\varphi = 38^\circ$, $c = 60 \text{ kN/m}^2$
- modul stisljivosti nepodajno

5. Hidrologija območja

Za potrebe dimenzioniranja cevnih prerezov drenaž in odtočnega sistema smo upoštevali površino zaledja in pričakovane ekstremne padavine na predmetnem območju.

5.1 Površina zaledja Plazovja

Iz morfologije terena določimo napajalno območje na 0,9 hektara (9.033 m²) (Slika 23).



Slika 34: Razvodnice na širšem območju in vplivno območje (šrafirano modro)

5.2 Pričakovane ekstremne padavine

V okolici Strenskega se nahaja merilna postaja Celje. Podatke iz postaje merilne Celje smo upoštevali za izračun prispevne količine meteorolnih voda. Za merilno postajo, podajamo tabelo z izračunanimi povratnimi dobami za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi. Izračuni so izdelani na osnovi podatkov o intenzivnih padavinah s trajanjem od 5 minut do 24 ur. Podatki so pridobljeni s spletne strani ARSO za merilno postajo Celje: http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/return-periods/Celje.pdf

Tabela prikazuje intenziteto padavin v l/s*ha. Kot referenčen podatek za izračun količine meteorne vode se upošteva 15 minutni kritični naliv s povratno dobo 5 let.

POVRATNE DOBE ZA EKSTREMNE PADAVINE

Postaja: CELJE
Obdobje: 1970 - 2012

Količina padavin (l/(sec*ha))

trajanje padavin	POVRATNA DOBA						
	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 min	254	340	398	470	523	576	646 l/(sec*ha)
10 min	189	255	298	354	394	435	489 l/(sec*ha)
15 min	160	223	265	318	358	397	448 l/(sec*ha)
20 min	139	195	233	280	316	351	397 l/(sec*ha)
30 min	110	160	192	234	264	295	335 l/(sec*ha)
45 min	85	125	152	186	211	236	269 l/(sec*ha)
60 min	69	102	124	152	172	192	219 l/(sec*ha)
90 min	52	75	91	110	124	138	157 l/(sec*ha)
120 min	43	61	73	88	100	111	126 l/(sec*ha)
180 min	32	44	52	62	69	76	85 l/(sec*ha)
240 min	27	35	41	48	54	59	66 l/(sec*ha)
300 min	23	30	35	41	45	49	55 l/(sec*ha)
360 min	20	26	30	35	39	43	48 l/(sec*ha)
540 min	15	20	23	26	29	32	35 l/(sec*ha)
720 min	13	16	19	22	24	26	29 l/(sec*ha)
900 min	11	14	16	19	21	23	25 l/(sec*ha)
1080 min	9	12	14	16	18	20	22 l/(sec*ha)
1440 min	8	10	11	13	15	16	18 l/(sec*ha)

Tabela 1: Povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi – postaja Celje

Tako lahko na primer pri privzetem kritičnem 15 minutnem nalivu (q_{15}) pričakujemo na 1 ha: 223 l/s padavin, s povratno dobo 5 let.

Na osnovi publikacije Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja in privzetih podatkov ocene sprememb kratkotrajnih nalirov za območje Celja, avgust 2019 sta privzeta scenarija RCP 4.5 in RCP 8.5.

Na obravnavanem področju, kjer je poseljenost majhna je privzet scenarij RCP 8.5 iz katerega povzamemo povprečno povečanje za 30%.

5.3 Določitev cevni prerezov

Za določitev cevni prerezov je v prvi vrsti potrebno poznati pričakovano maksimalno količino koncentrirane meteorne vode, ki se steka s površin.

Skupna površina znaša 9.033 m². Pri privzetem kritičnem 15 minutnem nalu in pri količini padavin, $q_{15}=223,0$ l/s/ha s povratno dobo 5 let je potrebno predvideti odvodnjo meteornih voda iz travnatih površin ob nalu $Q_{15} = 201,4$ l/s. Če privzamemo koeficient odtoka 0,3 pomeni, da lahko pričakujemo izdatnost 60,4 l/s vode iz travnatih površin. Z upoštevanjem scenarija RCP 8.5 se le ta vrednost poveča za 30 %, iz tega sledi da je izdatnost 78,5 l/s.

Padec [%]	Premer cevi d_N [mm]											
	150		200		250		300		400		500	
	Pretok Q [l/s] in hitrost v [m/s]											
	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v	Q	v
0,4											75,5	0,38
0,5											84,4	0,43
0,6											92,5	0,47
0,8									51,0	0,41	106,8	0,54
1							30,6	0,43	58,9	0,47	119,4	0,61
1,25					21,0	0,43	34,2	0,48	65,9	0,52	133,5	0,68
1,5			12,70	0,40	23,0	0,47	37,5	0,53	73,6	0,59	146,2	0,74
2			14,67	0,47	26,6	0,54	43,2	0,61	80,7	0,64	168,9	0,86
2,5	7,61	0,43	16,40	0,52	29,7	0,61	48,4	0,68	93,1	0,74	188,8	0,96
3	8,34	0,47	17,96	0,57	32,6	0,66	53,0	0,75	104,1	0,83	206,8	1,05
4	9,63	0,55	20,74	0,66	37,6	0,77	61,2	0,87	114,1	0,91	238,8	1,22
5	10,77	0,61	23,19	0,74	42,0	0,86	68,4	0,97	131,7	1,05	267,0	1,36
6	11,80	0,67	25,41	0,81	46,1	0,94	74,9	1,06	147,3	1,17	292,5	1,49
7	12,74	0,72	27,44	0,87	49,8	1,01	80,9	1,14	161,3	1,28	315,9	1,61
8	13,62	0,77	29,34	0,93	53,2	1,08	86,5	1,22	174,2	1,39	337,7	1,72
10	15,23	0,86	32,80	1,04	59,5	1,21	96,7	1,37	186,3	1,48	377,6	1,92
12	16,68	0,94	35,93	1,14	65,1	1,33	105,9	1,50	208,3	1,66	413,6	2,11
14	18,02	1,02	38,81	1,24	70,4	1,43	114,4	1,62	228,1	1,82	446,8	2,28
16	19,26	1,09	41,49	1,32	75,2	1,53	122,3	1,73	246,4	1,96	477,6	2,43
18	20,43	1,16	44,00	1,40	79,8	1,63	129,7	1,84	263,4	2,10	506,6	2,58
20	21,54	1,22	46,38	1,48	84,1	1,71	136,8	1,93	279,4	2,22	534,0	2,72
22	22,59	1,28	48,65	1,55	88,2	1,80	143,4	2,03	294,5	2,34	560,1	2,85
24	23,59	1,34	50,81	1,62	92,1	1,88	149,8	2,12	308,9	2,46	585,0	2,98
25	24,08	1,36	51,86	1,65	94,0	1,92	152,9	2,16	322,6	2,57	597,0	3,04
26	24,56	1,39	52,89	1,68	95,9	1,95	155,9	2,21	329,3	2,62		
28	25,48	1,44	54,88	1,75	99,5	2,03	161,8	2,29	335,8	2,67		
30	26,38	1,49	56,81	1,81	103,0	2,10	167,5	2,37	348,5	2,77		
32	27,24	1,54	58,67	1,87	106,4	2,17	173,0	2,45	360,7	2,87		
34	28,08	1,59	60,48	1,93	109,7	2,23	178,3	2,52	372,5	2,96		
36	28,90	1,64	62,23	1,98	112,8	2,30	183,5	2,60	384,0	3,06		
38	29,69	1,68	63,94	2,04	115,9	2,36	188,5	2,67				
40	30,46	1,72	65,60	2,09	118,9	2,42	193,4	2,74				
42	31,21	1,77	67,22	2,14	121,9	2,48	198,2	2,80				
44	31,95	1,81	68,80	2,19	124,7	2,54	202,8	2,87				
46	32,66	1,85	70,34	2,24	127,5	2,60	207,4	2,93				
48	33,37	1,89	71,86	2,29	130,3	2,65	211,9	3,00				
50	34,05	1,93	73,34	2,33	133,0	2,71	216,2	3,06				

Tabela 2: Odvisnost pretoka (Q) in hitrosti (v) od padca (I) za cevi notranjega premera od $d_N = 150$ mm do $d_N = 500$ mm

Iz podatkov v tabeli 2 je razvidno, da bodo projektirani cevni prerezi s Φ 0,25 m več kot zadostni, saj že pri padcih nad 18 ‰ prevajajo več kot 79,8 l/s, kar predstavlja zahtevano vrednost izračunane količine vode v našem primeru.

6. Sanacijski ukrepi

V prvi vrsti je potrebno ugotoviti, da plaz neposredno ogroža vodovod in JP 701183 Strensko - Plazovje, ob sproženju plazju je prišlo do odkritja vodovoda in delnega zasutja ceste s splazelim materialom. Menimo, da je zaradi velikega naklona in precejšnje globine do matične osnove, izvedba temeljev za oporno konstrukcijo, s katero bi zaščitili vodovod, v tem primeru težko izvedljiva in neracionalna. V takih primerih se običajno izvede pilotna stena kot zaščitni ukrep, ki pa je povezana s precejšnjimi stroški. Zato kot ukrep za stabilizacijo plazišča in zaščito vodovoda, predlagamo izvedbo zaščite, z zabijanjem jeklenih I profilov oz. železniških tirnic, založenih z železniškimi pragovi in izvedbo drenaže vzdolž vodovoda, ki je po našem mnenju učinkovita in zadovoljuje kriterije stabilnosti pobočja. Za zaščito ceste, pa kot ukrep za zaščito in stabilizacijo, predlagamo izvedbo opornega zidu na zgornji strani JP in izvedbo drenaže izza opornega zidu, z izlivom v obstoječi meteorni vod v telesu ceste.

6.1. Plazišče – zabijanje I profilov oz. železniških tirnic

Ukrep sanacije plazišča z zabijanjem I profilov oz. železniških tirnic se izvede v območju splazitve prečno na plaz v obliki dveh krakov. Prvi krak T1 se postavi po odlomnem robu prečno na smer splazitve, dolžina kraka znaša 14,3 m (12 kos tirnic), dolžina tirnic znaša 4m. Drugi krak T2 poteka v nadaljevanju kraka T1, ob obstoječem vodovodu (na spodnji strani) v oddaljenosti cca 0,5 m od vodovoda, v dolžini 27,3 m (21 kos tirnic), dolžina tirnic znaša 3m. Profile se zabije tako, da se poravnajo s koto terena. Na zadnji strani se profili založijo s po štirimi železniškimi pragovi (skupno 124 kos) v višino. Pragovi so dimenzije 260 x 25 x 20 cm, po možnosti naj se vgradijo AB železniški pragovi. Pragovi služijo za medsebojno povezavo profilov in za zaščito vodovoda.

6.2. Plazišče - Oporni zid

Oporni zid bo izdelan iz kamnitega lomljenca 40-80 cm, za vezivo se uporabi uporabili beton C25/30. Višina zložbe se prilagaja terenu in je od 1.50 m do 2.50 m. Širina temelja kamnite zložbe znaša od 1.00 do 1.33 m, širina v kroni pa 0.50 m. Celotna dolžina kamnite zložbe je 58.5 m. Za odvodnjavanje prostih talnih vod se na notranjo stran kamnite zložbe na temelj zložbe položi drenažna trdo stenska cev $\phi 160\text{mm}$. Cev je položena pod naklonom in speljana proti zbirnemu jašku. Podložni beton opornega zidu bo iz betona C12/15 debeline od 0.10 do 0.30 m.

6.3. Plazišče - Drenaža

Kot dodaten ukrep za stabilizacijo plazišča/terena se izvede položitev drenažnih cevi vzdolž vodovoda in vzdolž opornega zidu. Ob vodovodni cevi je potreben postopni (po kampadah) kombinirani strojno ročni odkop (pazljivo, da se vodi ne poškodujejo!). Skupna dolžina drenaže ob vodovodu, ki obsega krak A in krak B znaša 68,5 m. Krak C, ki poteka vzdolž opornega zidu ima skupno dolžino 58,5 m.

Jarek za drenažo je širine 0,8 m in globine do 0,1 m pod nivojem vodovodnih cevi. Izkop naj se vrši v kampadah po 6m. Stene jarka se pokrijejo z ločilnim geosintetikom (filc min. 150 gr/m²). Na dno jarka se položi drenažna cev, ki je perforirana v zgornjih 2/3, obsuje se z drenažnim peskom 16-32 mm do višine 0,5 m. Nad drenažnim zasipom se filc preklopi.

6.3.1. Krak A

Drenažni krak A pričenja na najvišji koti in poteka proti severu, se po m zlomi in se izteka v obcestno muldo nad opornim zidom. Drenažni krak se prilagodi koti podlage, ki vpada v naklonu od 0,5% do 25,4%. Za izvedbo se uporabijo cevi fi 100 mm 2/3 perforirane. Skupna dolžina kraka A znaša 19,5 m. Ob kraku A ni prisotna vodovodna cev.

6.3.2. Krak B

Drenažni krak B pričenja na najvišji koti in poteka proti jugu ob vodovodni cevi, izteka se v jašek MJ1, PVC jašek (PE DN 1000). Drenažni krak se prilagodi poteku vodovoda. Za izvedbo se uporabijo cevi fi 100 mm 2/3 perforirane. Skupna dolžina kraka B znaša 49 m.

6.3.3. Krak C

Drenažni krak C pričenja na najbolj severni točki opornega zida in poteka v zaledju opornega zidu, izteka se v jašek MJ 1, PVC jašek (PE DN 1000). Drenažni jašek se prilagodi poteku opornega zidu. Za izvedbo se uporabijo cevi fi 160 mm 2/3 perforirane. Skupna dolžina kraka C znaša 58,5 m.

6.4. Plazišče – izvedba meteorne kanalizacije

Za potrebe odvoda drenažnih in meteornih vod se na obravnavanem območju vzpostavi meteorna kanalizacija. Meteorni kanal poteka od jaška MJ1 do jaška MJ2. Za premer meteorne cevi je predviden rebrast PP 250. Na projektiran kanal se lahko priključijo samo padavinske in drenažne vode. Kanal je dimenzionirani na velikost, ki omogočajo odvajanje padavinske vode pri 15 minutnem naliwu 223 l/s/ha. Vse cevi morajo biti stikovane vodo nepropustno. Celotna meteorna kanalizacija je v gravitacijski izvedbi in nima črpališč. Izkopi jarkov se izvedejo enako kot pri drenažnih ceveh. Polne cevi se položijo na peščeno posteljico, debeline 10 cm, ter zasujejo z izkopnim materialom do kote terena.

6.4.1. Meteorni kanal M

Na meteorni kanal M v jašku MJ1 se priključijo drenažne vode iz območja plazu, ki jih tvorijo drenažni kanali A, B in C, meteorni kanal je rebrast PP DN 250. Kanal se konča v jašku MJ2, dolžina kanala znaša 9,4 m, s povprečnim naklonom 7,6 %. Cevi kanalizacije se položijo v padcih, ki sledijo padcem terena. Minimalna globina kanalizacije je odvisna od konfiguracije terena in znaša 0,8 m.

6.5. Plazišče – izvedba preplastitve in asfaltna mulda

Preplastitev ceste se izvede s čiščenjem obstoječega asfalta, pobrizgom z emulzijo za sprijemljivost in izvedbo dodatnega asfaltnega sloja - obrabna asfaltna plast iz AC 8 surf B50/700 A3. Na navezavah na stari asfalt se izvede rezkanje starega asfalta. Morebitne lokalne poškodbe spodnjega in zgornjega ustroja se predhodno sanirajo.

Na območju obdelave se izvede asfaltna mulda, ki bo odvajala meteorne vode iz cestišča in drenažno vodo. Asfaltna mulda je širine $s = 0.40$ m in globine $h = 5.0$ cm. Izvede se z enako sestavo asfalta kot vozišče. Predvidena je vzdolž roba ceste proti opornemu zidu. Meteorno vodo iz mulde se zajame z betonskim požiralnikom z direktnim vtokom.

7. Lokacijski podatki

Točka, namen	x	y
DRENAŽE		
A1	515.726.780	110.065.163
A2	515.732.332	110.066.468
A3	515.736.741	110.053.440
B0	515.738.333	110.007.153
B1	515.737.814	110.025.228
B2	515.737.011	110.053.203
C1	515.732.270	110.024.607
C2	515.729.642	110.032.083
C3	515.731.700	110.051.050
C4	515.728.966	110.064.638
METEORNI JAŠEK		
MJ1	515.735.800	110.007.748
MJ2	515.728.172	110.013.197
OPORNI ZID		
OZ1	515.728.333	110.064.910
OZ2	515.731.061	110.050.621
OZ3	515.729.172	110.032.229
OZ4	515.732.061	110.024.581
OZ5	515.735.144	110.007.532
METEORNI KANAL		
vtok MJ1	515.735.800	110.007.748
iztok MJ2	515.728.172	110.013.197
ŽELEZNIŠKE TIRNICE		
ŽT1	515.731.599	110.066.067
ŽT2	515.736.103	110.052.537
ŽT3	515.737.135	110.025.257

8. Zaključek

Sanacija plazu z zaščito vodovoda in cest, ter vzpostavitev drenažnega sistema je za delovanje vodovoda in za dolgoročno prevoznost po JP 701183 Strensko - Plazovje vsekakor potrebna. Priporočamo izvedbo del v suhem vremenu.

V izračunih smo za obravnavano območje glede na majhno poseljenost območja upoštevali scenarij RCP 8.5.

Vsa dela morajo biti izvedena v skladu s to dokumentacijo, tehnično pravilno, ter v skladu s predpisi in standardi.

Uporabljati je dovoljeno le materiale z atestom, kvalitetno vgrajevanje pa dokazovati z atesti oz. ustreznimi poročili.

Morebitna odstopanja od projekta je potrebno reševati v dogovoru z geomehanikom, projektantom in nadzornim organom investitorja.

9. Popis del – Sanacija plazu JP Strensko - Plazovje

1.	PRIPRAVLJALNA DELA				
ŠIFRA	OPIS DEL	Enota	Količina	Cena/enoto	Znesek
1	Ureditev delovišča in dostopnih poti	pav.	1,00		
2	Zakoličenje osi zabijanja tračnic, opornega zidu, drenaž in meteorne kanalizacije z oznako revizijskega jaška.	m1	250,00		
3	Izkop panjev dreves , nakladanje, odvoz na deponijo	kos	5,00		
	SKUPAJ PRIPRAVLJALNA DELA:				
2.	GRADBENA IN ZEMELJSKA DELA				
2.1.	Zabijanje Fe tirnic				
1	Krak T1, Dobava in vgradnja jeklenih I profilov ali železniških tirnic , dolžine 4,0 m. Vgradnja z zabijanjem v razmaku 1,3 m.	kos	12,00		
2	Krak T2, Dobava in vgradnja jeklenih I profilov ali železniških tirnic , dolžine 3,0 m. Vgradnja z zabijanjem v razmaku 1,3 m.	kos	21,00		
3	Dobava in vgradnja lesenih ali betonskih pragov, (v celotni dolžini, po štirje pragovi v višino, skupno 32 kampad)	kos	128,00		
2.2.	Drenaža				
1	Kombinirani strojno ročni izkop jarka ob vodovodu z odmetom na stran, material III. - IV. Kategorije, deponiranje v neposredni bližini	m3	56,00		

2	Ročno in delno strojno planiranje jarka	m1	56,00		
3	Dobava in vgradnja ločilnega geosintetika	m2	230,00		
4	Dobava in vgradnja drenažne cevi DN 100, 2/3 perf	m1	69,00		
5	Dobava in vgradnja drenažne cevi DN 160, 2/3 perf	m1	58,50		
6	Kompletna izvedba jaška fi 800 mm, z jeklenim pokrovom, globina do 1,5 m	kos	1,00		
7	Kompletna izvedba jaška fi 1000 mm, z jeklenim pokrovom, globina do 2,5 m	kos	1,00		
8	Dobava in vgrajevanje drenažnega zasipa, granulacije 16 -32 mm, brez finih frakcij prani	m3	28,00		
9	Zasip drenažnega jarka z izkopanim materialom	m3	28,00		
10	Planiranje terena, utrjevanje in zatravitev, območje nad opornim zidom	m2	350,00		
2.3.	Oporni zid				
1	Kombinirani strojno ročni izkop jarka za oporni zid z odmetom na stran, material III. - IV. Kategorije, deponiranje v neposredni bližini	m3	160,00		
2	Dobava in vgradnja podložnega betona C12/15, debeline 0,1 do 0,3 m	m3	11,40		
3	Dobava in vgradnja zalivnega betona C25/30 z dodatkom PV-I in kamnitih blokov velikosti 40-80 cm v razmerju 30:70, v oporni zid, vključno z izdelavo poglobljenih fug na vidnem delu	m3	100,00		

4	Dobava in vgradnja drenažne cevi DN 160, 2/3 perf	m	58,50		
5	Dobava in vgrajevanje drenažnega zasipa, granulacije 16 -32 mm, brez finih frakcij prani	m3	40,00		
2.4.	Meteorni kanal				
1	Izkop zemljine (III-IV.kat) za meteorno odvodnjo, globine 1 m	m3	5,00		
2	Ročno planiranje dna jarka s točnostjo +/- 1 cm po projektiranem padcu.	m2	6,00		
3	Dobava in vgradnja posteljice, granulacije 0-8 mm, v debelini 10 cm	m3	0,60		
4	Dobava in vgradnja rebrastih PP cevi, klase SN 8 , vključno s spojkami in tesnili				
	DN 250	m1	9,5		
5	Zasip jarka z izkopanim materialom	m3	5,00		
6	Planiranje terena, utrjevanje in zatravitev, območje pod opornim zidom	m2	50,00		
2.5.	Voziščne konstrukcije				
1	Preplastitev vozišča, izdelava obrabne in zaporne plasti bituminizirane zmesi AC 8 surf B50/70 A3, v debelini 3 cm	m2	160,00		
2	Izdelava asfaltne mulde širine 40 cm, iz obrabne in zaporne plasti bituminizirane zmesi AC 8 surf B50/70 A3, v debelini 5 cm	m1	53,00		
	GRADBENA IN ZEMELJSKA DELA - SKUPAJ				

3.	ZAKLJUČNA DELA				
1	Ostala dodatna in nepredvidena dela. Obračun po dejanskih stroških porabe časa in materiala po vpisu v gradbeni dnevnik. Ocena stroškov 5 % vrednosti del.	ocena	1,00		
	ZAKLJUČNA DELA - SKUPAJ				
	REKAPITULACIJA				
1.	PRIPRAVLJALNA DELA				
2.	GRADBENA IN ZEMELJSKA DELA				
3.	ZAKLJUČNA DELA				
				brez DDV	
				ddv	
				SKUPAJ	
4.	TUJE STORITVE				
1	Gemehanski nadzori nadzor	ur	16,00		
2	Izdelava geodetskega načrta	kom	1,00		
3	Izdelava načrta izvedenih del PID	kom	1,00		
	TUJE STORITVE - SKUPAJ				
				brez DDV	
				ddv	
				SKUPAJ	



SIIPS AD d.o.o.
Potoška vas 20
1410 Zagorje ob Savi

Projekt št.
Načrt št. 02/01-20 SE

	REKAPITULACIJA SKUPAJ				
1.	PRIPRAVLJALNA DELA				
2.	GRADBENA IN ZEMELJSKA DELA				
3.	ZAKLJUČNA DELA				
4.	TUJE STORITVE				
	SKUPAJ			brez DDV	
				ddv	
				SKUPAJ	