Projektna organizacija :
IZS 1379
GEOING d.o.o. MARIBOR
e-mail: geoing.maribor@siol.net
ID za DDV: SI 13575783

30+let
GEOING
PODJETJE ZA GEOTEHNIČNI IN GRADBENI INŽENIRING d.o.o.
Primorska ulica 10, 2000 MARIBOR
Tel.:02/320 38 80, Fax.:02/320 38 81
GSM: 041 618 638

7.1 NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O GEOTEH. POROČILU

POROČILO IN ŠTEVILČNA OZNAKA POROČILA:
7.0 - GEOTEHNIČNO POROČILO S PREDLOGOM SANACIJE PLAZU
številka: 33–III/24

NAROČNIK:
Občina Šentilj
Maistrova ulica 2
2212 ŠENTILJ V SLOVENSKIH GORICAH

OBJEKT:
Zemeljski plaz na javni poti JP št. 892711 Dokl-Pešl, plaz DOKL II

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN NJENA ŠTEVILKA:
GEOTEHNIČNO POROČILO S PREDLOGOM SANACIJE PLAZU

ZA GRADNJO:
SANACIJA PLAZU

IZDELOVALEC POROČILA:
GEOING d.o.o.
Primorska ulica 10
2000 MARIBOR

GEOING
PODJETJE ZA GEOTEHNIČNI IN GRADBENI INŽENIRING d.o.o.
Primorska ulica 10, 2000 MARIBOR

ODGOVORNI IZDELOVALEC POROČILA:
Stanislav Dokl, univ.dipl.inž.grad. žig in podpis:
identifikacijska številka: **G-1377**

STANISLAV DOKL
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-1377

Številka poročila:	Številka izvoda:	Kraj:	Datum izdelave poročila:
33–III/24	**1 2 3**	**MARIBOR**	**marec 2024/ dop. junij 2025**

7.2 KAZALO VSEBINE GEOTEHNIČNEGA POROČILA ŠT: 33–III/24

ELABORATI			
7.0	Geotehnično poročilo s predlogom sanacije plazu		št. 33–III/24
	7.1	Naslovna stran	
	7.2	Kazalo vsebine poročila	
	7.3	Geotehnično poročilo	
	7.4	Stabilnostne in geostatične analize	
	7.5	Ocena stroškov sanacije plazu	
	7.6	**Grafične priloge**	
	1	Pregledna situacija	M 1 : 1000
	2	Situacija plazu in sond	M 1 : 500
	3-5	Geotehnični prečni prerezi GP-1, GP-2, GP-3	M 1 : 100
	6	Fotografije	
	7	Gradbena situacija	M 1 : 500
	8	Zbirna situacija komunalnih vodov	M 1 : 500
	9	Katastrska situacija	M 1 : 500
	10	Zakoličbena situacija	M 1 : 500
	11	Karakteristični prečni prerez sanacije KP-1	M 1 : 100
	12-17	Prečni prerezi sanacije od P-1 do P-6	M 1 : 100
	18	Vzdolžni prerez VP-1 - CESTA	M 1 : 100
	19	Vzdolžni prerez VP-2 - PS	M 1 : 100
	20	Armaturni načrt konzolne pilotne stene	M 1 : 20
	21	Armaturni načrt grede in parapetnega zidu	M 1 : 20
	22	Izvleček armature	
	23	Detajli	

7.3 GEOTEHNIČNO POROČILO S PREDLOGOM SANACIJE PLAZU

7.3.1 SPLOŠNI OPIS

Po naročilu Občine Šentilj smo na predmetnem plazu izvedli terenske geotehnične raziskave. Na osnovi pridobljenih rezultatov podajamo geotehnično poročilo s predlogom sanacije zemeljskega plazu na lokalni cesti LC 892711 Dokl – Pešl, plaz DOKL II, med stanovanjskimi objekti Cirknica 19 in Zgornje Dobrenje 17b.
Širina predmetnega odseka asfaltne ceste je 3 m, v notranjem in zunanjem robu ceste je asfaltna mulda širine 0,4 m, na zunanjem pa še travnata bankina, ki je v večini močno posedena. V bankino so vgrajeni smerniki, ki so močno premaknjeni.
Med navedenimi stanovanjskimi objekti je zunanja (vzhodna) polovica ceste močno posedena v dolžini cca 114 m.
Izrivni del plazu je v obliki narivov splazelih mas viden na strmi in poraščeni brežini pod cesto.
V tej tehnični dokumentaciji podajamo opis stanja, potek in rezultate terenskih geotehničnih raziskav, opis oziroma model prizadetega zemeljskega polprostora, geostatično analizo ter predlog in oceno stroškov sanacije plazu.

7.3.2 GEOTEHNIČNO POROČILO (geološko-geotehnične razmere)

Izhodiščne geotehnične podatke smo pridobili s sondažnimi deli in terenskimi raziskavami. Na osnovi teh je določen sestav in geofizikalne karakteristike posameznih slojev pobočja ter ugotovljena lega stabilne hribinske osnove.
Sočasno s sondažnimi deli in po njih smo merili tudi nivoje podzemne vode v preiskanem polprostoru.
Sestav zemeljskega polprostora je določen z vizualno klasifikacijo zemljin po A. Cassagrandeju, na osnovi enostavnih identifikacijskih poskusov na terenu.

7.3.2.1 Predhodne raziskave

Za pridobitev potrebnih podatkov smo opravili terensko prospekcijo predmetnega labilnega območja in izdelali situativno skico plazu v merilu M 1:500.

7.3.2.2 Sondažna dela

Za ugotovitev sestava in geofizikalnih karakteristik tal smo v karakterističnih točkah plazu izvedli 5 kontinuiranih SPT sond z oznakami S-1 do S-5. Lega sond je vidna v situaciji plazu in sondažnih sond - priloga št. 2.

7.3.2.3 Standardni penetracijski testi-SPT

Konsistenčna stanja vezanih zemljin smo na terenu ugotavljali s poskusi standardnih dinamičnih penetracij (SPT), po principu odpora proti prodiranju konusne sonde. Izmerjeno vrednost N smo po zahtevah standarda Eurocode 7.3 ustrezno korigirali. Za potrebe korekcije je upoštevana energijska izguba uporabljene opreme, izguba vsled dolžine palic ter vsled učinka vpliva geološkega pritiska.

Za pripadajočo vrtalno garnituro je ugotovljen korekcijski količnik prenosa energije K_{60}=1,05, vrednotenje rezultatov smo izvedli v skladu z določili SIST EN 1997-3.

$$N_{60} = k_{60} \cdot N \text{ oziroma } P_{60} = P / k_{60}$$

- N_{60} … korigirano število udarcev,
- P_{60} … korigirana penetrabilnost,
- k_{60} … korekcijski faktor zabijanja,
- P … izmerjena penetrabilnost,
- N … izmerjeno število udarcev.

Rezultati kontinuiranih SPT :

	S1	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
Globina	N	N	N	N	N
0,00 - 0,30 m	3	3	3	3	3
0,30 - 0,60 m	3	3	4	4	4
0,60 - 0,90 m	3	3	4	4	4
0,90 - 1,20 m	10	5	4	3	7
1,20 - 1,50 m	15	7	7	7	10
1,50 - 1,80 m	25	9	9	7	11
1,80 - 2,10 m	28	13	12	15	14
2,10 - 2,40 m	**33**	11	9	20	13
2,40 - 2,70 m		15	10	22	11
2,70 - 3,00 m		25	17	26	12
3,00 - 3,30 m		29	26	20	7
3,30 - 3,60 m		**35**	28	13	18
3,60 - 3,90 m			**33**	13	26
3,90 - 4,20 m				20	29
4,20 - 4,50 m				28	**33**
4,50 - 4,80 m				**35**	

Po izvrednotenju števila udarcev N glede na standardizirano globino prodiranja 30,5 cm sklepamo, da so posamezni sloji raziskanega polprostora naslednjih konsistenčnih stanj:

- **glina (CL) z vložki drobnega peska (SU)**
  lahko do težko gnetne konsistence – N = 3 do 15 udarcev SPT.
- **preperela hribina (peščeni lapor, peščenjak)**
  poltrdne konsistence – N = 17 do 29 udarcev SPT.
- **hribina (peščeni lapor, peščenjak)**
  trdne konsistence – N > 30 udarcev SPT.

Posamezne relacije so vidne v tabeli 1.

Tabela: 1

NEKOHERENTNA ZEMLJINA (pesek, prod)				
N	Gostotno stanje	φ[°] za prod	Modul stisljivosti M_v(kPa)	
			drobni in srednji pesek	debeli pesek in gramoz
< 4	zelo rahlo	< 28,4		
4 – 10	rahlo	28,4 – 30,3	< 7.500	< 15.000
10 – 30	srednje gosto	30,3 – 36,2	7.500 – 15.000	15.000 – 30.000
3 – 50	gosto	36,2 – 40,9	15.000 – 30.000	30.000 – 60.000
> 50	zelo gosto	> 40,9	> 30.000	> 60.000
KOHERENTNA ZEMLJINA (glina, melj)				
N	Konsistenčno stanje	q_u(kPa)	Modul stisljivosti M_v (kPa)	
< 2	židko	< 25	< 500	
2 – 4	lahko gnetno	25 – 50	500 – 1000	
4 – 8	srednje gnetno	50 – 100	1.000 – 2.000	
8 – 15	težko gnetno	100 – 200	2.000 – 5.000	
15 – 30	poltrdno	200 – 400	5.000 – 20.000	
> 30	trdno	> 400	> 20.000	

Vrednosti SPT nam omogočajo primerjalno določitev strižnega kota fi zemljin (po enačbah Gibbs-a) in modula stisljivosti tal Ms (po enačbi Terzaghi-ja).

7.3.2.4 Opazovanje nivoja podtalne vode

V času izvajanja sondažnih del v sondah nismo registrirali podzemne vode.
Glede na zatečeni sestav pobočnih leg pa lahko pričakujemo, da se bo v njem pojavljala precejna voda, ki je v neposredni odvisnosti od količine padavin.
Zaradi neurejene cestne odvodnje pa je labilna brežina pod cesto pod občasnim vplivom površinskih vod.

7.3.2.5 Geotehnični opis in karakteristike raziskanega polprostora

Iz Osnovne geološke karte Slovenije, list Maribor je vidno, da obravnavano območje gradita miocenska ($M_{1/2}$) peščeni lapor in peščenjak.
Višje sloje raziskanega območja tvorijo sloji jezerskih sedimentov, finozrnatega in glinenega tipa, ki jih prištevamo pliokvartarju (Pl,Q). V zgradbi prevladujejo peščene gline z vložki drobnega peska.
Različni tipi se slojevito ponavljajo. Globje so vsled višjih geoloških pritiskov sedimenti vezani v polhribine in hribine. Večji del del povrhnjice je splazen po sloju preperele osnove.
V kritičnem prečnem geotehničnem profilu primarno vezano pobočno strukturo (povrhnjico) sestavljajo pod ocenjeno največ 0.50 m debelim umetnim prodno peščenim nasipom ceste peščene (CL) gline, lahko do težko gnetnih konsistenc z vložki drobnega peska (SU) in s kosi preperele hribine. Navedena labilna struktura (plazina) je v globinah od -1.50 do -3.90 m pod koto terena odložena na prepereli peščeni laporje, poltrdnih konsistenc, ki se v kompaktni in stabilni obliki pojavljajo v globini od -2.40 do -4.80 m pod koto terena.

Izvrednoteni rezultati terenskih preiskav in povratnih stabilnostnih analiz nam na območju predmetnega plazu kažejo večslojni zemeljski polprostor, naslednjih geofizikalnih karakteristik:

Tabela: 2

Plaz na javni poti JP št. 892711 Dokl – Pešl, plaz Dokl II	prost.teža γ [kN/m^3]	strižni kot φ [°]	kohezija c [kN/m^2]
gline (CL) lahko do težko g. kons.	19	20-25	0-3
prepereli peščeni lapor, poltrdne konsistence	20	30	10
osnova (peščeni lapor) trdne konsistence	22	34	30

Lega podzemne vode je opisana v točki 7.3.2.4.
Z ozirom na predhodno navedene ugotovitve zaključujemo, da je vzroke za porušitev obravnavane pobočne strukture iskati v vplivih površinskih in precejnih vod ter geološki sestavi območja porušitve.
Podrobna razporeditev posameznih slojev raziskanega pobočnega polprostora je vidna v geotehničnih profilih – priloge št. 3 do 5.

7.3.3 PREDLOG SANACIJE PLAZU

Glede na rezultate geotehničnih raziskav in konfiguracijo ter značaj plazu smo mnenja, da je najbolj smotrna trajna zaščita ceste z izvedbo podporne konstrukcije v obliki armirano betonskih (AB) konzolnih mikropilotov, ki jih povezuje konzolna greda s parapetnim zidom. Na horizontalno konzolno AB gredo se izvede novi zgornji ustroj ceste ter uredi površinsko in podzemno odvodnjavanje vozišča v dolžini 100 m.

Normalni prečni profil sanacije JP 892 711:

berma	0.50 =	0.50 m
asfaltna mulda	0.50 =	0.50 m
dvosmerna javna pot	2 × 1.50 =	3.00 m
asfaltna koritnica	0.50 =	0.50 m
Skupaj		**4.50 m**

7.3.3.1 <u>Konzolna pilotna stena - faznost izvajanja del</u>

Izvedba mikropilotne stene se izvaja po naslednjem vrstnem redu:

- Zapora ceste in izdelava delovnega platoja – dela se izvajajo iz ceste.
- Vrtanje pilotnih vrtin premera 400 mm, vgradnja armaturnih košev in betona C25/30. Najprej se izvede notranja vrsta pilotov, da bi delno stabilizirali labilno brežino.
- Izkop in odbitje glav pilotov do kote podbetona vezne grede, vgradnja podbetona, postavitev opaža pod previsni del grede, vezanje armature, opaženje in betoniranje grede in parapetnega zidu z betonom C25/30.
- Vgradnja drenaže, zasip vezne grede z utrjenim drobljenim kamnitim materijalom in vgradnja novega zgornjega ustroja ceste.
- Ureditev površinskega odvodnjavanja območja plazu.

7.3.3.2 Opis tehnologije izvajanja podporne konstrukcije

Vrtalna dela se lahko izvajajo iz kote asfalta ceste. Smer izvajanja pilotov je poljubna, oziroma odvisna od dovoza betona za pilote. Glede na pomanjkanje prostora se bo lahko vrtanje izvajalo prečno na os pilotne stene.
Širina utrjenega delovnega platoja pilotov mora biti najmanj 4,0 m, po njegovi izvedbi se lahko izvede zakoličba pilotov. Izkopani in izvrtani materijal je potrebno deponirati tako, da ne ogroža že tako labilne brežine. Po izvedeni sanaciji se zunanji rob delovnega platoja primerno oblikuje in izvede rekultivacija prizadetih površin.
Zaščitna podporna konstrukcija je zamišljena kot povezan sistem AB mikropilotov premera 400 mm, ki so najmanj 2.50 m uvrtani v stabilno hribino. Točno koto dna pilota določi geotehnični nadzor.
Tlorisno se piloti prilagajajo poteku zunanjega roba ceste pred porušitvijo. Predvidenih je 136 pilotov dolžine po 4.50 m, 5.50 m in 6.5 m na medosni vzdolžni razdalji 1.70 m (56 pilotov od vrha dol) in 1.20 m (80 pilotov od spodaj proti vrhu) v dveh zamaknjenih vrstah, ki se izvedeta na medosni razdalji 1.00 m. Skupna dolžina pilotne stene je 96.0 m. V vrtino se vgradijo armaturni koši, glave pilotov se povežejo z AB konzolno gredo, širine 190 cm in debeline 50 cm, ki ima na zunanji strani (proti porušitvi) zaključni parapetni zid, višine 50 cm in debeline 40 cm. Na stiku parapetnega zidu z gredo se izvedejo izcednice (barbakane) iz cevi PE Ø50 mm, na razdalji 2.0 m.

Kvaliteta betona grede in parapetnega zidu je C25/30, D_{max}=16mm; XD3, XF4, PVII.
Na parapetni zid se vgradi jeklena varnostna ograja JVO N2 W4.
Piloti se izvedejo iz betona C25/30; D_{max}=16mm; XC2, XD3, XF1. Armatura je B500B.
Zaščitni sloj betona pri pilotih je 4 cm, pri gredi in parapetnemu zidu pa 5 cm.
Po zabetoniranju in dosežni trdnosti betona grede se vgradi zaledni zasip iz kamnitega materiala KG 0-63 ter tamponskega drobljenca TD 0-32. Vgrajevanje in komprimacija se izvaja po plasteh debeline 20 cm; zemljine zasipa naj bodo zgoščene na vrednost modula deformacije Ev_2 = 100 MPa.

7.3.3.3 Opaži

Za pilotno gredo in parapetni zid je potrebno uporabiti ustrezne dvostranske vezane opaže.
Vse vidne površine je potrebno izvajati z gladkimi in kvalitetnimi prefabriciranimi opaži, ki zagotavljajo estetski izgled konstrukcije. Opaž je potrebno ustrezno pritrditi, tako da ne pride do deformacij med betoniranjem in vibriranjem. Pred betoniranjem je potrebno vgraditi potrebne elemente sidrišča in razcepno armaturo.
Vse vidne robove je treba posneti s kotno letvijo 2 x 2 cm.

7.3.3.4 Beton in armatura

Betonska dela so razdeljena v naslednje faze:

- Betoniranje pilotov s kontraktorjem in črpnim betonom kvalitete C25/30; D_{max}=16mm, XC2, XD3, XF1.
- Vgradnja podbetonov C16/20, v debelini 5 cm pod pilotno gredo,
- Betoniranje pilotne grede in parapetnega zidu z betonom C25/30; XD3; XF4, PVII, D_{max}=16 mm.

Armatura: B500B (rebrasta).

7.3.3.5 Izvedba zasipov in nasipov ter zgornjega ustroja ceste

- vrsta ceste: Malo prometne ceste PLDP < 500 voz/dan
- največji vzdolžni nagib: s_{maks} = 20,00%
- načrtovana doba trajanja: 20 let
- povprečni letni prirast: 1%.
- srečanje osebno vozilo – avtobus (razširitev 18 cm – R250 in 34 cm – R130)

Horizontalni elementi:

Projektna hitrost	Vp	30 km/h
min. horizontalni radij	R_{min}	130 m

Vertikalni elementi:

Projektna hitrost	Vp	30 km/h	
min. vertikalni konveksni radij	R_{minKV}	400 m	$R_{min\ UPOR}$ =450 m
min. vertikalni konkavni radij	R_{minKK}	300 m	$R_{min\ UPOR}$ =400 m

Prečni profil

Berma	0.50 m
Asf. Mulda	0.50 m
Vozni pas	3.00 m
Koritnica	0.50 m
Skupaj	4.50 m

Prečni nagib asfaltnega vozišča v naselju od 2,5%.

Podlaga:
- hidrološki pogoji: neugodni
- material: ClM na globini 80 cm
- CBR = 5,0%
- klimatski pogoji - globina zmrzovanja h_m = 80 cm

Po doseženi trdnosti pilotne stene se lahko vgradi novi zgornji ustroj ceste. Za nasipni material se uporabijo kamniti drobljenec, katerega kvaliteta mora v vseh pogledih ustrezati veljavnim tehničnim prepisom in standardom.
Vgrajevanje zemljin nasipa naj se vrši po plasteh debeline po 20 cm, s tem, da se nosilnost in gostota vsakega vgrajenega sloja preverja s krožno ploščo in izotopno sondo.
Tekoča kontrola nosilnosti se izvaja na planumu tampona s krožno ploščo po standardu DIN 18134.

Glede na primerno odpornost kamnitega materiala v posteljici ter raščenega materiala proti učinkom mraza in glede na neugodne hidrološke pogoje na trasi obstoječe ceste lahko preverimo minimalno potrebno debelino vozišče konstrukcije:

Odpornost materiala proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja	Hidrološki pogoji	Debelina vozišče konstrukcije - hmin	
		do nadmorske višine 600 m	nad nadmorsko višino 600 m
odporen	ugodni	>= 0,6 hm	>= 0,7 hm
	neugodni	>= 0,7 hm	>= 0,8 hm
neodporen	ugodni	>= 0,7 hm	>= 0,8 hm
	neugodni	>= 0,8 hm	>= 0,9 hm

$h_m = 80$ cm
$h_{min} > 0.8 \times h_m$
$h_{min} > 0.8 \times 80$ cm $= 64$ cm
$h > h_{min}$
68 cm > = 64 cm

Izbrana vozišča konstrukcija:

8,0 cm	AC 16 surf B70/100 A4 - Z2
20,0 cm	Tamponski drobljenec TD 0/32, $E_{v2} = 100$ MPa.
40,0 cm	Kamnita posteljica KG 0/63, $E_{v2} = 80$ MPa
68,0 cm	SKUPAJ

7.3.3.6 Ureditev površinske odvodnje ceste

Vse površinske vode se speljejo v asfaltno muldo (notranji rob ceste) in asf. koritnico (zunanji rob) ter iz njih v šest vtočnih jaško V.J. iz BC Ø50 cm z LTŽ rešetko 400×400 nosilnosti D400. Trije jaški so na muldi, trije pa na koritnici.
Iz V.J. se vode speljejo v cestne prepuste in dalje v odvodnjo iz polnih cevi PE DN 315 SN8 in izpustne glave na hudourniške kanalete ter na brežino pod cesto.

7.3.3.9 Humuziranje

Da bi zavarovali brežine nasipov pred erozijo je potrebno izvesti humusiranje z utrjevanjem in kvalitetno zatravitvijo. Debelina humusa naj bo najmanj 10 cm. Potrebno je opraviti najmanj eno košnjo pred predajo objekta.

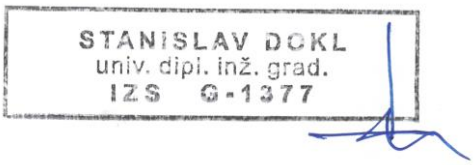
7.3.3.10 Tehnična izvedba sanacije

Pri vseh delih mora izvajalec upoštevati ustrezne tehnične predpise in standarde ter pravila stroke. Prav tako mora upoštevati vsa določila iz varstva pri delu, ki se nanašajo na izvedbo sanacijskih del.

7.3.4 ZAKLJUČKI

Lega opisanih elementov sanacije je vidna v grafičnih prilogah. Pred izvedbo sanacijskih del je potrebno preveriti, če je stanje plazu takšno kot v času izvajanja terenskih raziskav.
Sanacijo bo možno izvajati ob popolni zapori vozišča.
Sanacijska dela se lahko izvajajo samo ob stalnem geomehanskem in strokovnem nadzoru.

Sestavil:
Stanislav Dokl, univ.dipl.inž.grad.



7.4 STABILNOSTNE IN GEOSTATIČNE ANALIZE

7.5 OCENA STROŠKOV SANACIJE PLAZU

7.6 GRAFIČNE PRILOGE