PRILOGA 1C

NASLOVNA STRAN NAČRTA
Elaborat
20.1 Geološko - geomehanski elaborat

PODATKI O GRADNJI		
naziv gradnje		**Sanacija plazu in rekonstrukcija ceste R3-708/1330 Zgornja Kungota – MP Plač od km 5,000 do km 5,200**
kratek opis gradnje		
VRSTE GRADNJE	☐	**NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT**
označiti vse ustrezne vrste gradnje	☐	**NOVOGRADNJA - PRIZIDAVA**
	◉	**REKONSTRUKCIJA**
	☐	**SPREMEMBA NAMEMBNOSTI**
	☐	**ODSTRANITEV CELOTNEGA OBJEKTA**
	☐	**LEGALIZACIJA**
	☐	**MANJŠA REKONSTRUKCIJA**
PODATKI O PROJEKTNI DOKUMENTACIJI		
vrsta dokumentacije		**PZI**
številka projekta		**047-24**
PODATKI O NAČRTU		
strokovno področje načrta		**Elaborat**
naziv načrta		**20.1 Geološko - geomehanski elaborat**
številka načrta		**047-24-201**
datum izdelave		**marec 2025**
datum spremembe		
PODATKI O PROJEKTANTU NAČRTA		
projektant načrta (naziv družbe)		**AC&P INŽENIRSKI BIRO d.o.o.**
naslov		**Tovarniška cesta 26, 5270 Ajdovščina**
odgovorna oseba projektanta načrta		**ANDRAŽ CEKET**
podpis odgovorne osebe projektanta načrta		AC&P inženirski biro Tovarniška c. 26 / 5270 Ajdovščina
PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA		
ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja		**ANDRAŽ CEKET, univ.dipl.inž.grad.**
identifikacijska številka		**G - 2435**
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja		ANDRAŽ CEKET univ.dipl.inž.grad. IZS G-2435

NASLOVNA STRAN

20.1 Geološko - geomehanski elaborat

INVESTITOR	**Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo** **Hajdrihova ulica 2A** **1000 Ljubljana**
OBJEKT	**Sanacija plazu in rekonstrukcija ceste R3-708/1330 Zgornja Kungota – MP Plač od km 5,000 do km 5,200**
VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	**PZI**
ZA GRADNJO	**Rekonstrukcija**
PROJEKTANT IN ODGOVORNA OSEBA PROJEKTANTA	AC&P inženirski biro d.o.o. **Tovarniška cesta 26, 5270 Ajdovščina** **ANDRAŽ CEKET**
POOBLAŠČENI INŽENIR	**ANDRAŽ CEKET, univ.dipl.inž.grad.** G - 2435
VODJA PROJEKTA	**ANDRAŽ CEKET, univ.dipl.inž.grad.** G - 2435
ŠTEVILKA NAČRTA	**047-24-201**
KRAJ IN DATUM IZDELAVE	**Ajdovščina, marec 2025**







KAZALO VSEBINE NAČRTA št. 047-24-201

S.6 DOKUMENTACIJA O REVIZIJI/RECENZIJI PROJEKTA ... 3

T.1 TEHNIČNI DEL ... 6

T.1.1 TEHNIČNO POROČILO ... 6
T.1.1.1 Splošno ... 6
T.1.2 GEOLOŠKO – GEOMORFOLOŠKI OPIS OBMOČJA ... 7
T.1.3 INŽENIRSKO GEOLOŠKO KARTIRANJE ... 8
T.1.3.2 Tip tal v skladu z EC8 ... 10
T.1.4 HIDROGEOLOŠKE RAZMERE ... 11
T.1.5 RAZLOGI ZA PLAZENJE ... 11

T.2 GEOMEHANSKE RAZISKAVE ... 12

T.2.1 SPLOŠNO ... 12
T.2.1.1 Terenske raziskave ... 12
T.2.1.2 Raziskovalno vrtanje ... 12
T.2.1.3 Nivo talne vode ... 21
T.2.1.4 Sondaže DPL ... 21
T.2.1.5 SPT testi ... 21
T.2.2 INKLINOMETRSKE MERITVE ... 22
T.2.3 LABORATORIJSKE PREISKAVE ... 22
T.2.4 POVRATNA STABILNOSTNA ANALIZA ... 23
T.2.5 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI GEOMEHANSKIH PARAMETROV ... 23

T.3 SANACIJSKI UKREPI ... 24

T.3.1 SPLOŠNO ... 24
T.3.2 PODPORNE KONSTRUKCIJE ... 24

T.4 POGOJI ZA IZVEDBO ... 25

T.4.1 PODPORNE IN OPORNE KONSTRUKCIJE ... 25
T.4.1.1 Gabionske konstrukcije ... 25
T.4.1.2 Pilotna stena ... 26
T.4.2 ZASIPI, NASIPI, PLATOJI ... 27
T.4.3 ODVODNJAVANJE ... 27
T.4.4 EROZIJSKA IZPOSTAVLJENOST ... 27

T.5 VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE ... 28

T.5.1 OBSTOJEČA VOZIŠČNA KONSTRUKCIJA ... 28
T.5.2 DIMENZIONIRANJE VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE ... 28
T.5.2.1 Prometna obremenitev ... 28
T.5.3 NOVA VOZIŠČNA KONSTRUKCIJA ... 29
T.5.3.1 Minimalne debeline cestnega ustroja ... 29
T.5.4 PREDLOG IZVEDBE REKONSTRUKCIJE CESTE ... 29

T.6 STATIČNI IZRAČUN ... 30

T.6.1 SPLOŠNO ... 30
T.6.1.1 Vhodni podatki in robni pogoji ... 30
T.6.2 POVRATNA STABILNOSTNA ANALIZA ... 30

P PRILOGE ... 33

P.1 REZULTATI DPL TESTOV ... 33
P.2 REZULTATI LABORATORIJSKIH PREIZKUSOV ... 34

G RISBE ... 35

S.6 DOKUMENTACIJA O REVIZIJI/RECENZIJI PROJEKTA

ZABELEŽKA RECENZIJSKE RAZPRAVE

Poročilo o pregledu projektne dokumentacije

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	S.1	

Izjava o dopolnitvi PROJEKTNE dokumentacije po recenziji

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	S.1	

T.1 TEHNIČNI DEL

T.1.1 TEHNIČNO POROČILO

T.1.1.1 Splošno

Na osnovi naročila naročnika Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo, smo za potrebe projekta Sanacija plazu in rekonstrukcija ceste R3-708/1330 Zgornja Kungota – MP Plač od km 5,000 do km 5,200 na izvedli terenske preiskave tal, inženirsko geološko kartiranje terena ter preučili sestavo temeljnih tal.

Namen raziskav je bil na osnovi terenskih in laboratorijskih raziskav opredeliti sestavo in karakteristike tal ter podati optimalni predlog sanacije plazu, ki je sprožen vsled ujme leta 2023. Elaborat podaja geološko – geomehanske pogoje za namene stabilizacije plazovitega območja in sanacije prometnice.

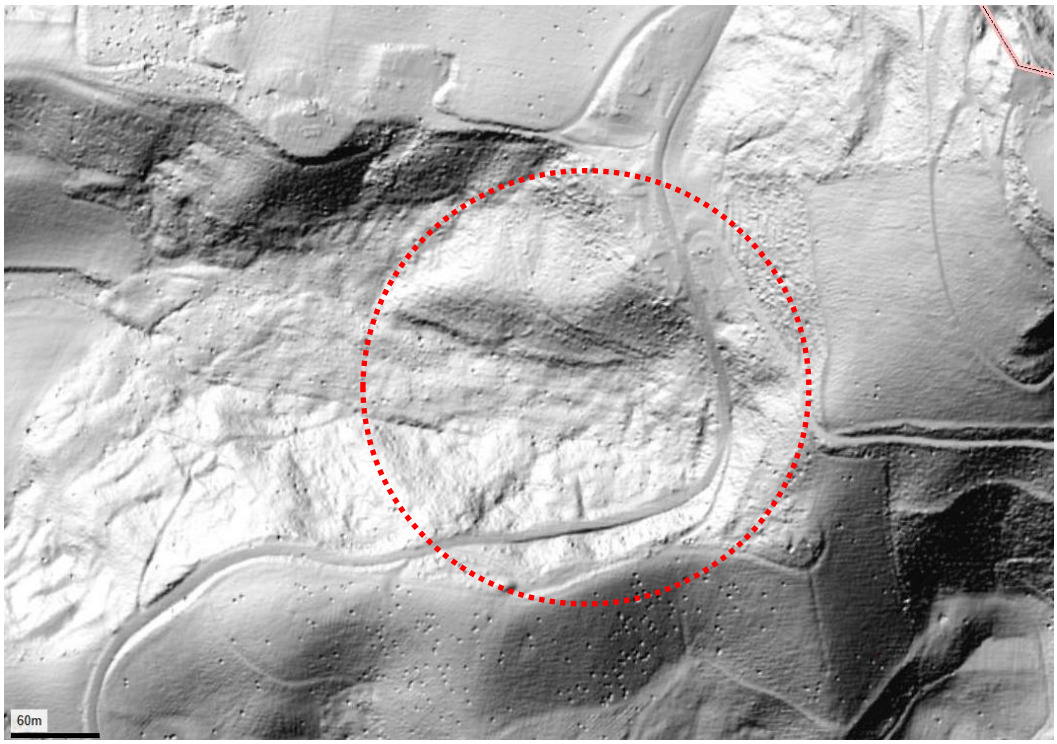


Slika 1: Lokacija obravnavane rekonstrukcije (izrez ni v merilu)



Slika 2: Območje obdelave (izrez ni v merilu).

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.1	



Slika 3: Senčen relief območja – LiDAR (izrez ni v merilu)

T.1.2 Geološko – geomorfološki opis območja

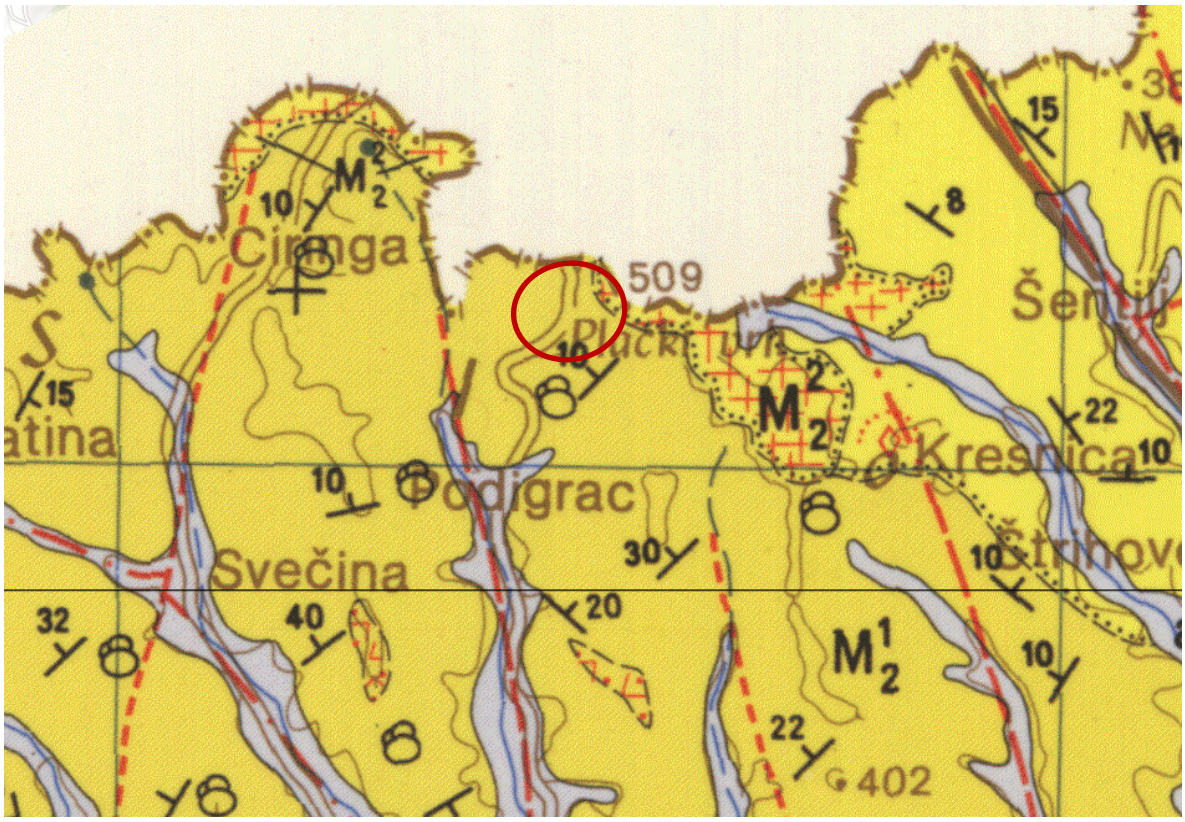
Obravnavana lokacija leži v bližini naselja Šentilj, v bližini meje z Avstrijo. Geološko podlago ozemlja tvore miocenski skladi, in sicer zapeščeni laporji in peščenjaki helvetisjke starosti.

Območje je gričevnato in pogozdeno, nahaja se na nadmorski višini od cca. 390 – 415 m m.n.v. Teren vpada proti zahodu v generalnemu naklonu od 10 do 25°. Na širšemu območju je vidna množica večjih in manjših plazov, kar nakazuje na dovzetnost širšega območja k plazenju.

Mikrolokacija gradnje se nahaja v območju večje naravne grape v obliki amfiteatra. Celotna grapa je izoblikovana delovanjem pobočnih procesov – plazenja in lezenja. Prometnica se razteguje po obodu položnega dela grape. Nad prometnico se grapa zaključi v strmi in mestoma visoki brežini v naklonu do 40°.

Vzdolž obravnavane prometnice so vidni aktivni znaki plazenja in lezenja, maksimalni premiki so koncentrirani v osi grape – v območju, kjer je zaledna brežina najvišja.

V tektonskem smislu pripada obravnavani prostor tektonski enoti Slovenske gorice. Na širšemu območju geološko podlago tvore spodnje miocenski skladi (t.i. Ivniške plasti), ki predstavljajo peščeni lapor, peščenjak pesek in konglomerat. Peščenjak se pojavlja v obliki pol debeline od 5 – 70 cm. V območju gradnje podlago večinoma sestavlja peščeni lapor in mehkejše ter tenke plasti peščenjaka. Barva helvetijskih skladov je siva do modro siva, v preperelemu stanju pa rjava.



Slika 4: OGK SFRJ – List Maribor in Leibnitz

T.1.3 Inženirsko geološko kartiranje

Lokacija gradnje se nahaja v bližini naselja Zg. Kungota oziroma Šentilj. Plaz, približne širine 70,0 m, ki se je sprožil vsled ujme (2023) se razteguje vzdolž regionalne ceste R3-708 od cca. km. 5,075 do km. 5.150. Sekundarni in manjši odlomni robovi so vidni vzdolž celotne obravnavane trase, in sicer na brežini nad prometnico ter na nasipni strani prometnice.



Slika 5: Plaz po ujmi 2023

Kot je razvidno iz fotografskega gradiva je vozišče porušeno, širše pa močno poškodovano. Pojavljajo se razpoke vsled plazenja/posedanja, mrežaste razpoke zaradi neustreznega – dotrajanega spodnjega cestnega ustroja in razpoke, ki potekajo prečno na cestišče.

Nižje po »grapi« je vidna množica sekundarnih odlomih robov, kar nakazuje na globino in obseg plazenja. Dodatno se vzdolž grape (posebej v spodnjemu – položnemu delu) pojavljajo močila. Nad cesto so vidni usadi/plazovi globine do 3,0 m, le ti so aktivirani kot posledica premikov nižje v grapi.

Debli nanosi nasipnega materiala nakazujejo na konstantne in znatne premike v preteklosti, saj debelina nasipa sega do 9,0 m. Nasutje je (podobno kot deluvialni material) značilno slabo konsolidirano zaradi konstantnih premikov. Nasuti material večinoma predstavlja zapeščeni in zameljeni grušč litotamnijskega apnenca, ki izvira iz bližnjega (manj kot 3,0 km) kamnoloma Pruh. Tako je prometnica, ki je nekoč bila makadamske izvedbe večkrat sanirana z izvedbo nasipov. Po ujmi je prometnica prav tako sanirana z izvedbo nasipa debeline do 2,0m in prenovo asfalta. Vse geološke danosti nakazujejo, da prometnica poteka po telesu obsežnega in aktivnega paleo-plazu.



Slika 6: od leve proti desni: a) Močilo v položnemu delu grape, b) Sekundarni odlomni robovi pod prometnico c) Kanal v gozdu pod prometnico na dnu brežine d) kanal ob prometnici na vkopni strani.

V km. 5.168 je na vkopni strani mešanega profila prometnice izveden starejši vodohran-vodno zajetje, ki je dotrajano ampak neporušeno in v uporabi več kot 80 let – lahko sklepamo na stabilnost ozemlja v območju vodohrana.



Slika 7: Dotrajano vodno zajetje-vodohran

Geološko sestavo v območju plazenja predstavlja debela plast nasutja in nasipa, plast deluvija in preperine (zapeščen melj in glina) ter preperela in trdna lapornata podlaga. Le- ta je značilno neobstojna v stiku z vodo, kar je (z upoštevano debelino nasutja in naklonom terena) bistven vzrok plazenja.

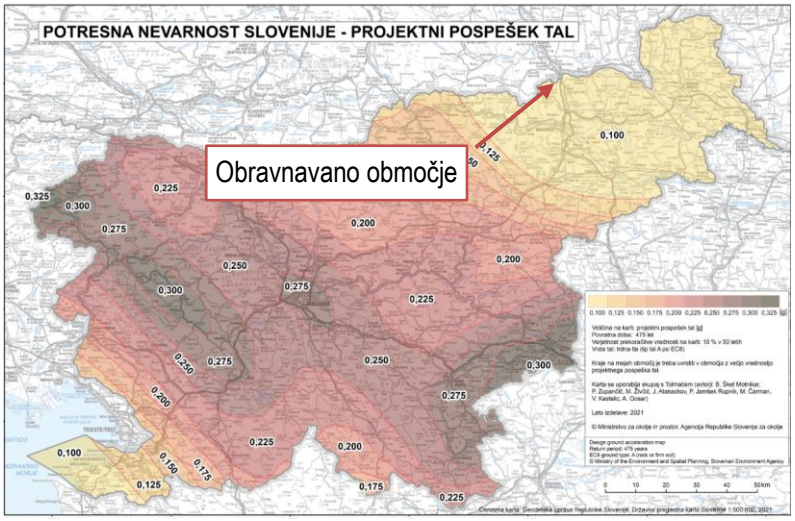
Vse aktivne in starejše pobočne procese (plazove) ter bistvene geološke pojave smo prikazali na pregledni geološki situaciji. Odlomni robovi plazov so na cestišču izraziti, smeri premikov pa sledijo vpadu pobočja.

T.1.3.2 Tip tal v skladu z EC8

Projektni pospešek tal je po EC8 (evropski standard Eurocode 8) enak vršnemu (ali največjemu) pospešku tal. To je največja absolutna vrednost zapisa pospeška na prostem površju. Projektni pospešek tal je določen za povratno dobo 475 let, ki ustreza verjetnosti 90%, da vrednosti ne bodo presežene v 50 letih.

Glede na potresni vpliv uvrščamo tla na območju v tip E (Profil tal, kjer površinska aluvialna plast debeline med okrog 5 in 20 metri z vrednostmi vs,, ki ustrezajo tipoma C ali D, leži na bolj togem materialu z vs, > 800 m/s.).

Na obravnavanem območju lahko pričakujemo seizmične pospeške 0,100 g. Podatki so povzeti po »Novi karti potresne nevarnosti Slovenije – projektni pospešek tal (2021)«.



Slika 9 Karta potresne nevarnosti Slovenije – projektni pospeški tal.

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.1	

T.1.4 Hidrogeološke razmere

Padavinska voda se preceja skozi bolj prepustne plasti umetnega nasipa in deluvija in posledično preperele podlage kjer se zaradi slabega koeficienta prepustnosti sivice nabira in povzroča hitro preperevanje. Podzemna voda je v geološkem stolpcu vezna na deluvialni, nasipni in vrhnji del preperele pretrte podlage (prehodi v glino), v podlagi se podzemna ne pojavlja zaradi slabe prepustnosti miocenskih skladov. Po močnemu deževju se podzemna voda lahko dvigne skoraj do kote terena. Nevarnost plazenja na območju povečana predvsem po obdobjih močnejšega deževja.

V sklopu izvedbe geomehanskih preiskav smo opazovali pojavljanje podzemne vode v vrtinah. Bistvene razmočene cone so se pojavile v umetnemu nasutju, kjer tangira voda iz zalednega jarka in na kontaktu z preperelo podlago.

Na obravnavanem območju je odvodnjavanje meteorne vode urejeno s sistemom jarkov, muld in prepustov. Na lokaciji je trenutno aktiven le en prepust – v km.4.985. Višje po trasi je izvedeno lokalno vodno zajetje – vodohran, ki je aktivno ampak dotrajano.

Na spodnji strni ceste se pojavljajo močila, posebej v območju položnejšega dela grape (izven območja paleo – plazu), mestoma so vidni znak izviranja vode po večjih padavinskih dogodkih. Tako so na dnu brežin grape ustvarjeni kanali – hudourniške struge, globine do 3,0 m.

S preučitvijo hidrogeoloških razmer ugotavljamo, da so na obravnavanem območju razmere iz vidika stabilnosti območja neugodne. Potrebna je izvedba učinkovitega sistema odvodnjavanja vode iz problematičnih plasti in struktur, na primer globoka drenaža na vkopni strani prometnice, da preprečimo zatekanje vode iz jarka. Izvedba del, zaradi hitrosti preperevanja raščenega materiala mora biti skrbno načrtovana; temeljna tla (in zasipni ali nasipni material iz izkopa) po izkopu nikakor ne smejo biti v daljšem kontaktu z vodo.

Globina zmrzovanja na območju znaša h_m = 0,85 m, kar je potrebno upoštevati pri načrtovanju sanacije plazu in načrtu cestnega ustroja.

T.1.5 Razlogi za plazenje

Na podlagi geološko geomehanskih raziskav, povratnih stabilnostnih analiz, laboratorijskih preiskav, pregleda izvedenih del in opazovanja razvoja premikov plazu smo izdelali geološko-geomehanski model območja. Odlomni robovi plazu segajo približno do vrha strme brežine na vkopni strani prometnice, izrivni robovi pa segajo daleč (>60 m) v grapo. Zaradi plazu je bil del vozišča uničen, Na širšem območju so vidni znaki aktivnih premikov (odlomni robovi, ukrivljena vegetacija, močila etc.).

Menimo, da je glavni razlog za plazenje na območju izjemna debelina tako deluvialnega kot nasipnega sloja v povezavi z visoko lego podzemne vode, ki katalizira pobočne procese. Bistveno je zavedati se, da celotna cesta poteka po telesu paleo-plazu, materialne karakteristike in konsolidiranost material le – tega so nizke in v povezavi z vodo zelo dovzetne k premikanju. Za sanacijo celotnega območja pred plazenjem, bi bilo potrebno zaustaviti plazenje na območju državne ceste, z ustrezno konstrukcijo bi bilo treba zaustaviti zdrse nad državno cesto, saj material zgoraj nima več opore. Celotna sanacija bi pomenila tudi rekultivacijo labilnega območja daleč pod državno cesto, izven vplivnega območja ceste.

T.2 GEOMEHANSKE RAZISKAVE

T.2.1 Splošno

S projektno nalogo naročnika DRSI je zahtevano, da se zagotovi trajna stabilnost območja državne ceste R3-708/1330 Zg. Kungota – MP Plač od km 5,000 do km 5,200. V ta namen smo izvedli inženirsko geološki pregled obravnavnega območja, geotehnične sondažne vrtine, preiskave standardnih dinamičnih penetracij in preiskave z dinamičnim penetrometrom, ter odvzeli vzorce zemljin in hribin za analizo v geomehanskem laboratoriju.

T.2.1.1 Terenske raziskave

V skladu s projektno nalogo, popisom del in pravil stroke je program geološko – geotehničnih raziskav obsegal:

- Izvedbo devetih (9) raziskovalnih vrtin
- Izvedbo SPT testov v raziskovalnih vrtinah
- Inženirsko geološko kartiranje terena

T.2.1.2 Raziskovalno vrtanje

Geotehnično vrtanje se je izvajalo od 6. 2. do 13. 2. 2025, z vrtalno garnituro »Hydra Joy 2«. Vrtanje se je izvajalo na suho, s 100% jedrovanjem, v suhem vremenu. Izvrtanih je bilo 9 geotehničnih sondažnih vrtin do približno 10 m. Podajamo splošen geomehanski model in slike vrtin:

- cestni nasip (peščen grušč, mestoma zaglinjen) (siGr- GrW), debeline do 5,0 m
- deluvij in preperina – srednje stisljive meljne gline (ClM-ClL) z vložki grušča debeline do 5,0 m
- siv lapor, suh, srednje penetrabilen, se nahaja na globinah od 4 do 9 m

V nadaljevanju je predstavljena geološka sestava posameznih vrtin.



Slika 10: V-1

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.2	

VRTINA V-2: 0,0 m – 8,3 m



Slika 11: Vrtina V-2

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.2	

VRTINA V-3: 0,0 m – 11,0 m



Slika 12: Vrtina V-3

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.2	



Slika 13: Vrtina V-4

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.2	

VRTINA V-5: 0,0 m – 10,0 m



Slika 14: Vrtina V-5

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.2	



Slika 15: Vrtina V-6

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.2	

VRTINA V-7: 0,0 m – 8,0 m



Slika 16: Vrtina V-7

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.2	



Slika 17: Vrtina V-8

št. odseka:	arhivska št.:	vrsta dokumentacije:	šifra pril:	prostor za črtno kodo:
1330	0005.00	004. 2452	T.2	

VRTINA V-9: 0,0 m – 5,0 m



Slika 18: Vrtina V-9

T.2.1.3 Nivo talne vode

Med vrtanjem se je talna voda pojavila v vrtinah V-1, V-2, V4, V5 in V-7. Globine gladin podzemne vode so podane v preglednici spodaj. Večje količine vode se lahko pojavijo po močnejšem deževju, takrat se lahko nivo talne vode tudi zviša.

Oznaka	*globina podz. Vode*
[-]	*[m]*
V-1	***3,4***
V-2	***7,3***
V-4	***3,0***
V-5	***5,6***
V-7	***5,3***

Preglednica 1: globina podzemne vode

Podzemna voda je merjena 13.02.2025, v vrtinah, kjer zaradi oviranja prometa ni bilo mogoče vgraditi piezometer/inklinometer nismo izvedli meritve nivoja podzemne vode (vrtine so po vrtanju bile zasute). Le -te so v času vrtanja bile suhe oziroma so se pojavljali le razmočeni horizonti, bistvenih dotokov ni bilo. Z upoštevanjem pojava razmočenih horizontov in dejanskih meritvi (v suhemu obdobju) lahko sklepamo, da se gladina podzemne vode ob dežju lahko bistveno dvigne.

T.2.1.4 Sondaže DPL

Na obravnavanem območju je bilo izvedenih skupaj sedem (7) DPL testov – test z lahkim dinamičnim penetrometrom (mikrolokacije preiskav so razvidne v grafičnih prilogah). Vse sondaže smo izvedli do preseženega upora pod konico oziroma do števila udarcev, ki bi lahko poškodovali opremo.

Sondaže so bile izvedene v namen določevanja globine do trdne kaminske podlage in karakteristik tal. Uporabljena je oprema proizvajalca: »Minnesota Department of Transportation« - Dynamic Cone Penetrometer (DCP); dimenzije, korelacije, metode ter izračune lahko preberete na povezavi: http://www.dot.state.mn.us/materials/researchdocs/User_Guide.pdf

Oznaka sondaže	*Dosežena globina*
DPL-1	***3,8 m***
DPL-2	***1,0 m***
DPL-3	***0,6 m***
DPL-4	***2,2 m***
DPL-5	***2,8 m***
DPL-6	***3,9 m***
DPL-7	***2,2 m***

Preglednica 2: sondaže DPL

Preiskavi DPL-2 in DPL-3 sta bili izvedeni na severnem strmem pobočju nad državno cesto, kar potrjuje, da se hribina nahaja plitvo pod deluvijalnim pokrovom. DPL-1 in DPL-6 sta bili izvedeni ob zalednem robu ceste in nakazujeta podlago globini približno 4 m. Material je do te globine v razmeroma rahlem stanju, saj število udarcev v povprečju ni preseglo 7 za penetracijo 10 cm.

T.2.1.5 SPT testi

Preiskave s standardnim penetracijskim preizkusom so bile izvedene z vrtalno garnituro »Hydra Joy 2« za sondažno vrtanje, opremljeno z opremo za izvedbo preiskave SPT. Korekcijski koeficient prenosa energije (k_{60}) opreme za izvedbo testa znaša 1,017. Za izvedbo testa je bila uporabljena konica.

SPT testi so bili izvedeni v raziskovalnih vrtinah, rezultati so prikazani v spodnji preglednici:

vrtina	*penetracija*	*globina*	*št. udarcev*
		m	*N (15/15/15cm)*
V-1	***SPT1-1***	2,50	5/4/6
V-1	***SPT1-2***	5,20	60 ud – 11 cm
V-3	***SPT3-1***	4,00	4/4/3
V-3	***SPT3-2***	6,00	12/15/18
V-4	***SPT4-1***	6,00	5/5/6
V-5	***SPT5-1***	5,10	2/30/6 – skalni blok
V-6	***SPT6-1***	5,50	4/5/7
V-6	***SPT6-2***	9,60	38/60 ud 14 cm
V-7	***SPT7-1***	4,00	10/7/7
V-8	***SPT8-1***	3,60	3/4/8
V-8	***SPT8-2***	9,00	60 ud – 7 cm

Preglednica 3: Rezultati SPT testov

V nadaljevanju podajamo izračunate vrednosti geomehanskih parametrov (na podlagi SPT -testov). i. Pri izbiri geomehanskih karakteristik tal (poglavje 3.3.) smo upoštevali vrednosti pridobljene vrednotenjem SPT preizkusov v povezavi z rezultatih ostalih preiskav, stabilnostnih analiz in inženirsko geološkega pregleda lokacije.

Sloj	*El. Modul (kg/cm²)*	*Drenirana prostor. teža (kN/m³)*	*Strižni kot φ (°)/C_u (kPa)*
Deluvij	60 - 40	18,0-19,5	70-150 (kPa)
Nasutje	120 - 220	18,0 -20,0	29-31 (°)
Močno preperela podlaga	350 - 410	22,0	>330 (kPa)
Kompaktna podlaga	>1000	25,0	/

Preglednica 4: Bistveni parametri – vrednotenje SPT testov

Pri končni izbiri geomehanskih parametrov smo upoštevali tudi nabor ostalih preiskav, variabilnost in načelo varnega pristopa. Določeni rezultati so izvzeti zaradi pojavljanja sklanih blokov tokom izvedbe testa oziroma zaradi heterogenosti tal.

T.2.2 Inklinometrske meritve

Dne, 13.2.2025 smo izvedli inklinometrske meritve v vrtinah: V-1, V2, V4 in V5 kjer je bila izvedena nulta meritev. Celotno poročilo inklinometrskih meritev bomo oddali naknadno, - po izvedbi prve meritve - saj smatramo da v tem času še ni prišlo do posedanj terena.

T.2.3 Laboratorijske preiskave

Na podlagi zahtev projektne naloge in ugotovitev v času vrtalnih del so bili za potrebe določitve geomehanskih karakteristik odvzetih 4 vzorci za analizo v laboratoriju za mehaniko zemljin in hribin podjetja Geoinženiring, d. o. o. Opravljen so bile sejalne analize in direktni strižni preizkusi.

PREGLEDNICA REZULTATOV PREISKAV GEOTEHNIČNIH PARAMETROV ZEMLJIN

Vzorec				Klasifikacija	Vlažnost	Gostota		Gostota zrnja	Lezne meje				Zmavost						Trdnost zemljine				Deformabilnost zemljine							VDP	
ID vzorca	Oznaka sonde	Datum odvzema	Globina od - do	opis zemljine / hribine		Narava	Suha		Plast.	Žrk.	Indeks plast.	Indeks kons.	koef. enakom.	koef. unkv.	gamoz	pesek	meš. glina	VDP Hazen	VDP USBR	Enoosna		Neodv. strižna	Direktni strig	Obremenilne stopnje σ				ind. slišljivosti	ind. nadzorne.	sprem. h.p. (povpr.)	konst h.p.
																				zepni.	lab.	Fall cone		50	100	200	400				
					w	ρ	ρ_s	ρ_s	w_p	w_L	I_p	I_c	C_u	C_u	> 2	< 2, > 0,063	< 0,063	k		$q_{u,z}$	q_u	c_{uk}	φ'	c'	E_{ed}				Cc	Cs	k_{10}	
			(m)		(%)	(Mg/m³)	(Mg/m³)	(Mg/m³)	(%)	(%)	(%)						(%)	(m/s)	(m/s)	(kPa)	(kPa)	(kPa)		(°)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)			(m/s)	(m/s)
GI-25-182	V-2	4.02.2025	3,50	CIV, zelo visoko plastična glina, trdne kons.	31,5	1,85	1,40		32	74	42	1,01								215				21,7	12,2								
GI-25-183	V-3	6.02.2025	3,50	SIV, zelo visoko plastičen melj, trdne kons.	37,3	1,74	1,27		45	73	28	1,27								245				26,3	11,1								
GI-25-184	V-4	6.02.2025	4,70	SIV, zelo visoko plastičen melj, lgn. kons.	48,3	1,69	1,14		44	91	47	0,90								145				22,4	18,6								
GI-25-185	V-4	6.02.2025	6,50	CIM/CIH, srednje/visoko plastična glina, trdne kons.	14,8	1,77	1,54		23	50	27	1,31								600				27,9	11,5								
			standard:	privzeto TSPI PG.05.200:2021/USCS za zemljine, sicer navedeno	SIST EN ISO 17892-1:2015	SIST EN ISO 17892-2:2015		SIST EN ISO 17892-3:2016	SIST EN ISO 17892-12:2018				SIST EN ISO 17892-4:2017								SIST EN ISO 17892-7:2018	SIST EN ISO 17892-6:2017		SIST EN ISO 17892-10:2019		SIST EN ISO 17892-5:2017						SIST EN ISO 17892-11:2019	
				količina:	4	4		0	4				0							4	0	0		4		0						0	0

Rezultati laboratorijskih preiskav so primerljivi z rezultati povratnih stabilnostnih analiz. Višje vrednosti kohezije pri laboratorijskih preiskavah pripisujemo prisotnosti drobcev in/ali peska hitrejši izvedbi direktnih strižnih preiskav.

Poročilo o preiskavah se nahaja v prilogi elaborata.

T.2.4 Povratna stabilnostna analiza

Povratna stabilnostna analiza je opravljena na podlagi geodetskega posnetka, inženirsko geološkega pregleda terena, ugotovitev terenskih in laboratorijskih preiskav ter inženirske presoje podatkov (potek slojev, nivo talne vode,…). Opravljena je z namenom preveriti predpostavljene strižne karakteristike zemljinskih in hribinskih slojev. Analiza je opravljena v programskem okolju Phase 2.0 po metodi končnih elementov, za lastno kontrolo je bila opravljena tudi v programskem okolju Slide (rezultati te niso priloženi), se pa dobro ujemajo. Analiza globalne stabilnosti s podpornimi ukrepi in notranje statične količine so podane v poglavju T.6., zato se tam nahajajo tudi rezultati povrtane stabilnostne analize.

Kot merodajne vrednosti strižnih karakteristik smo upoštevali tiste, pri katerih je prišlo od zdrsa zemljine, to je, ko je varnosti faktor nižji od 1,0.

Na podlagi rezultatov terenskih in laboratorijskih preiskav, povratne stabilnostne analize in inženirske presoje so karakteristične vrednosti geomehanskih parametrov podane v poglavju T.2.2.

T.2.5 Karakteristične vrednosti geomehanskih parametrov

Na osnovi izvedenih preiskav, povratnih in stabilnostnih analiz in arhivskih podatkov smo izbrali karakteristične podatke o strižnih karakteristikah zemljin.

MATERIAL	*Prostor. teža*	*Enoosna tlačna trdnost*	*Nedrenirana strižna trdnost*	*Kohezija*	*Strižni kot*	*Modul elastičnosti*
	γ	q_u	s_u	C	φ	E
	[kN/m3]	*[kPa]*	*[kPa]*	*[kPa]*	*[°]*	*[kPa]*
Nasip apnenčeva grušča(peščen grušč, mestoma zaglinjen) (GS-GM)	19,0			0,1	30	15.000
Deluvij – puste gline z vložki grušča laporovca (GM-CL)	18,0			5	23	8.000
Preperina laporovca (močno preperela podlaga) GC	22,0			7	28	30.000
Podlaga – kompakten laporovec	23,0			24,0	33	60.000

Preglednica 5: Karakteristične vrednosti geomehanskih parametrov

T.3 SANACIJSKI UKREPI

T.3.1 Splošno

Sanacija plazu zahteva stabilizacijo cestnega telesa državne ceste v dolžini 300 m, kolovoza, ki se priključuje na državno cesto v km 5,100 in brežine nad cesto. Predvidena je tudi nova vozišča konstrukcija v dolžini 300 m.

T.3.2 Podporne konstrukcije

S projektno dokumentacijo je predvidena izgradnja pilotne stene v dolžini 253 m levo pod cesto. Vzdolž desnega robu je predvidena globoka drenaža, katere izpust se vodi v že izveden odtok izven vplivnega območja plazu. Za potrebe stabilizacije brežine nad cesto je predvidena vgradnja gabionov od km 5,068 do km 5,155. Te bo do služili tudi za oporo priključka kolovoza.

a Podporni ukrepi:

- PS1 – Pilotna stena - PS1 od km 4.9+20.00 do km 5.1+73.00

b Oporni ukrepi:

- GB1 – Gabionska zložba - GB1 od km 5.0+68.20 do km 5.0+96.00
- GB2 – Gabionska zložba - GB2 od km 5.0+77.70 do km 5.1+55.00.

T.4 POGOJI ZA IZVEDBO

T.4.1 Podporne in oporne konstrukcije

V 1. fazi je predvidena gradnja pilotne stene levo pod državno cesto, ki vključuje izvedbo delovnega platoja in izvedbo pilotov. Sledi gradnja povezovalne AB grede preko pilotov in sidranje.

V 2. fazi je predvidena vgradnja globoke drenaže vzdolž desnega robu ceste in zasip po plaste debeline do 40 cm.

V 3. fazi je predvidena gradnja gabionov vzdolž desnega robu cestnega telesa.

T.4.1.1 Gabionske konstrukcije

T.4.1.1.1 Pogoji gradnje

Gabionske konstrukcije so predvidene vzdolž desnega robu cestnega telesa državne ceste od km XX do km XX. Deloma so predvidena tudi vzdolž desnega robu ob priključku kolovoza. Temelji se jih na globini izven cone zmrzovanja, to je nižje od 100 cm pod končno koto ureditve terena na svetli strani konstrukcij. Predvideva se, da se na planumu temeljnih tal nahaja deluvij – pobočni z močno zaglnijen grušč laporovca.

Za zagotovitev enakomernega prenosa obtežbe v temeljna tla je treba pod temeljem vgraditi tamponsko blazino skupne debeline 70 cm v dveh plasteh. Vsako plast je treba strojno uvaljati in na planumu temelja dokazati Evd ≥ 45 MPa.

Zaradi zagotavljanja stabilnosti brežine je treba gradnjo izvajati po kampadah dolžine do 6 m ter istočasno največ vsako drugo kampado.

Zasipe za gabioni se izvede s kakovostnim gruščnatim materialom, katerega se zgoščenega vgradi po plasteh 40 cm.

Vsa zemeljska dela se za izvedbo gabionov in drenaže izvedejo s pomočjo mehanizacije pri pogojih, ki veljajo za III. in IV. kategorijo zemljine. Izkopani material se transportira na predvideno začasno in trajno deponijo. Na začasni deponiji se skladišči material, ki bo kasneje porabljen za zasipe.

Gradnjo gabionov je potrebno izvajati v suhem vremenu (brez prisotnosti talne vode). Ker se bodo dela izvajala ob prometni cesti, je potrebno posvetiti pozornost varnosti na gradbišču in prometnemu zavarovanju.

T.4.1.1.2 Izkopi

Izkopi se bodo izvajali do globine cca. 5,00 m. Izkopi naj se izvajajo v naslednjih naklonih:

- glina in melj z grušči 2:3 do 1:1
- Zaglinjen/zameljen grušč 2:3 do 1:1
- preperela hribinska podlaga 3:1
- kompaktna hribinska podlaga 5:1

V primeru strmejših naklonov je potrebno izvesti ukrepe za varovanje gradbene jame.

Pri prisotnosti vode je potrebno brežine ublažiti. Vse izkope gradbene jame je potrebno izvajati pod geomehanskim nadzorom, temeljna tla morajo biti prevzeta s strani strokovnjaka geomehanika.

T.4.1.1.3 Pogoji projektiranja

T.4.1.1.3.1 Odpor tal in posedki pod gabioni

Mejni odpor tal v zaglinjenih gruščih je ocenjen na 350 kPa.

Posedki pod gabioni bodo reda velikosti do 3 cm in se bodo izvršili deloma v času gradnje, deloma v 2 letih po izgradnji. Izbira razmeroma gibke konstrukcije omogoča razmeroma velike diferenčne posedke.

T.4.1.1.3.2 Muduli reakcije tal

Za potrebe statične zasnove modela konstrukcije podajamo module reakcije tal, na podlagi uveljavljene enačbe:

$k_v = q / u$ in $k_H = 0{,}75 * k_v$

k_v = 350 kN/m^2 / 0,03 m z 11.700 kN/m^3
k_H = 0,75 * 11.700 kN/m^3 z 8.800 kN/m^3

T.4.1.2 Pilotna stena

T.4.1.2.1 Pogoji gradnje

Pilotna stena bo služila podpori cestnega telesa. Dno pilotov mora sega ti 2,5 D v kompaktno hribino laporovca, kar potrdi geomehanik ob izkopu. Nivo hribine se v liniji pilotov spreminja od 3 m do 9 m pod koto obstoječega terena, zato so predvidene 3 različne dolžine pilotov, in sicer 6 m, 8 m in 12 m.

Pilote je treba izvesti z uvrtavanjem in kontaktorsko betonirati. Betoniranje pilotov je treba izvesti v najkrajšem možnem času po zaključku vrtanja.

Izkop za pilot je potrebno zaceviti po celotni dolžini zaradi preprečevanja morebitnega vtoka vode v vrtino ali rušenja ostenja.

Sidranje AB grede se izvede po doseženi zadostni trdnosti betonov. Vrtine za sidranje je potrebno ceviti. Predvidena dolžina sider znaša 20 m, od tega vezni del 12 m in nosilni del sidra 8 m. Natančni podatki in izračuni nosilnosti konstrukcij so podani v sklopu načrta sanacije plazu.

T.4.1.2.2 Izkopi

Zemeljska dela bodo potekala v zaglinjenih gruščih in meljih, glini in meljih z grušči ter v hribinski podlagi. Na osnovi popisa vrtin smo določili naslednje izkopne kategorije:

- Čisti do zaglinjeni grušči 3. kategorija,
- preperela hribinska podlaga 3. in 4. kategorija,
- kompaktna hribinska podlaga 4. in 5* kategorija

* - kompaktne plasti peščenjaka ki, se pojavljajo znotraj podlage.

Kategorija izkopa	*Odstotek skupnega izkopa*
	%
1	0
2	0
3	75
4	20
5	5

Preglednica 6: Količinski izkop glede na kategorijo.

T.4.1.2.3 Pogoji projektiranja

T.4.1.2.3.1 Odpor tal in posedki

Temeljna tla v laporovcu zagotavljajo zadosten odpor za temeljenje pilotov. Te bodo obremenjeni predvsem v horizotalni smeri. Dopustna nosilnost za pilot premera 0,8 m in dolžine 9 m, temeljen v hribinski podlagi, znaša približno 10.000 kPa (MSN). Predlagamo da, se kontaktne napetosti pod temeljem omeji na 2000 kPa (MSU) – 1,0 cm posedkov pod peto kola.

Natančni podatki in izračuni nosilnosti konstrukcij so podani v sklopu načrta sanacije plazu.

T.4.1.2.3.2 Modul reakcije tal in posedki

Orientacijski modul reakcije tal smo izračunali za pilot premera 0,8 m v hribinski podlagi. Upošteva se naslednje module:

- Kz = 220.000 kN/m^3

Pričakovani posedki znašajo <0,3 cm.

Dejanski pomiki so podani v sklopu načrta sanacije plazu.

T.4.2 Zasipi, nasipi, platoji

Nasipi in zasipi naj se izvajajo s kvalitetnim apnenčastim gruščnatim materialom, za katerega se privzame strižni kot 33°.

Za vgradnjo v nasipe in zasipe konstrukcij pod globino zmrzovanja je primeren material iz izkopa voziščnih konstrukcij (čisti do zapeščeni karbonatni grušči - GP, GS, GG). Izkopan glinen material je za vgradnjo pogojno primeren, kar pomeni, da se vgradi po poprejšnji obdelavi - mešanju z kvalitetnim karbonatnim gruščnatim materialom, v suhem obdobju, ter na manj občutljive lokacije (izven območij objektov in voziščnih konstrukcij). Glineni material je vgradljiv le v ne-nosilne zasipe in nasipe.

V kolikor se uporabi drug material iz izkopa, mora o ustreznosti materiala ter pogojih izvedljivosti presoditi geomehanik na terenu.

Predlagamo da se končna ureditev terena pred konstrukcijo izvede v naklonu ne večjemu kot naravnemu naklonu terena – 25°. Dokler se nasipi in zasipi v zaledju konstrukcij izvedejo v naklonu 2:3.

T.4.3 Odvodnjavanje

Obravnavano območje je zelo vodnato, kar je skupaj z morfologijo terena in sestavo tal razlog za plazenje deluvijalnega pokrova. Na obravnavani lokaciji se nahaja tudi staro zajetje. Predvideva se, da viški vode zamakajo plazino. Zato je s projektno dokumentacijo predvidena globoka zaledna drenaža globine cca 4 m vzdolž desnega robu ceste. Izpust iz drenažne se mora uredi izven območja plazu, po brežini.

v času terenskih preiskav ni bil zaznan izpust viška vod iz zajetja. Če bo ta evidentiran med gradnjo, je nujno treba tudi te viške zajeti in kontrolirano odvesti izven vpliva plazu.

S projektno dokumentacijo je predvideno tudi, da se meteorne vode z voznih površin ulovi z betonskimi kanaletami nad AB gredo in se jih prav tako kontrolirano vodi izven vpliva plazu.

T.4.4 Erozijska izpostavljenost

Zaradi velike erozijske izpostavljenosti vrhnjih deluvialnih plasti je zelo pomembno, da se vse meteorne vode kontrolirano speljejo v naravne oziroma obstoječe površinske odvodnike, nikakor pa ni dopustno, niti možno, ponikanje meteornih voda v območju plazu.

Naklon brežine bistveno vpliva na hitrost odtekanja meteorne vode ter posledično na hitrost erozije, zato je potrebno strme brežine (>30°) ustrezno varovati pred učinkom erozije. To je predvideno z drenažami za gabioni, z globoko drenažo na zaledni strani in s kanaletami nad AB gredo.

Za izboljšanje odpornosti pred erozijskim procesi predlagamo, da se proste brežine uredi:

- Brežine v naklonu do 30° Zatravitev/zazelenitev (vodna setev)
- Brežine v naklonu večjem od 30° Polaganje 3D (geogrid) mreže - 30kN/m ter vodna setev

Trodimenzionalne (geogrid) mreže izdelane iz sintetičnih materialov (npr. Fortrac 3D 30kN/m) so se izkazale kot optimalna rešitev pri preprečevanju erozije brežin zaradi nižanja hitrosti toka vode (zatravitev izjemno pomembna) ter minimalne izgube tal kot posledica 3D prepletene strukture same mreže. Bistveno je, da se geotekstil položi direktno na površino brežine (ne glede na to da nekateri proizvajalci priporočajo da se vkopa/zasuje) ker na ta način zagotovimo stabilnost celotnega profila tal – v slučaju da se geotekstil vkopa bo vrhnja humusna/zemeljska plast izpostavljena visoki stopnji erozije.

T.5 VOZIŠČNE KONSTRUKCIJE

T.5.1 Obstoječa vozišča konstrukcija

Na pretežnem delu obravnavanega odseka državne ceste je plaz uničil vozišča konstrukcijo. Prevoznost je začasno vzpostavljena s preplastitvijo, na preostalem delu pa so vidne poškodbe zaradi plazenja. Zaradi gradnje pilotne stene in globoke drenaže bo potrebna izvedba nove vozišča konstrukcije.



Slika 18: Obstoječe vozišče

T.5.2 Dimenzioniranje vozišča konstrukcije

Dimenzioniranje vozišča konstrukcije je izvedeno skladno z veljavnimi Tehniškimi specifikacijami za ceste, ki jih je izdala Direkcija RS za infrastrukturo.

T.5.2.1 Prometna obremenitev

T.5.2.1.1 Prometni podatki

Za potrebe predloga izvedbe cestnega ustroja so povzeti podatki (PLDP) merilnega mesta na odseku 1330. Gre za malo obremenjeno cesto.

Vrsta vozila	Število vozil	Faktor ekvivalentnosti vozil FE	Št. prehodov NOO (št. vozil x FE)
Osebno (O)	104	0,00003	0,00
Avtobus (A)	1	0,85	0,85
Lahko tovorno (LT)	3	0,005	0,02
Srednje tovorno (ST)	1	0,4	0,40
Težko tovorno (TT)	1	1	1,00
Težko s prikolico (TTP)	0	1,25	0,00
Vlačilci	0	1,25	0,00
SKUPAJ (obe smeri)	110	PLDP	**2,27**

Preglednica 7: Struktura prometa po publikaciji Promet 2023 (vir: DRSI)

Faktor dodatne dinamične obremenitve f_d	*povprečni pogoji vožnje*	1,08
Faktor razdelitev prometa f_{pp}	2 pasovova	0,5
Faktor širine prometnih pasov $f_{šp}$	do 2,50	2
Faktor nagiba nivelete f_{nn}	od 7% do 8%	1,2
Faktor trajanja in povečanja prometa f_{tpp}	*20 let, 3% letna rast*	25

Merodajna prometna obremenitev T_{20} (prehodov NOO 100 kN)	**2,8E+04**

Preglednica 8: Izračun prometne obremenitve

T.5.2.1.2 Hidrološki in klimatski pogoji

Globina zmrzovanja na obravnavanem področju je h_m = 100 cm (tehnična regulativa TSC 06.512/2003 - KARTA informativnih globin prodiranja mraza). Hidrološke pogoje upoštevamo kot UGODNE, material pod vozišču konstrukcijo pa kot NEODPOREN proti učinkom zmrzovanja. Nadmorska višina lokacije je cca. 350 m.n.v.

Globina zmrzovanja h (cm)		90
Hidrološki pogoji	ugodni	0,7
Material pod VK	neodporen	
h_{min} (cm)		**63**

Preglednica 9: Skupna debelina v vozišču konstrukcijo vgrajenih in proti škodljivim učinkom mraza odpornih materialov h_{min}

Potrebna debelina vozišče konstrukcije na nadmorski višini <600 m je $h_{min} > 0,7 * h_m = 63$ cm.

T.5.3 Nova vozišča konstrukcija

T.5.3.1 Minimalne debeline cestnega ustroja

Potrebna debelina nevezane nosilne plasti pri nosilnosti posteljice CBR $\geq$ 8% ($E_{V2} \geq 80$ MN/m^2) znaša 20 cm.

Nosilnost na planumu posteljice pod vozišču konstrukcijo mora znašati E_{V2} = 80 MN/m^2 (po tehnični regulativi TSC 06.100/2003 DRSI naj bi se zagotovila minimalna vrednost nosilnosti posteljice).

Material	**Debelina d_i (cm)**	**Faktor ekvivalentnosti materiala a_i**	**Debelinski indeks $D_i = d_i \times a_i$**
Asfaltna zmes	8	0,38	3,04
Nevezana nosilna plast drobljenca	20	0,14	2,80
SKUPAJ	**28**		**5,84**

Preglednica 10: Debelinski indeks minimalnih dimenzij VK zaradi promentne obremenitve

Izbrane dimenzije in sestava vozišče konstrukcije morajo ustrezati minimalnemu skupnemu debelinskemu indeksu **D_{min} = 5,84** in pogoju zmrzlinske odpornosti vozišče konstrukcije **h_{min} = 63 cm.**

T.5.4 Predlog izvedbe rekonstrukcije ceste

Glede na zahteve minimalnega debelinskega indeksa vozišče konstrukcije, vrsto prometne obremenitve, pogoje vgrajevanja in minimalno debelino celotne konstrukcije glede na pogoj zmrzlinske odpornosti, predlagamo naslednje dimenzije vozišče konstrukcije na obravnavanem odseku ceste:

Plast	Material	Debelina d_i (cm)	Faktor ekvivalentnosti materiala a_i	Količnik še preost. Up. vrednosti plasti	Deb. indeks $D_i = d_i \times a_i$
VOZP	**AC 11 surf B70/100 A4/Z2**	**3**	0,42	1	1,26
VZNP	**AC 22 base B50/70 A4**	**6**	0,35	1	2,10
NNP	**tamponski drobljenec**	**20**	0,14	1	2,80
	kamnita posteljica	**40**			0,00
PREDVIDENE DIMENZIJE		**69**			**6,16**
POTREBNE DIMENZIJE (20 let)		63			5,84

Preglednica 11: Predlog nove vozišče konstrukcije

Kamnita posteljica mora biti odporna na škodljive vpliva mraza v celotni debelini!

T.6 STATIČNI IZRAČUN

T.6.1 Splošno

V okviru izdelave projekta »IzN na nivoju PZI: Sanacija plazu in rekonstrukcija ceste R3-708/1330 Zg. Kungota – MP Plač od km 5,000 do km 5,200«, so bile izdelane stabilnostne analize pobočja in predvidenih podpornih ukrepov. Analize so bile opravljene s programom Phase II, ki računa po metodi končnih elementov (MKE). Namen analiz je določiti ustreznost sanacijskega ukrepa in varnosti drsine.

Izračuni so bili narejeni po standardu Evrokod 7, vsi delni faktorji znašajo 1,00.

Povratne analize so bile izvedene v karakterističnih profilih: KP-1, KP-2 in KP-3 ki so prikazani v pregledni geološki situaciji.

T.6.1.1 Vhodni podatki in robni pogoji

V analizi smo uporabili materiale s karakteristikami, ki so bile povzete po geološko-geomehanskem poročilu v sklopu projektne dokumentacije.

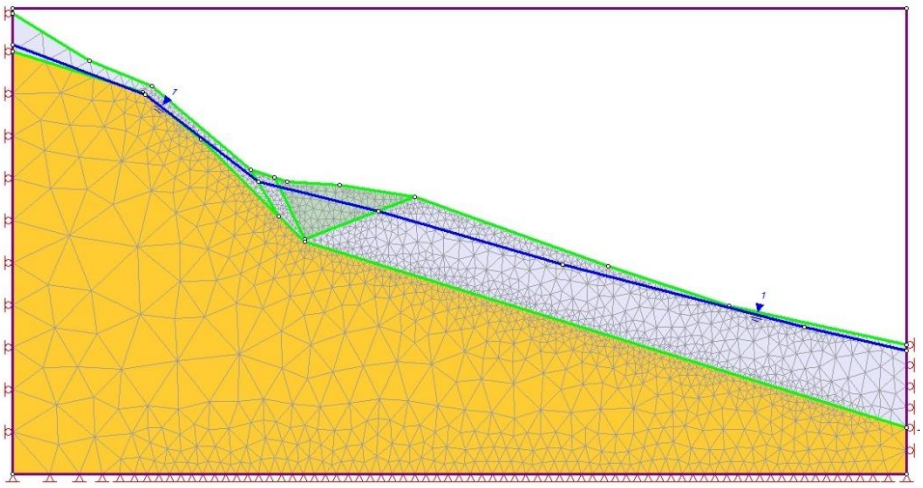
Karakteristike materialov, uporabljenih v karakterističnih profilih, so prikazane v preglednici 12:

Material Name	Color	Initial Element Loading	Unit Weight (kN/m3)	Elastic Type	Young's Modulus (kPa)	Poisson's Ratio	Failure Criterion	Material Type	Tensile Strength (kPa)	Dilation Angle (deg)	Friction Angle (peak) (deg)	Friction Angle (residual) (deg)	Cohesion (peak) (kPa)	Cohesion (residual) (kPa)	Piezo Line	Hu
deluvij		Field Stress and Body Force	18	Isotropic	8000	0.3	Mohr Coulomb	Plastic	0	0	23	23	5	5	Staged	1
Nasutje		Field Stress and Body Force	19	Isotropic	15000	0.3	Mohr Coulomb	Plastic	0	0	30	30	0.1	0.1	Staged	1
Trdna podlaga		Field Stress and Body Force	23	Isotropic	60000	0.3	Mohr Coulomb	Plastic	0	0	33	33	24	24	Staged	1
Preperela		Field Stress and Body Force	22	Isotropic	30000	0.3	Mohr Coulomb	Plastic	0	0	28	28	7	7	Staged	1

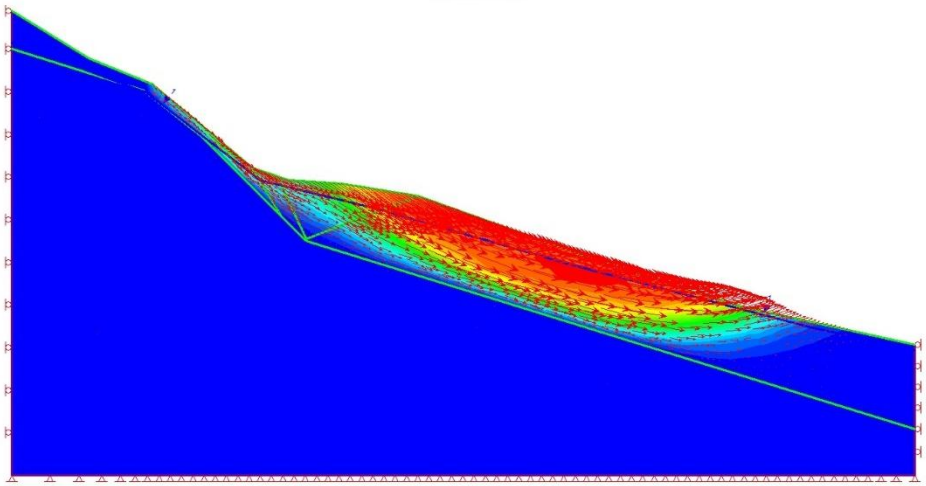
Preglednica 12: Karakteristike materialov in konstrukcijskih elementov uporabljenih v analizi MKE za profile KP-1, KP-2 in KP-3.

T.6.2 Povratna stabilnostna analiza

- Povratno analizo smo izvedli v profilih KP-1, KP-2 in KP-3. Rezultati povratnih analiz sovpadajo z dejanskim stanjem na terenu.

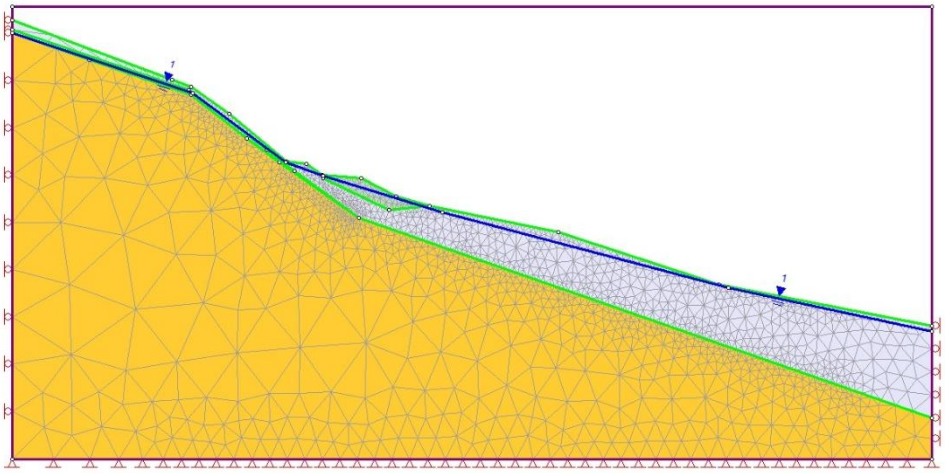


Slika 19: Geomehanski model za profil KP-1.

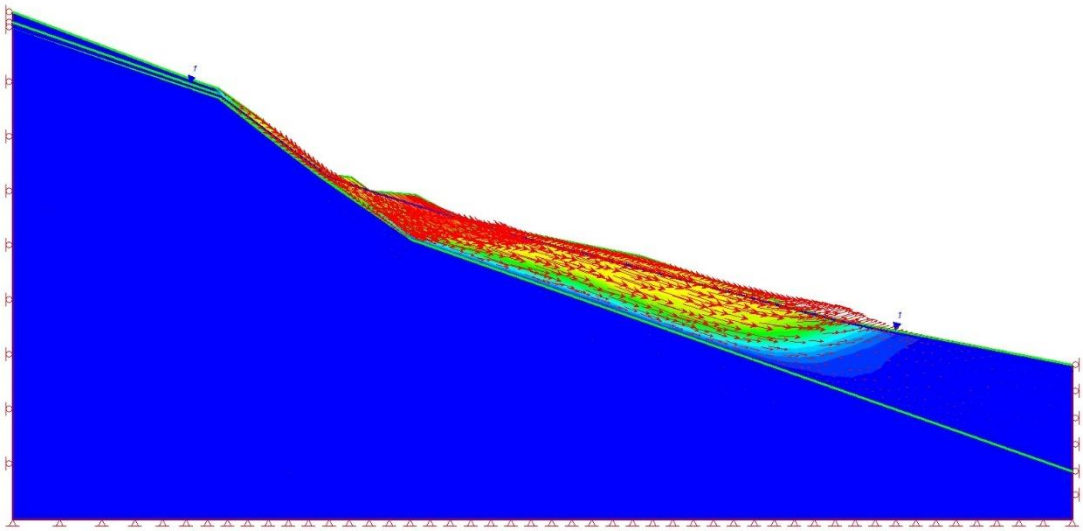


Slika 20: Porušnica in premiki pri F=1,00

- Povratno analizo smo izvedli v kritičnem profilu KP-2. Rezultati povratnih analiz sovpadajo z dejanskim stanjem na terenu.

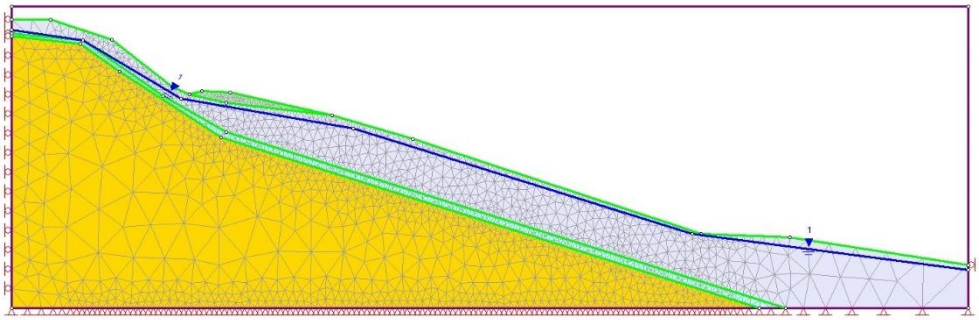


Slika 21: Geomehanski model za profil KP-2.

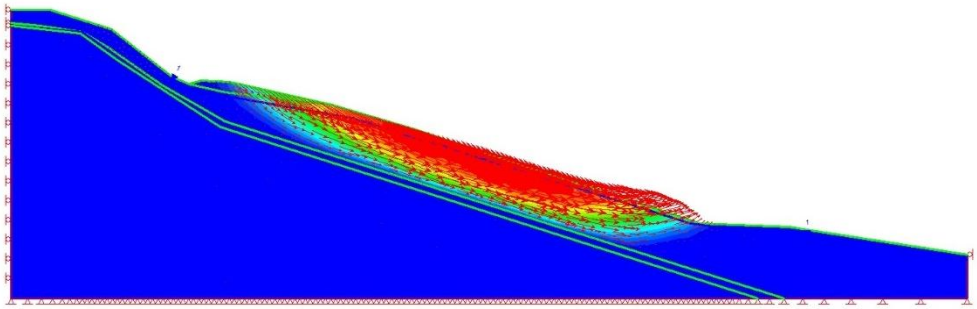


Slika 22: Porušnica in premiki pri F=1,01

- Povratno analizo smo izvedli v kritičnem profilu KP-3. Rezultati povratnih analiz sovpadajo z dejanskim stanjem na terenu.



Slika 21: Geomehanski model za profil KP-3.



Slika 22: Porušnica in premiki pri F=1,01

P PRILOGE

P.1 REZULTATI DPL TESTOV

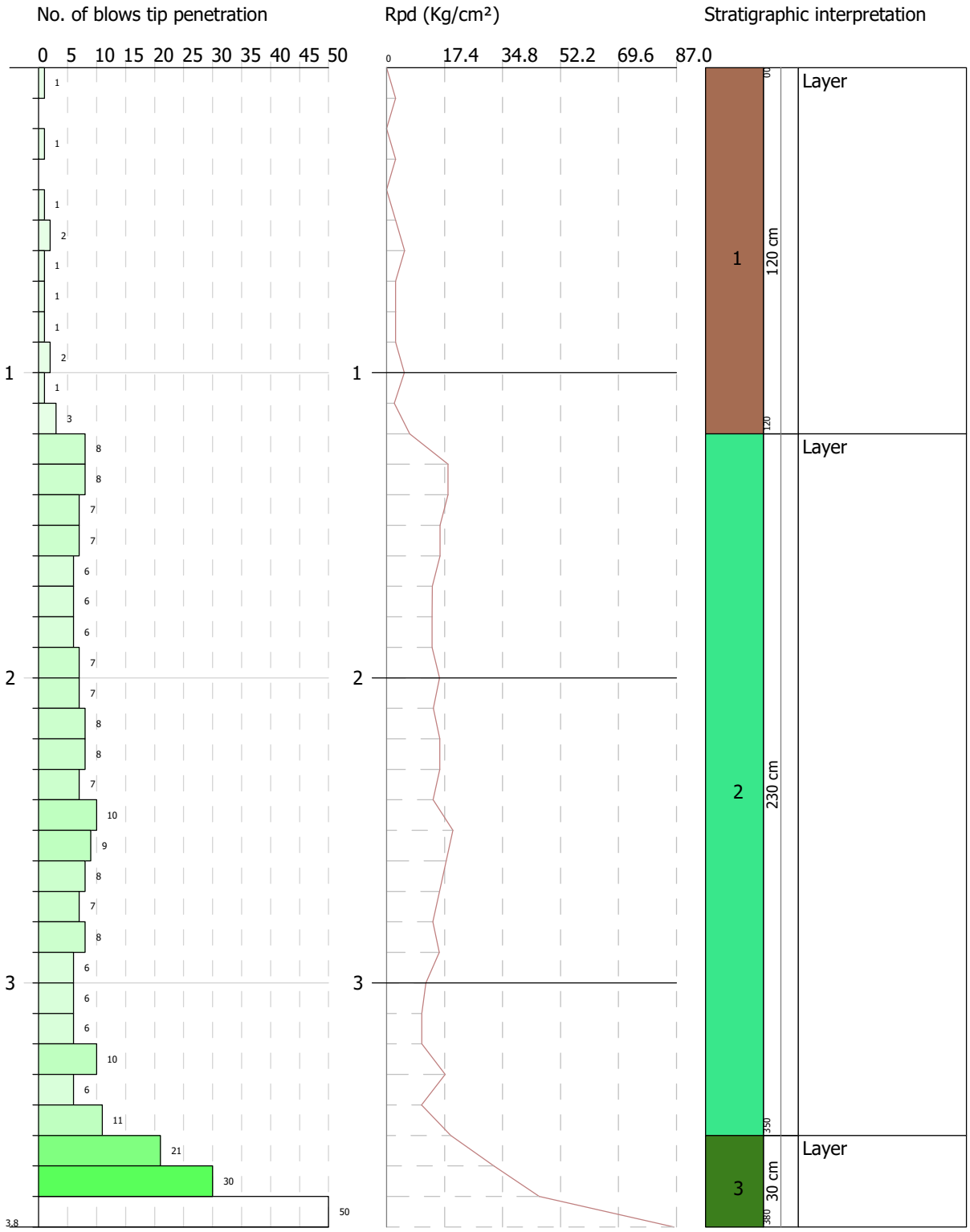
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

DYNAMIC PENETRATION TEST DPL-1
Equipment used... DPL (light)

Customer:
Description:
Location:

3/6/2025

Scale 1:19



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

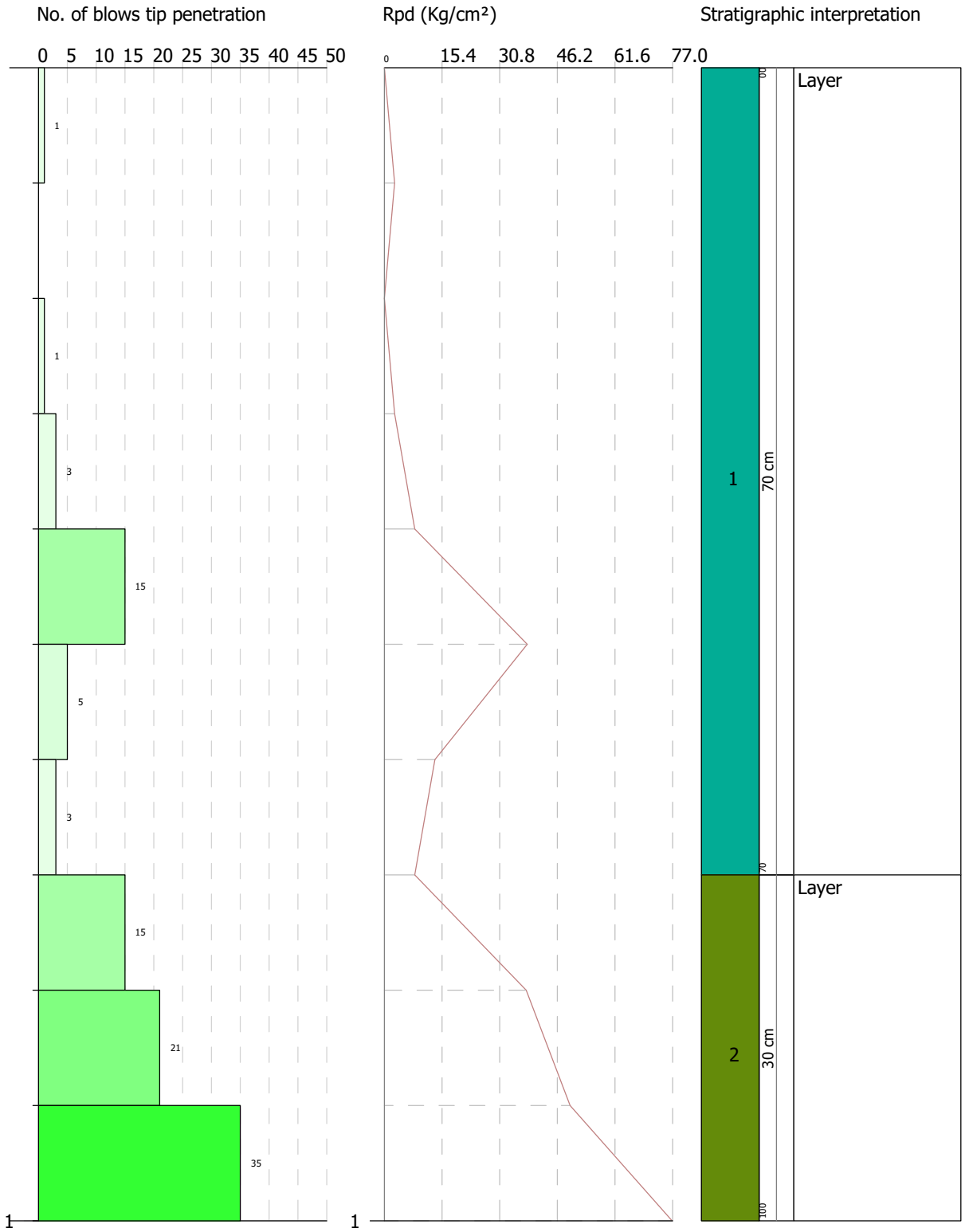
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

DYNAMIC PENETRATION TEST DPL-2
Equipment used... DPL (light)

Customer:
Description:
Location:

3/6/2025

Scale 1:5



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

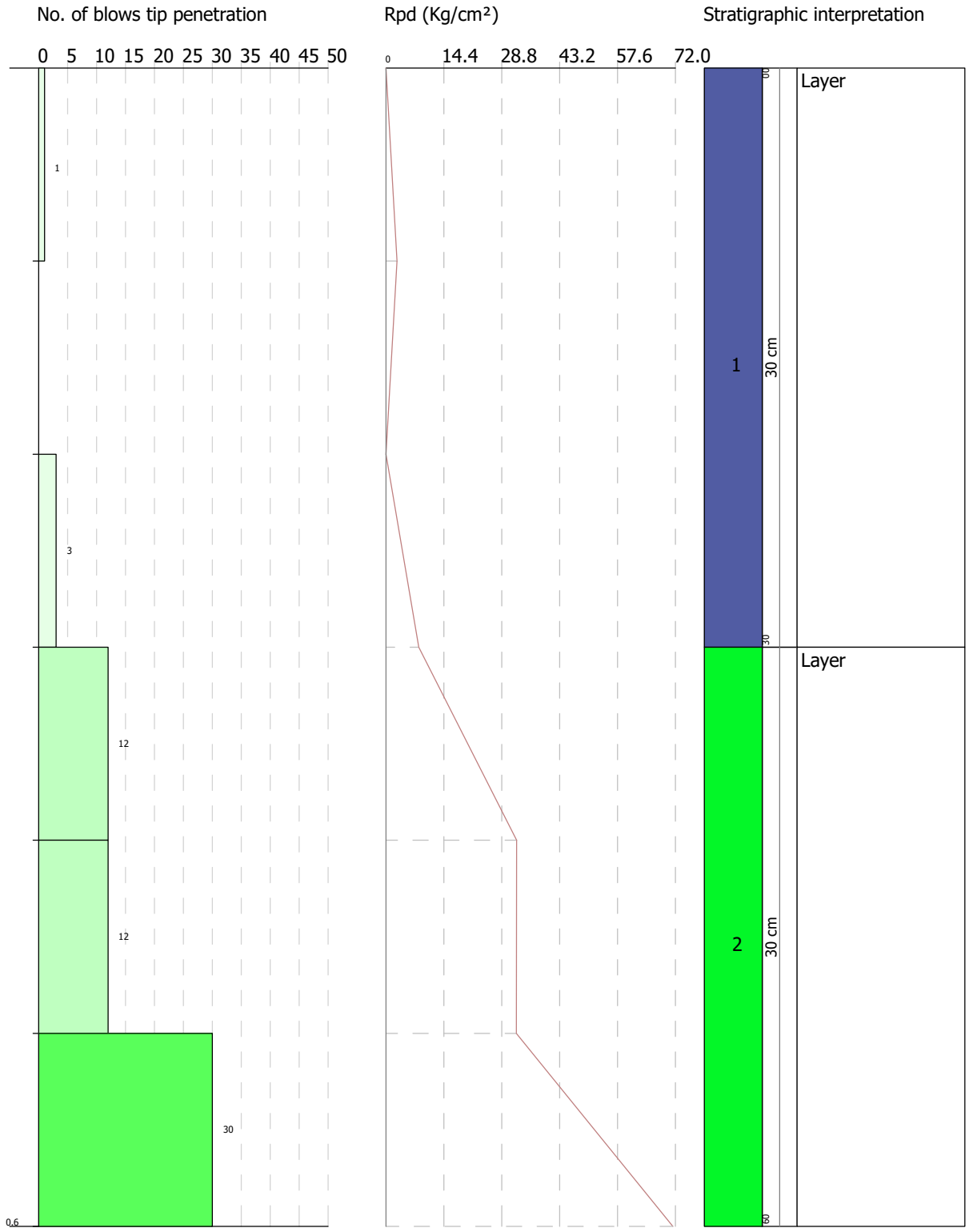
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

DYNAMIC PENETRATION TEST DPL-3
Equipment used... DPL (light)

Customer:
Description:
Location:

3/6/2025

Scale 1:3



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

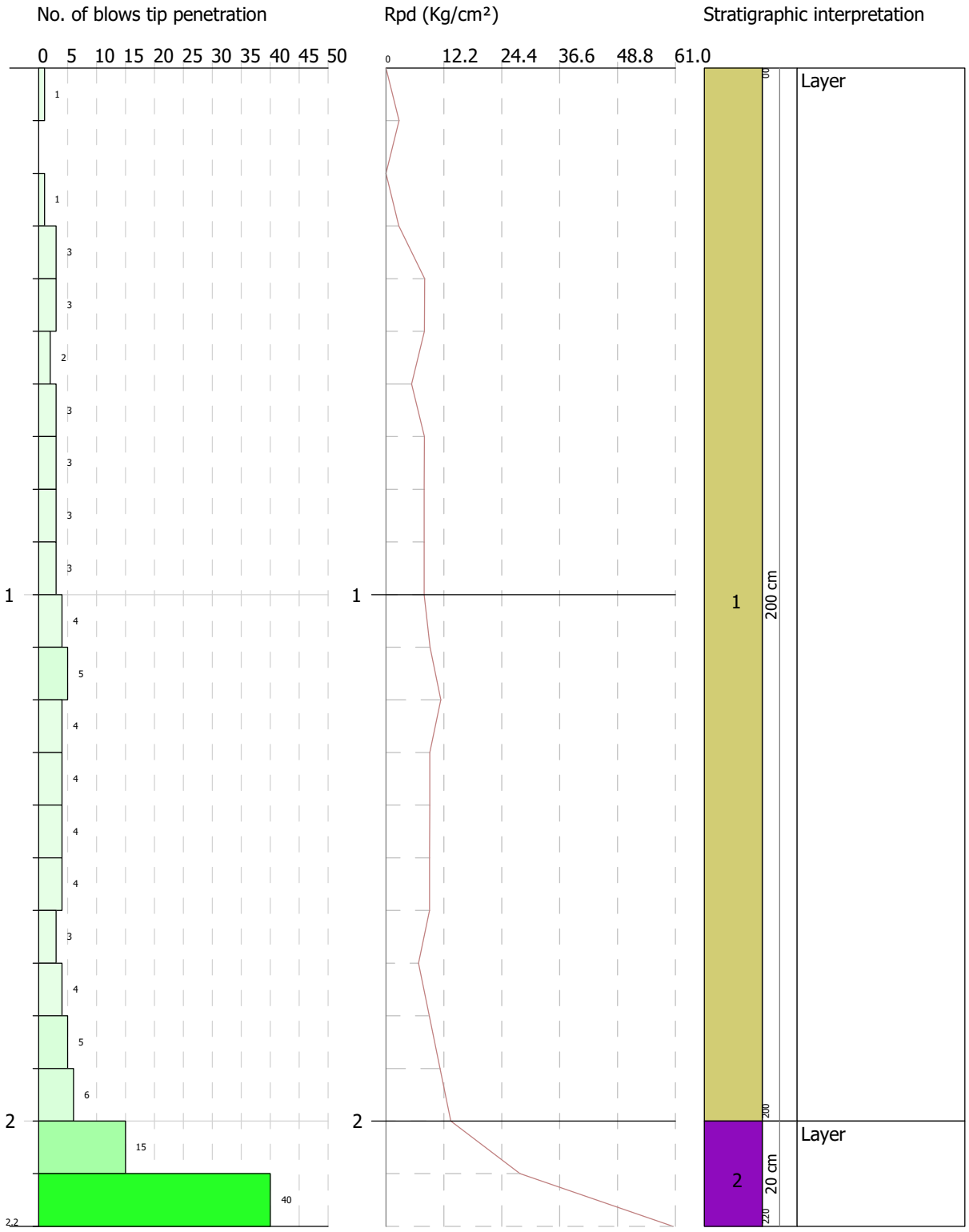
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

DYNAMIC PENETRATION TEST DPL-4
Equipment used... DPL (light)

Customer:
Description:
Location:

3/6/2025

Scale 1:11



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

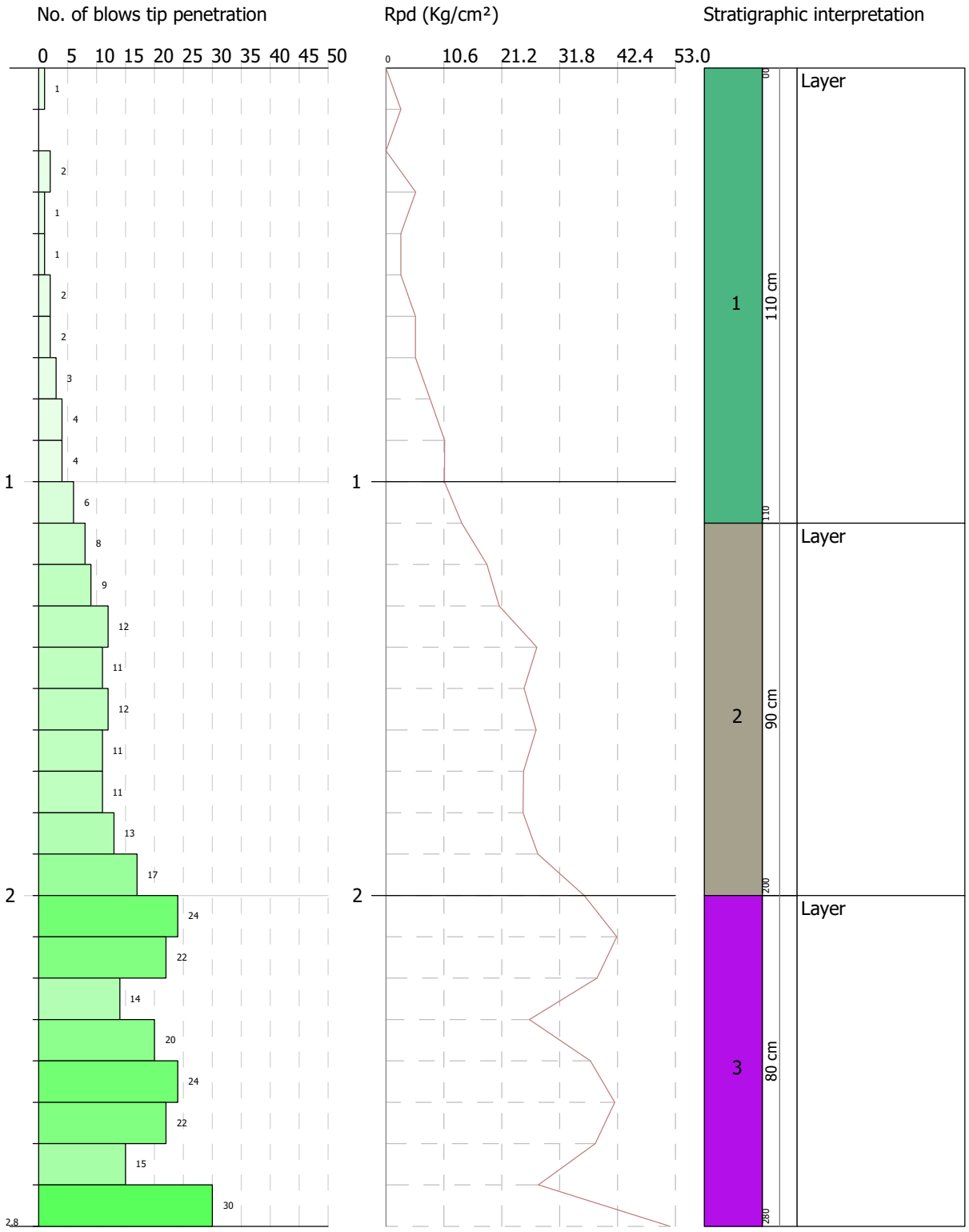
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

DYNAMIC PENETRATION TEST DPL-5
Equipment used... DPL (light)

Customer:
Description:
Location:

3/6/2025

Scale 1:14



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

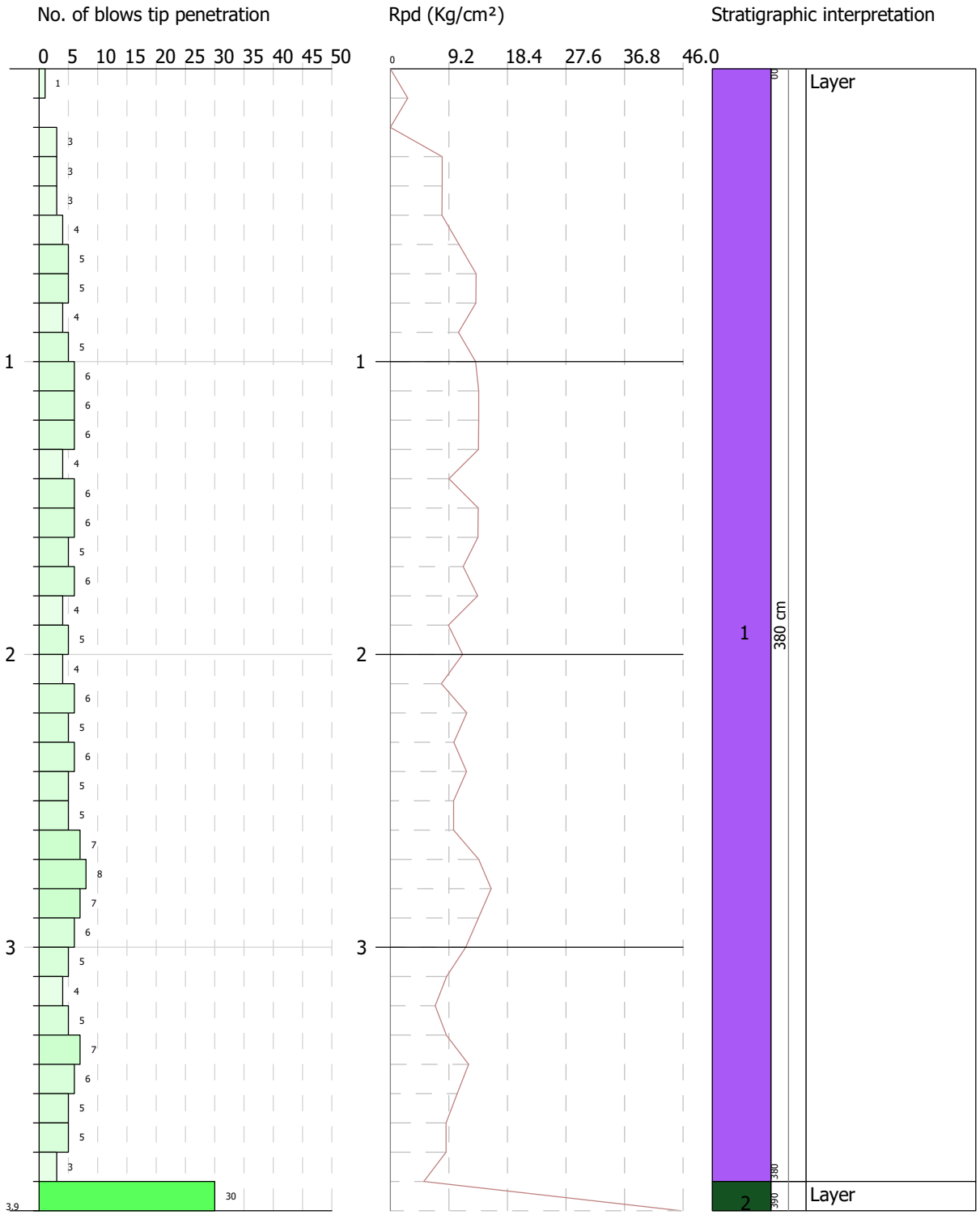
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

DYNAMIC PENETRATION TEST DPL-6
Equipment used... DPL (light)

Customer:
Description:
Location:

3/6/2025

Scale 1:20



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

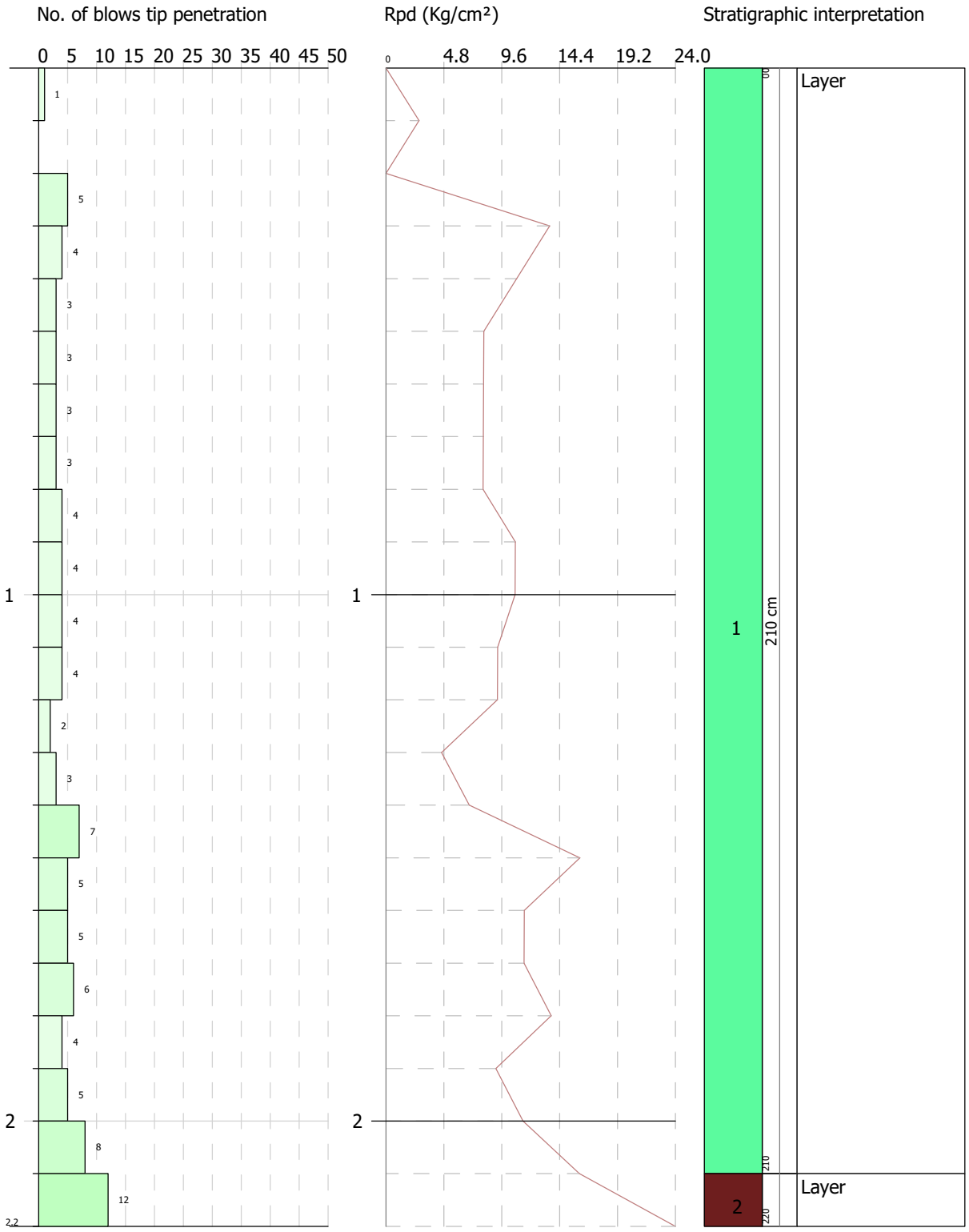
GEOSTRU
CHANGES FROM: PREFERENCES OPTIONS
COMPANY
.....

DYNAMIC PENETRATION TEST DPL-7
Equipment used... DPL (light)

Customer:
Description:
Location:

3/6/2025

Scale 1:11



SIGNATURE 1

SIGNATURE 2

P.2 REZULTATI LABORATORIJSKIH PREIZKUSOV

GEO INŽENIRING
GEOLOGIJA - GEOTEHNIKA - GEOFIZIKA

Dimičeva 14, Ljubljana

Tel.: +386 12 34 56 00

E-pošta: dir@geo-inz.si

www.geo-inz.si

Naročnik: **AC&P inženiring d.o.o**

Lokacija: **Plaz Kungota**

Objekt:

Program preiskav: **42-25**

Delovni nalog: **83154**

PREGLEDNICA REZULTATOV PREISKAV GEOTEHNIČNIH PARAMETROV ZEMLJIN

Vzorec				Klasifikacija	Vlažnost	Gostota		Gostota zrnja	Lezne meje				Zrnavost							Trdnost zemljine			Deformabilnost zemljine								VDP	
ID vzorca	Oznaka sonde	Datum odvzema	Globina od - do	opis zemljine / hribine		Naravna	Suha		Plast.	Židk.	Indeks plast.	Indeks kons.	koef. enakom.	koef. ukriv.	gramoz	pesek	melj, glina	VDP Hazen	VDP USBR	Enoosna		Nedren. strižna	Direktni strig		Obremenilne stopnje σ				ind. stisljivosti	ind. razbreme.	sprem. h.p. (povpr.)	konst h.p.
																				žepni.	lab.	Fall cone	τ_{dir}		50	100	200	400				
					w	r	r_d	r_s	w_P	w_L	I_p	I_c	C_u	C_c	> 2	< 2, > 0,063	< 0,063	k		$q_{u,2}$	q_u	c_{ufc}	j '	c'	E_{oed}				Cc	Cs	k_{10}	
			(m)		(%)	(Mg/m^3)	(Mg/m^3)	(Mg/m^3)	(%)	(%)	(%)						(%)	(m/s)	(m/s)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(°)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)			(m/s)	(m/s)
GI-25-182	**V-2**	**4.02.2025**	**3,50**	**CIV, zelo visoko plastična glina, trdne kons.**	**31,5**	**1,85**	**1,40**		**32**	**74**	**42**	**1,01**								**215**			**21,7**	**12,2**								
GI-25-183	**V-3**	**6.02.2025**	**3,50**	**SiV, zelo visoko plastičen melj, trdne kons.**	**37,3**	**1,74**	**1,27**		**45**	**73**	**28**	**1,27**								**245**			**26,3**	**11,1**								
GI-25-184	**V-4**	**6.02.2025**	**4,70**	**SiV, zelo visoko plastičen melj, tgn. kons.**	**48,3**	**1,69**	**1,14**		**44**	**91**	**47**	**0,90**								**145**			**22,4**	**18,6**								
GI-25-185	**V-4**	**6.02.2025**	**6,50**	**CIM/CIH, srednje/visoko plastična glina, trdne kons.**	**14,8**	**1,77**	**1,54**		**23**	**50**	**27**	**1,31**								**600**			**27,9**	**11,5**								
			standard:	privzeto TSPI PG.05.200:2021/USCS za zemljine, sicer navedeno	SIST EN ISO 17892-1:2015	SIST EN ISO 17892-2:2015		SIST EN ISO 17892-3:2016	SIST EN ISO 17892-12:2018				SIST EN ISO 17892-4:2017								SIST EN ISO 17892-7:2018	SIST EN ISO 17892-6:2017		SIST EN ISO 17892-10:2019		SIST EN ISO 17892-5:2017						SIST EN ISO 17892-11:2019	
				količina:	**4**	**4**		**0**	**4**				**0**							**4**	**0**	**0**	**4**		**0**						**0**	**0**

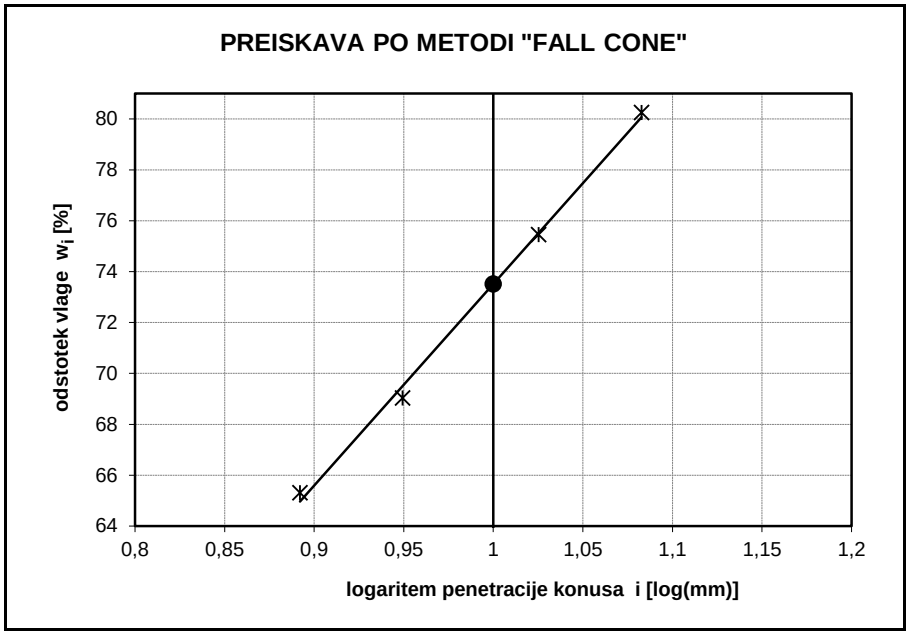
Datum: **27.02.2025**

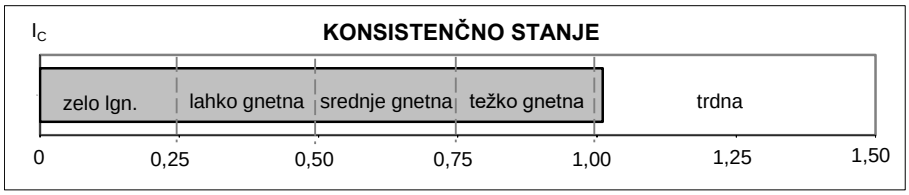
Pregledal: **A. Kovačič**

GEO INŽENIRING
GEOLOGIJA - GEOTEHNIKA - GEOFIZIKA

DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/60°)

SIST EN ISO 17892-12:2018





Št. vzorca:	GI-25-182
objekt:	Plaz Kungota
vrtina:	V-2
globina:	3,50
datum:	24.2.2025
preiskal:	B. Sajovic
opomba:	

naravna vlaga	
w [%]:	31,5

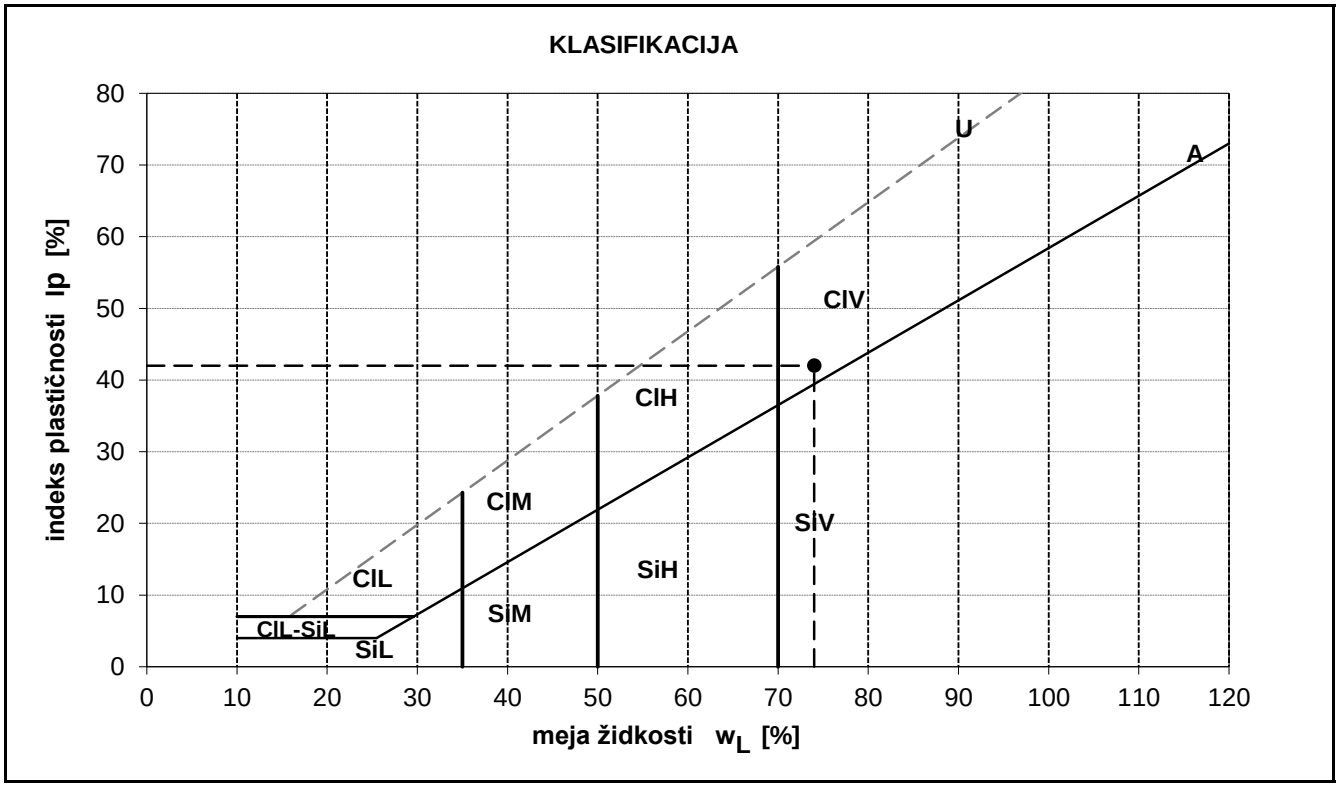
meja plastičnosti	
w_P [%]:	32

meja židkosti	
w_L [%]:	74

indeks plastičnosti	
I_P [%]:	42

indeks konsistence	
I_C :	1,01

Klasifikacija:	CIV, zelo visoko plastična glina, trdne kons.



Obdelal: M. Sambolić

Pregledal: A. Kovačič

Ljubljana, 25.02.2025

priloga: .

DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

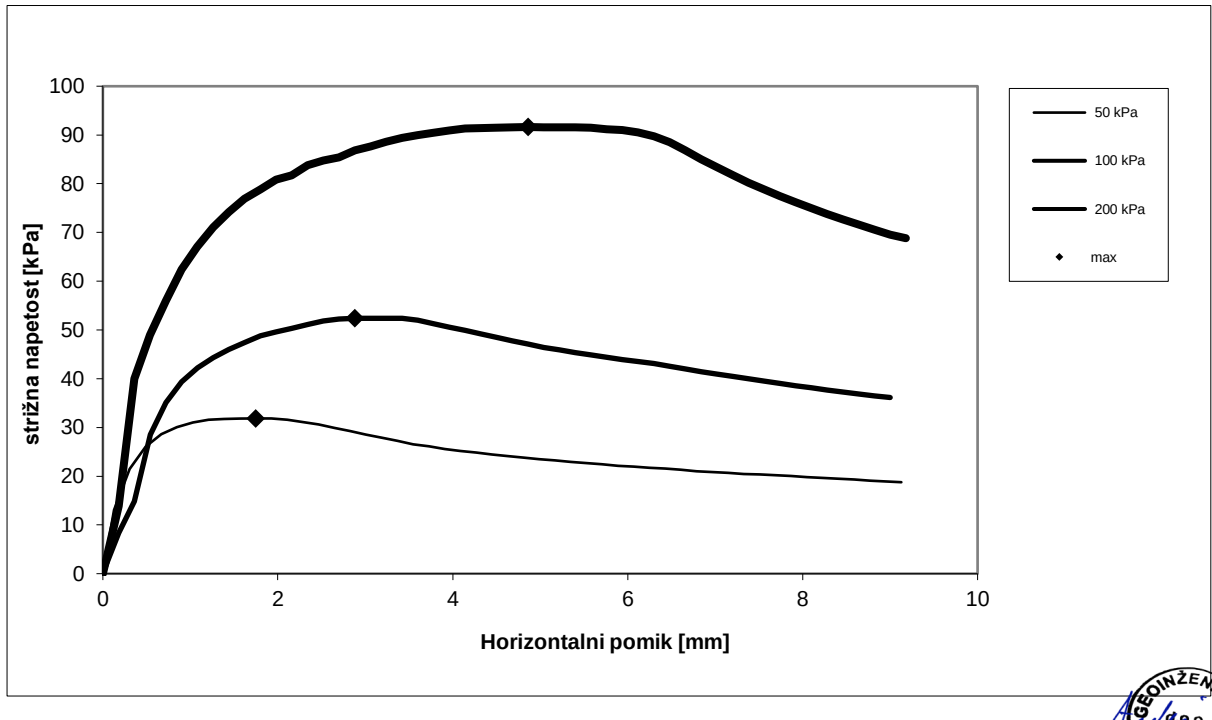
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki		
Št. vzorca		**GI-25-182**
Lokacija		Plaz Kungota
Vrtina		V-2
Začetna globina	**[m]**	3,50
Končna globina	**[m]**	
Začetek preiskave		14. 02. 2025
Klasifikacija vzorca		CIV, zelo visoko plastična glina, trdne kons.
Opomba		vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat		ELE 26-2112

Podatki preizkušancev						
Naravna vlažnost	**[%]**	31,58				
Naravna gostota	**[Mg/m3]**	1,85				
Suha gostota	**[Mg/m3]**	1,40				
Gostota zrnja (ocenjena)	**[Mg/m3]**	2,7				
Količnik por		0,925				
Stopnja zasičenosti	**[%]**	92,2				
Normalna napetost	**[kPa]**	50	100	200		
Začetna višina	**[mm]**	19	19	19		
Površina	**[mm2]**	3600	3600	3600		
Vlaga po preiskavi	**[%]**	35,16	34,70	34,10		

hitrost striženja	**[mm/min]**	0,008

Podatki porušitve						
Normalna napetost	**[kPa]**	50	100	200		
Strižna nap. pri porušitvi	**[kPa]**	31,8	52,4	91,6		
Hor. pomik pri porušitvi	**[mm]**	1,748	2,881	4,861		
Viš. vzorca pri porušitvi	**[mm]**	18,830	18,102	17,351		
Končna strižna nap.	**[kPa]**	18,8	36,2	68,8		
Končni hor. pomik	**[mm]**	9,128	9,001	9,180		
Končna viš. vzorca	**[mm]**	18,815	17,968	17,235		

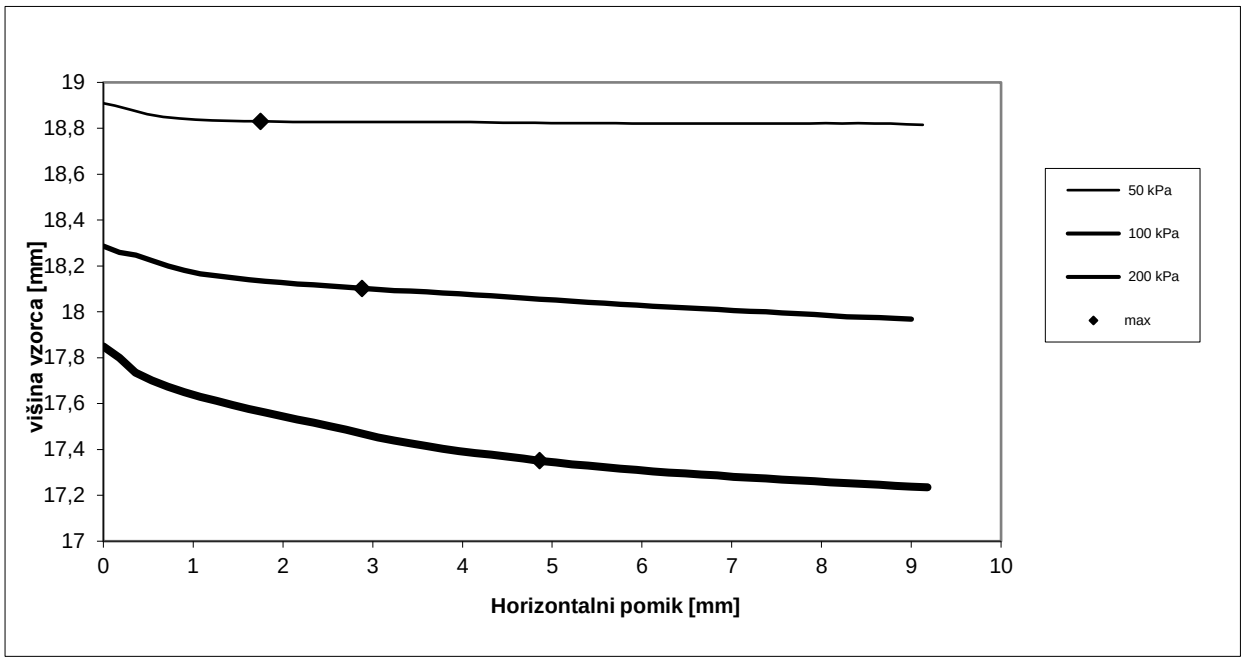


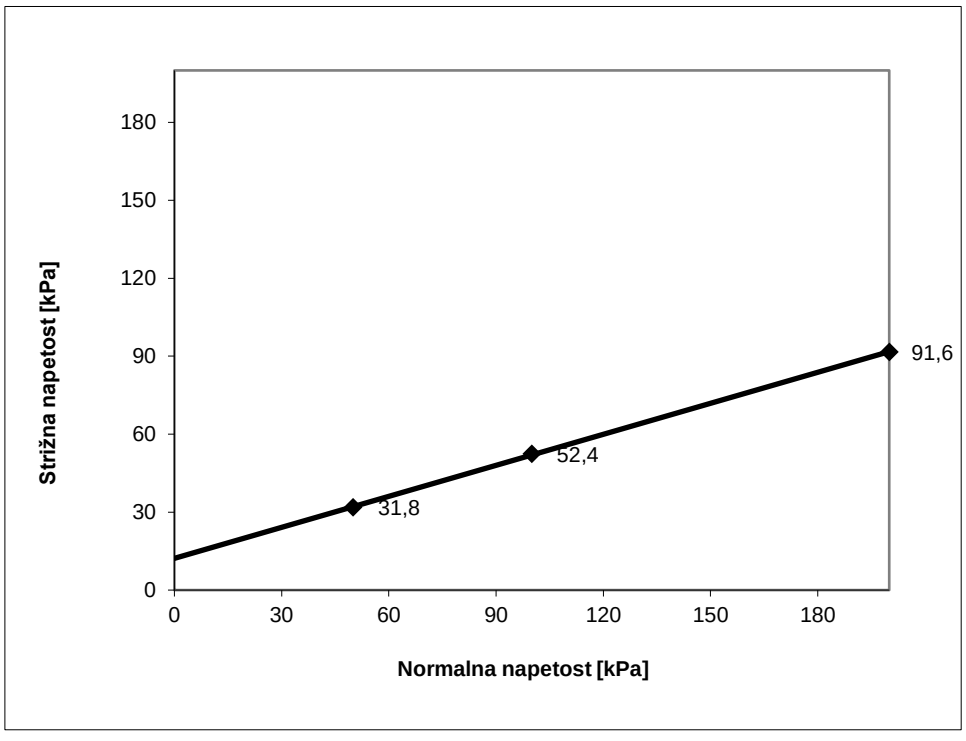
GEOINŽENIRING d.o.o. Ljubljana

DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki		
Št. vzorca		**GI-25-182**
Lokacija		Plaz Kungota
Vrtina		V-2
Začetna globina	**[m]**	3,50
Končna globina	**[m]**	
Začetek preiskave		14. 02. 2025
Klasifikacija vzorca		CIV, zelo visoko plastična glina, trdne kons.
Opomba		vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat		ELE 26-2112





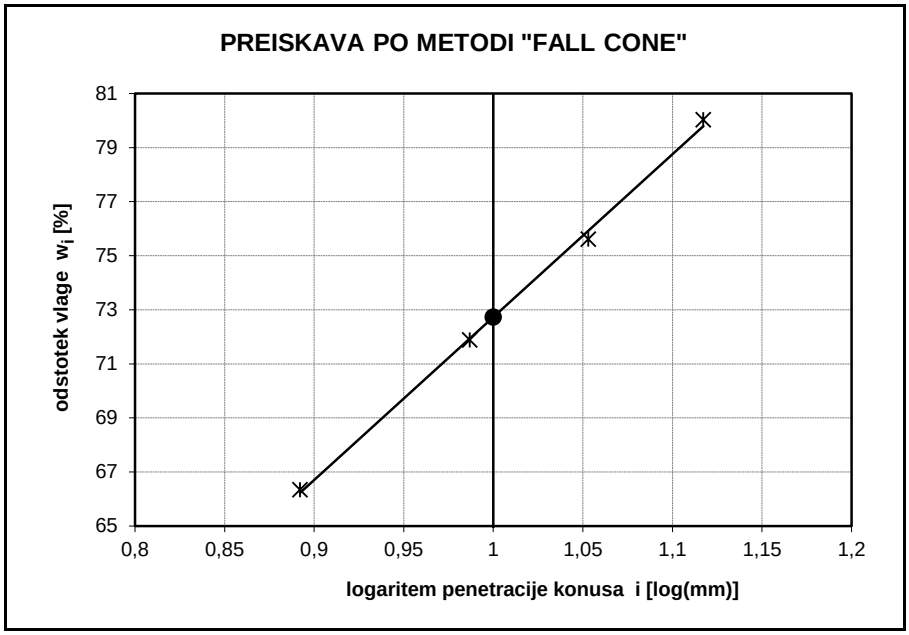
Rezultati		
strižni kot	[°]	21,7
kohezija	[kPa]	12,2

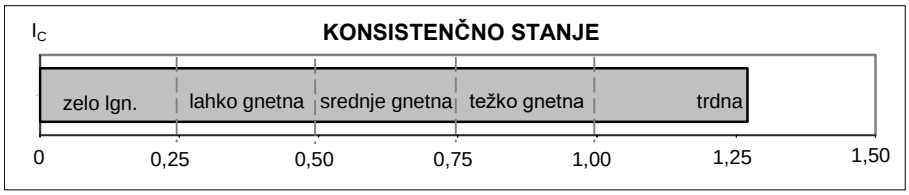
obdelal: B. Sajovic
pregledal: A. Kovačič
datum: 27.02.2025

GEO INŽENIRING
GEOLOGIJA - GEOTEHNIKA - GEOFIZIKA

DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/60°)

SIST EN ISO 17892-12:2018





Št. vzorca:	**GI-25-183**
objekt:	Plaz Kungota
vrtina:	V-3
globina:	3,50
datum:	24.2.2025
preiskal:	B. Sajovic
opomba:	

naravna vlaga	
w [%]:	37,3

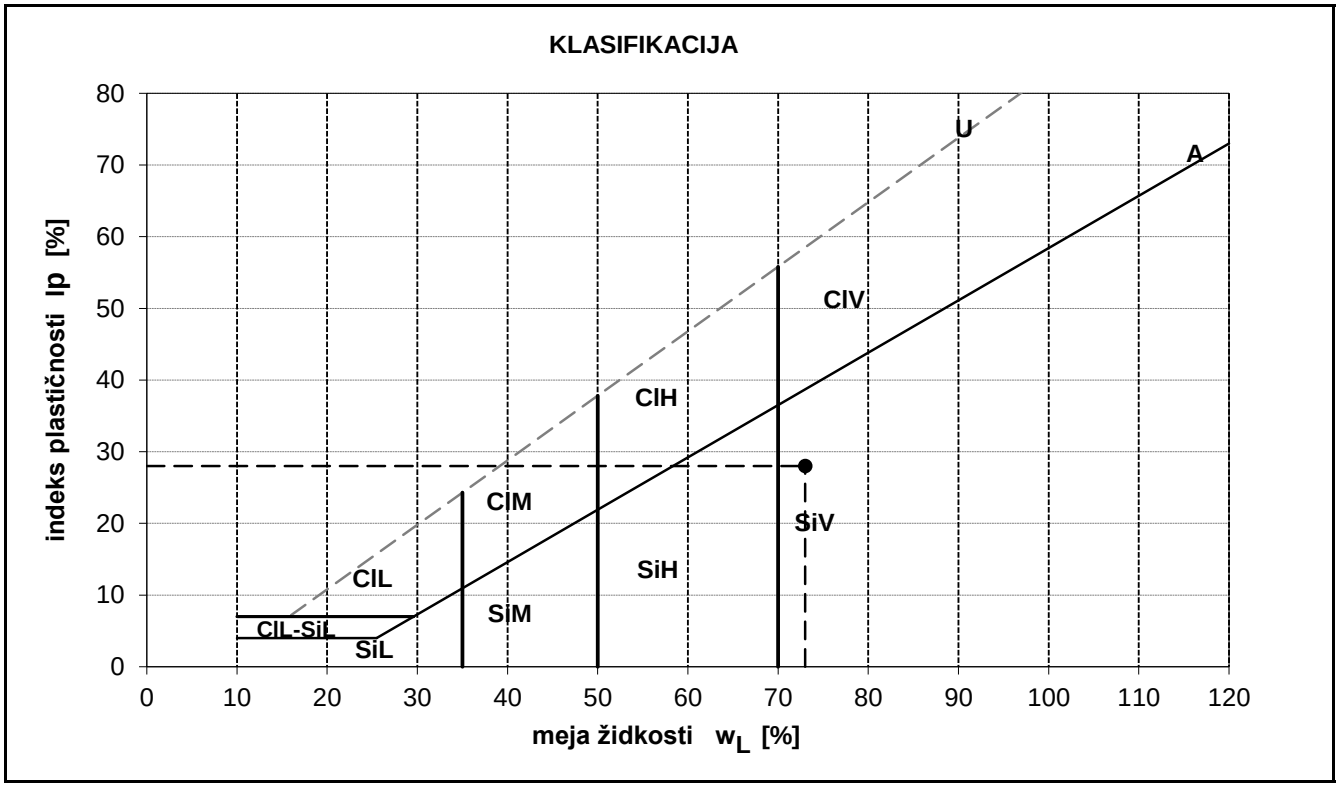
meja plastičnosti	
w_P [%]:	45

meja židkosti	
w_L [%]:	73

indeks plastičnosti	
I_P [%]:	28

indeks konsistence	
I_C :	1,27

Klasifikacija:	SiV, zelo visoko plastičen melj, trdne kons.



Obdelal: M. Sambolić

Pregledal: A. Kovačič

Ljubljana, 25.02.2025

priloga: .

DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

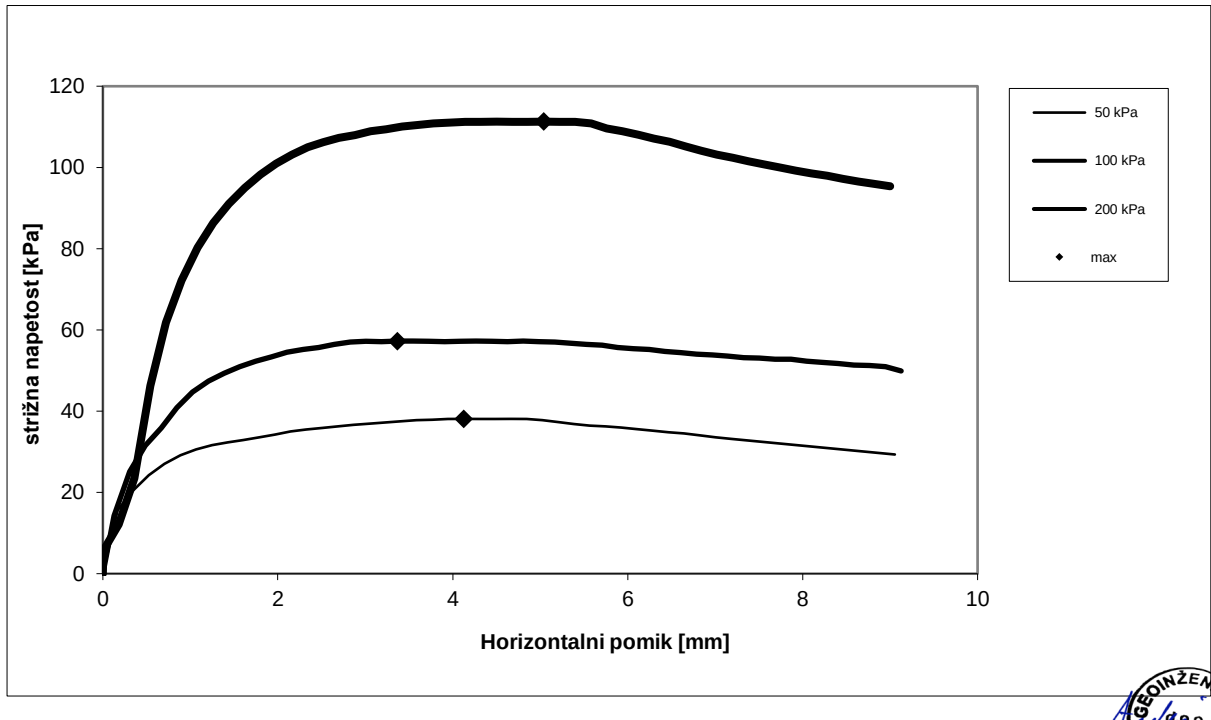
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki		
Št. vzorca		**GI-25-183**
Lokacija		Plaz Kungota
Vrtina		V-3
Začetna globina	**[m]**	3,50
Končna globina	**[m]**	
Začetek preiskave		14. 02. 2025
Klasifikacija vzorca		SiV, zelo visoko plastičen melj, trdne kons.
Opomba		vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat		ELE 26-2112

Podatki preizkušancev						
Naravna vlažnost	**[%]**	37,28				
Naravna gostota	**[Mg/m3]**	1,74				
Suha gostota	**[Mg/m3]**	1,27				
Gostota zrnja (ocenjena)	**[Mg/m3]**	2,7				
Količnik por		1,126				
Stopnja zasičenosti	**[%]**	89,4				
Normalna napetost	**[kPa]**	50	100	200		
Začetna višina	**[mm]**	19	19	19		
Površina	**[mm2]**	3600	3600	3600		
Vlaga po preiskavi	**[%]**	40,19	39,60	39,18		

hitrost striženja	**[mm/min]**	0,008

Podatki porušitve						
Normalna napetost	**[kPa]**	50	100	200		
Strižna nap. pri porušitvi	**[kPa]**	38,1	57,3	111,3		
Hor. pomik pri porušitvi	**[mm]**	4,126	3,366	5,041		
Viš. vzorca pri porušitvi	**[mm]**	18,591	17,974	17,267		
Končna strižna nap.	**[kPa]**	29,3	49,9	95,4		
Končni hor. pomik	**[mm]**	9,054	9,126	9,001		
Končna viš. vzorca	**[mm]**	18,496	17,694	17,168		

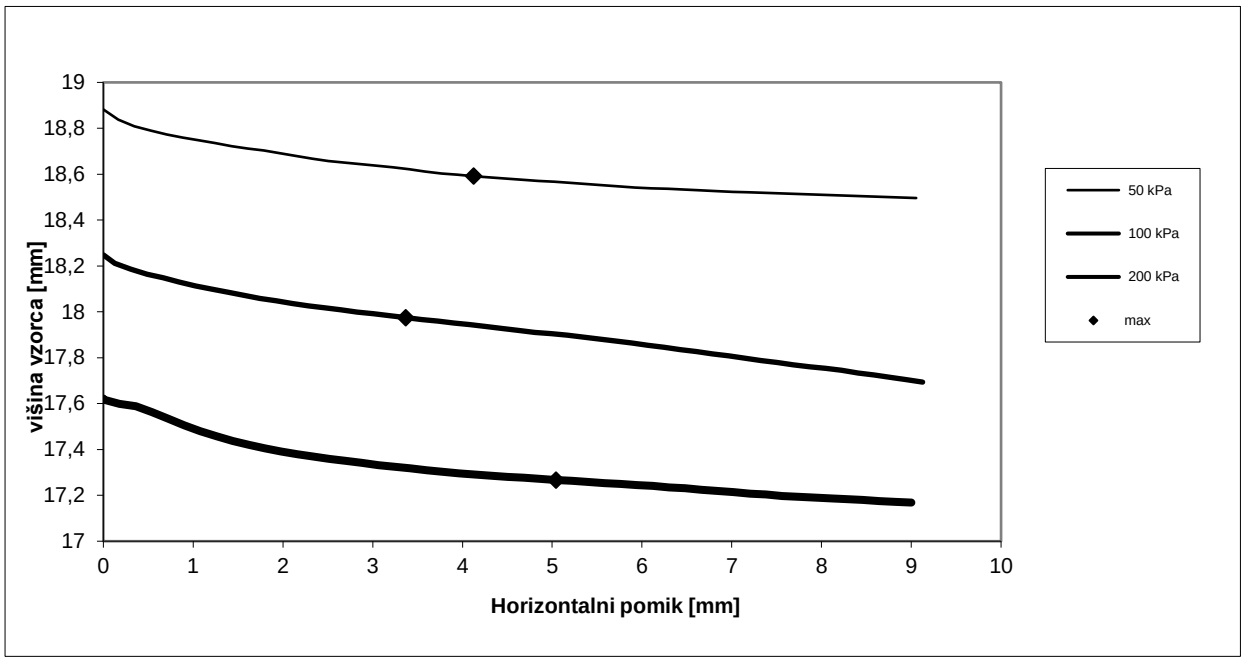


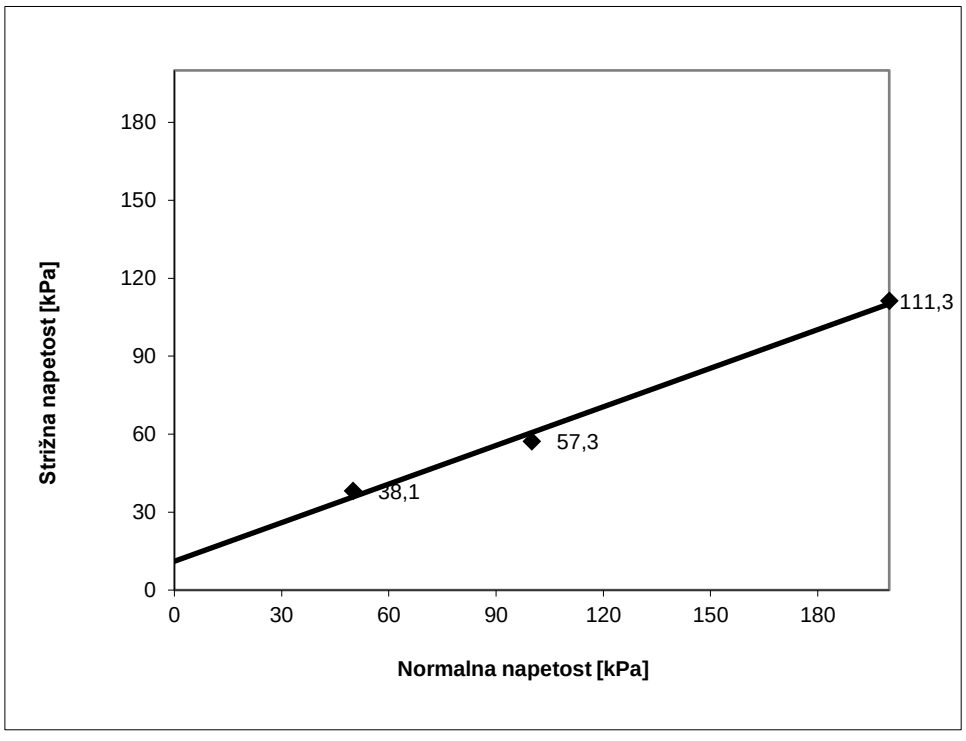
GEOINŽENIRING d.o.o. Ljubljana

DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki		
Št. vzorca		**GI-25-183**
Lokacija		Plaz Kungota
Vrtina		V-3
Začetna globina	**[m]**	3,50
Končna globina	**[m]**	
Začetek preiskave		14. 02. 2025
Klasifikacija vzorca		SiV, zelo visoko plastičen melj, trdne kons.
Opomba		vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat		ELE 26-2112





GEOINŽENIRING d.o.o. 1 Ljubljana

Rezultati		
strižni kot	[°]	26,3
kohezija	[kPa]	11,1

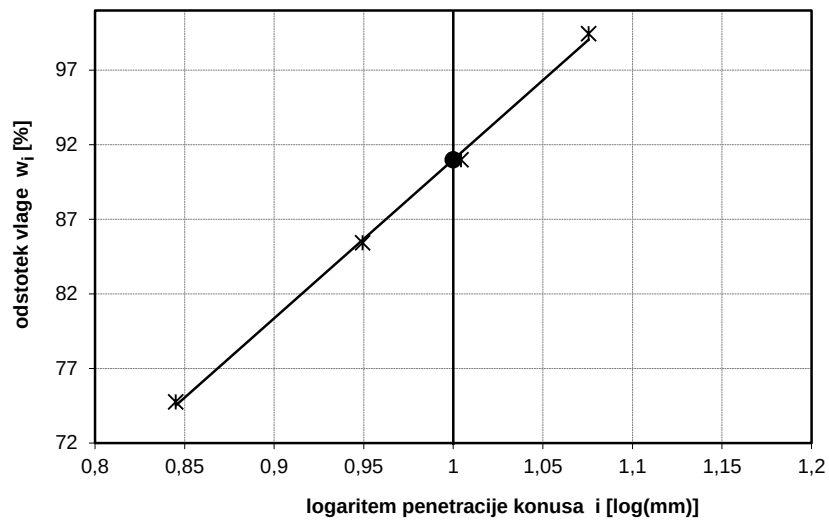
obdelal: B. Sajovic
pregledal: A. Kovačič
datum: 27.02.2025

GEO INŽENIRING
GEOLOGIJA - GEOTEHNIKA - GEOFIZIKA

DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/60°)

SIST EN ISO 17892-12:2018

PREISKAVA PO METODI "FALL CONE"



Št. vzorca:	GI-25-184
objekt:	Plaz Kungota
vrtina:	V-4
globina:	4,70
datum:	24.2.2025
preiskal:	B. Sajovic
opomba:	

naravna vlaga	
w [%]:	48,6

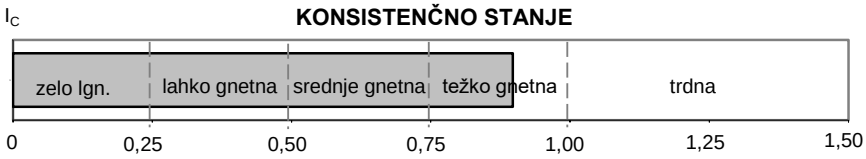
meja plastičnosti	
w_P [%]:	44

meja židkosti	
w_L [%]:	91

indeks plastičnosti	
I_P [%]:	47

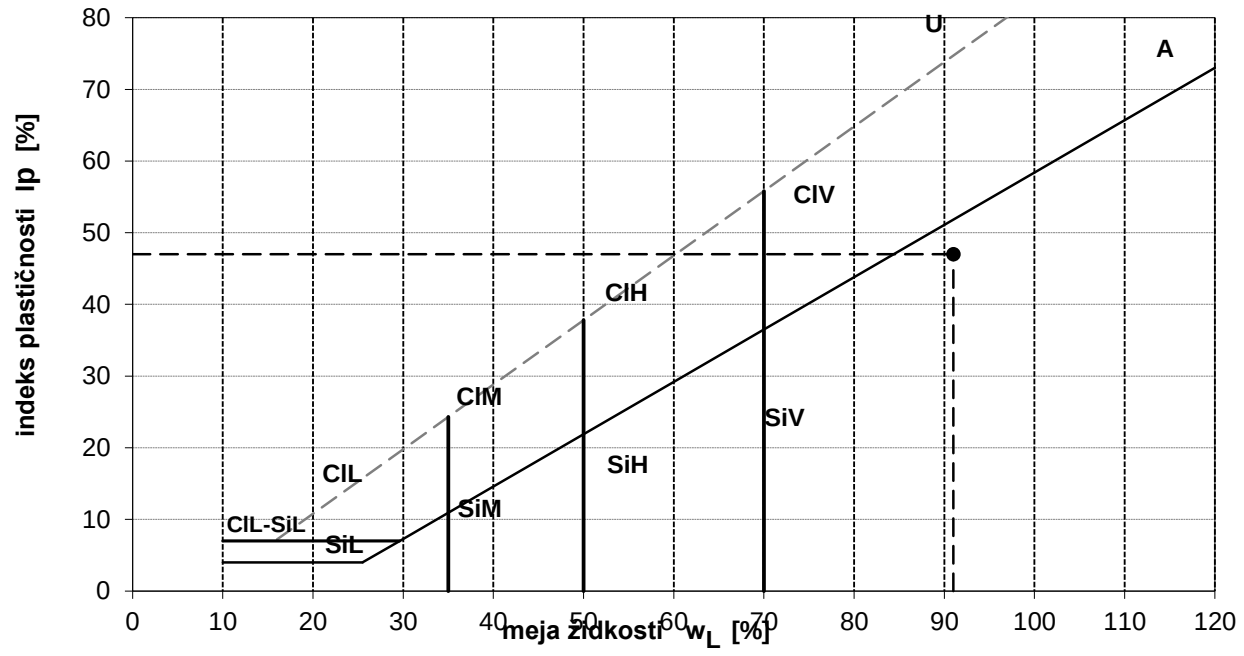
indeks konsistence	
I_C :	0,897

KONSISTENČNO STANJE



Klasifikacija:	SiV, zelo visoko plastičen melj, tgn. kons.

KLASIFIKACIJA



Obdelal: M. Sambolić

Pregledal: A. Kovačič

Ljubljana, 25.02.2025

priloga: .

DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

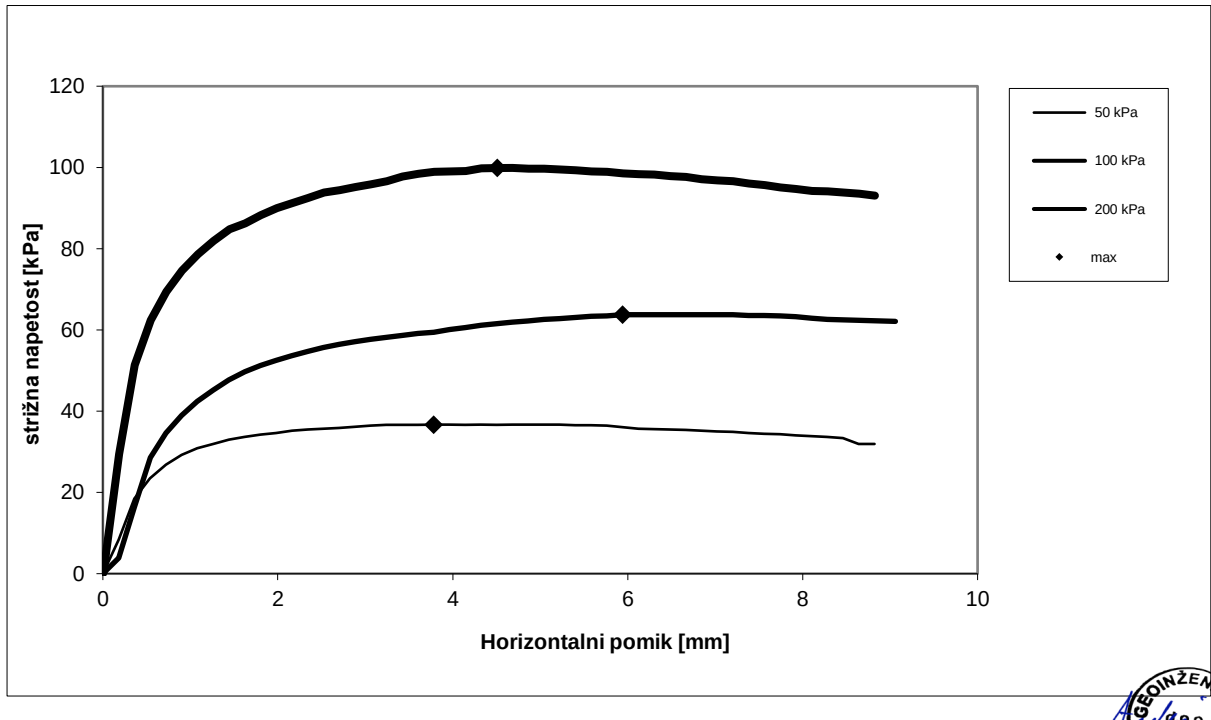
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki		
Št. vzorca		**GI-25-184**
Lokacija		Plaz Kungota
Vrtina		V-4
Začetna globina	**[m]**	4,70
Končna globina	**[m]**	
Začetek preiskave		20. 02. 2025
Klasifikacija vzorca		SiV, zelo visoko plastičen melj, tgn. kons.
Opomba		vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat		ELE 26-2112

Podatki preizkušancev						
Naravna vlažnost	**[%]**	48,33				
Naravna gostota	**[Mg/m3]**	1,69				
Suha gostota	**[Mg/m3]**	1,14				
Gostota zrnja (ocenjena)	**[Mg/m3]**	2,7				
Količnik por		1,368				
Stopnja zasičenosti	**[%]**	95,4				
Normalna napetost	**[kPa]**	50	100	200		
Začetna višina	**[mm]**	19	19	19		
Površina	**[mm2]**	3600	3600	3600		
Vlaga po preiskavi	**[%]**	49,07	48,88	48,16		

hitrost striženja	**[mm/min]**	0,008

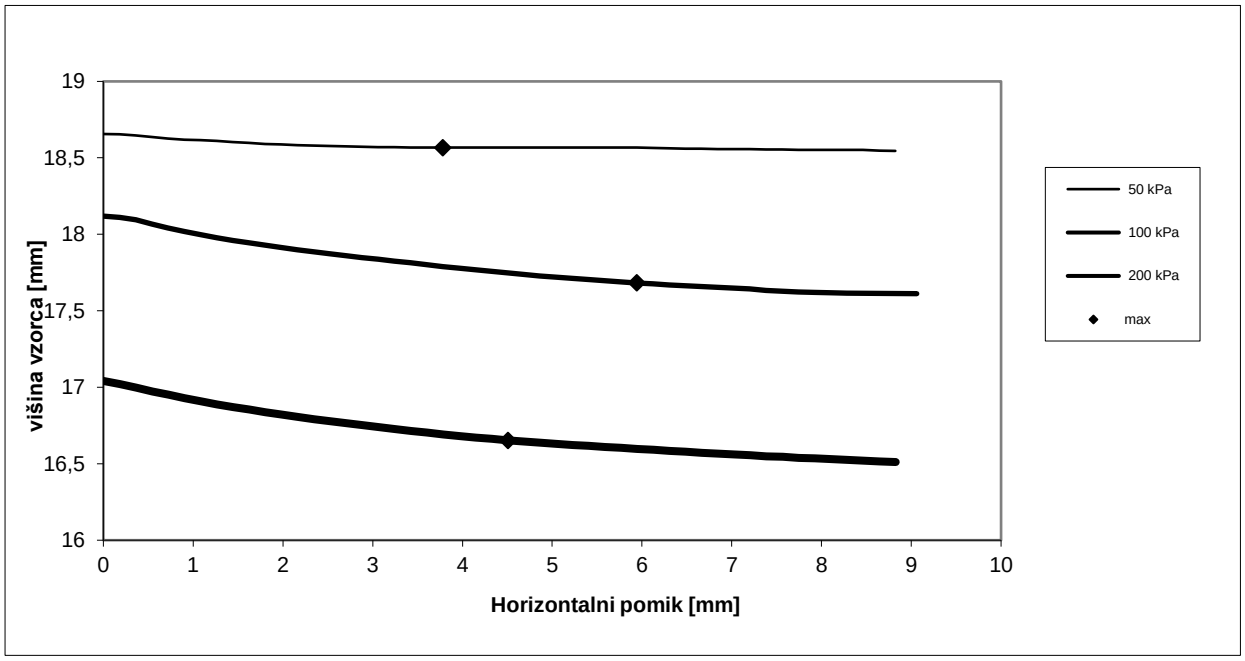
Podatki porušitve						
Normalna napetost	**[kPa]**	50	100	200		
Strižna nap. pri porušitvi	**[kPa]**	36,7	63,8	99,9		
Hor. pomik pri porušitvi	**[mm]**	3,780	5,940	4,507		
Viš. vzorca pri porušitvi	**[mm]**	18,567	17,682	16,653		
Končna strižna nap.	**[kPa]**	32,0	62,1	93,1		
Končni hor. pomik	**[mm]**	8,822	9,060	8,826		
Končna viš. vzorca	**[mm]**	18,545	17,612	16,511		

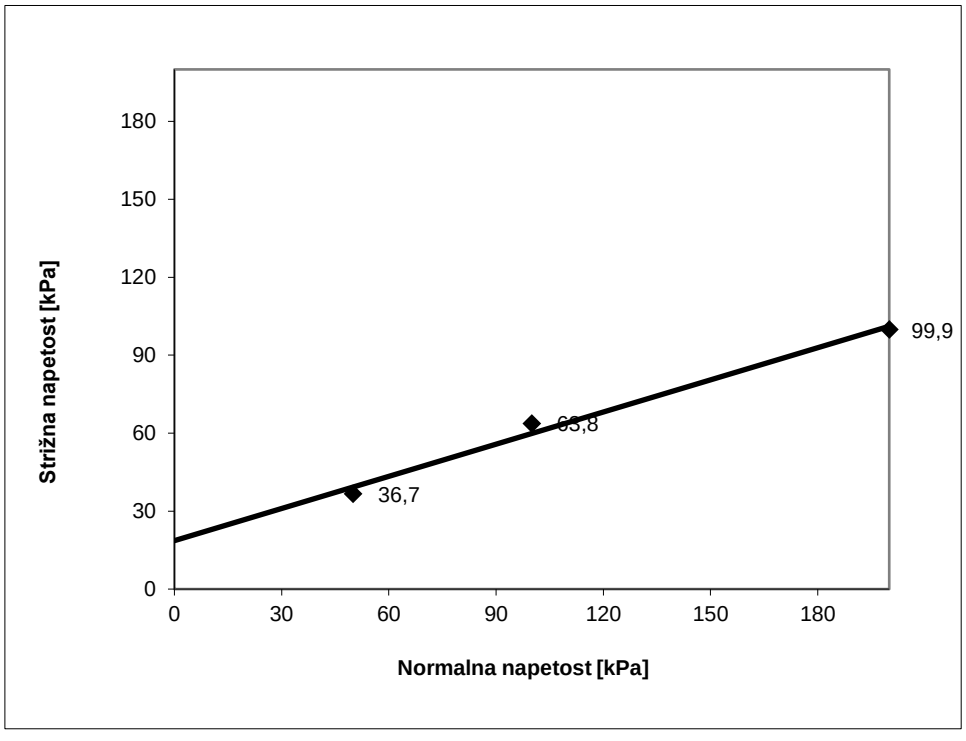


DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki		
Št. vzorca		**GI-25-184**
Lokacija		Plaz Kungota
Vrtina		V-4
Začetna globina	**[m]**	4,70
Končna globina	**[m]**	
Začetek preiskave		20. 02. 2025
Klasifikacija vzorca		SiV, zelo visoko plastičen melj, tgn. kons.
Opomba		vzorec intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat		ELE 26-2112





Rezultati		
strižni kot	[°]	22,4
kohezija	[kPa]	18,6

obdelal: B. Sajovic

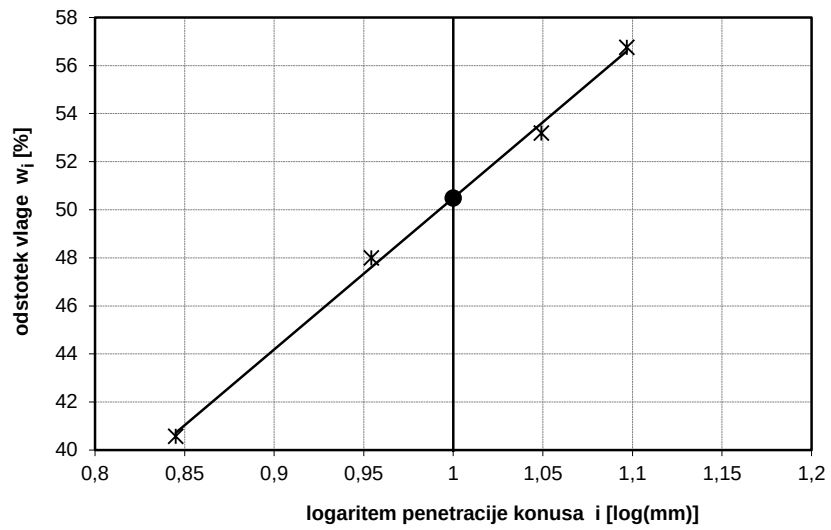
pregledal: A. Kovačič

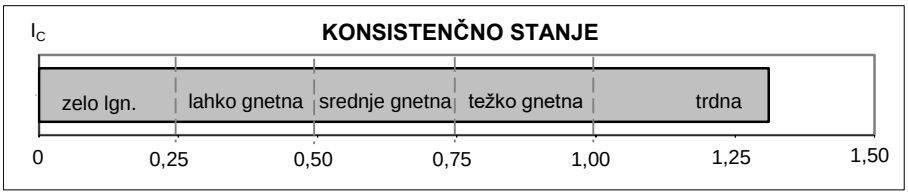
datum: 27.02.2025

GEO INŽENIRING
GEOLOGIJA - GEOTEHNIKA - GEOFIZIKA

DOLOČITEV KONSISTENČNIH MEJ PO METODI "FALL-CONE" (konus 60g/60°)

SIST EN ISO 17892-12:2018





Št. vzorca:	**GI-25-185**
objekt:	Plaz Kungota
vrtina:	V-4
globina:	6,50
datum:	24.2.2025
preiskal:	B. Sajovic
opomba:	

naravna vlaga	
w [%]:	14,9

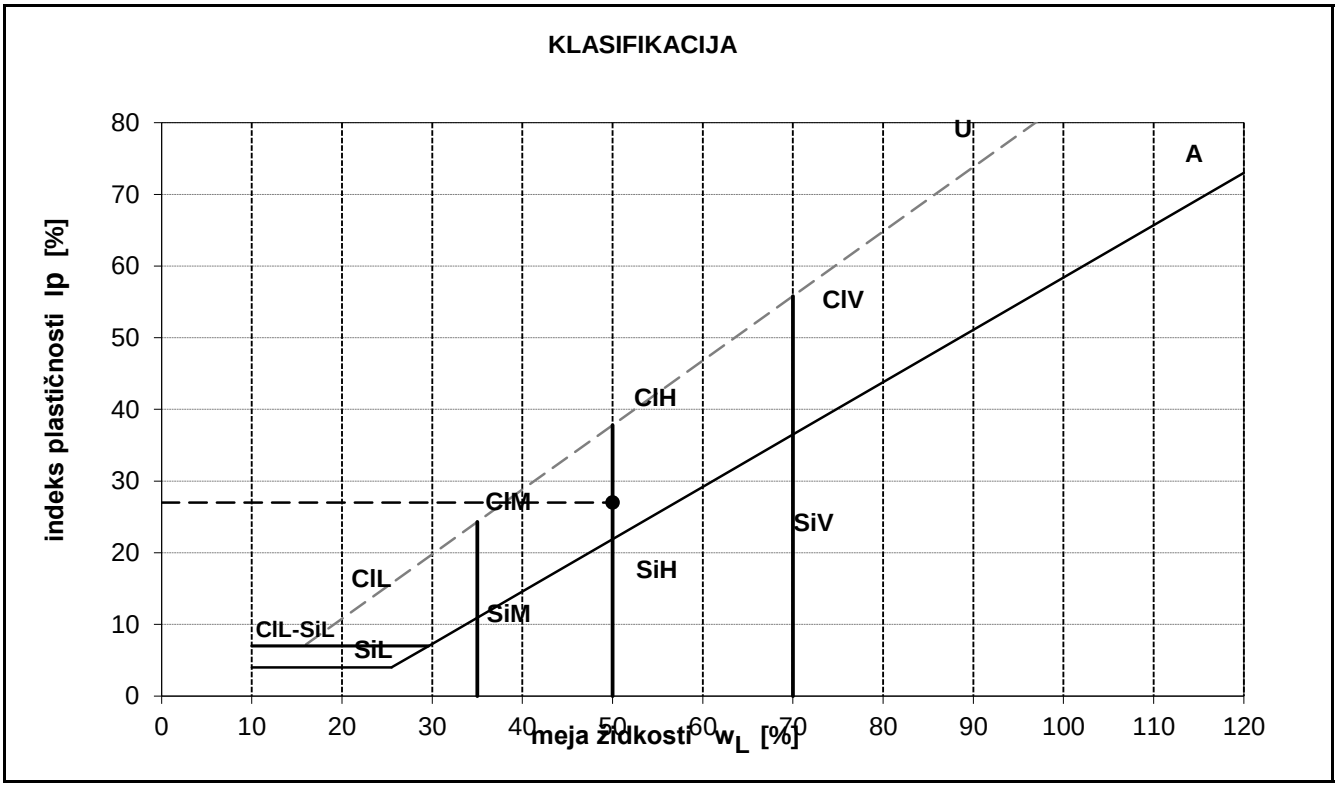
meja plastičnosti	
w_P [%]:	23

meja židkosti	
w_L [%]:	50

indeks plastičnosti	
I_P [%]:	27

indeks konsistence	
I_C :	1,31

Klasifikacija:	CIM/CIH, srednje/visoko plastična glina, trdne kons.



Obdelal: M. Sambolić

Pregledal: A. Kovačič

Ljubljana, 25.02.2025

priloga: .

DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

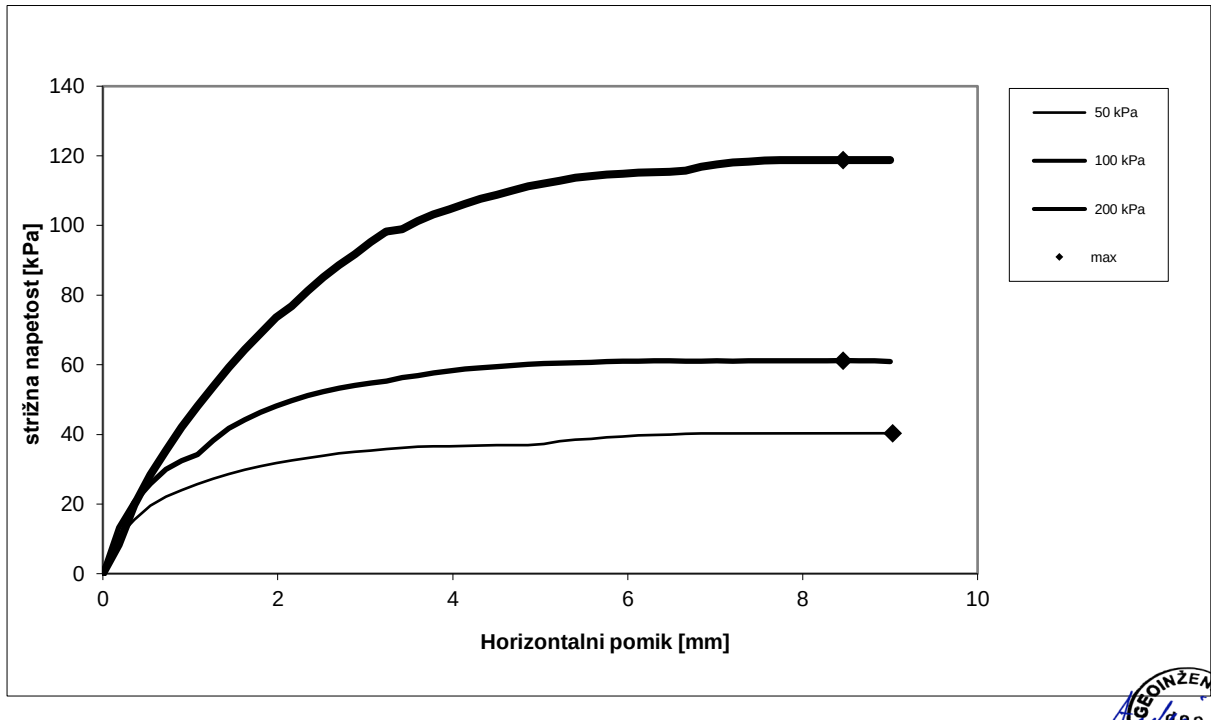
po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki		
Št. vzorca		**GI-25-185**
Lokacija		Plaz Kungota
Vrtina		V-4
Začetna globina	**[m]**	6,50
Končna globina	**[m]**	
Začetek preiskave		20. 02. 2025
Klasifikacija vzorca		CIM/CIH, srednje/visoko plastična glina, trdne kons.
Opomba		vzorec ne intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat		ELE 26-2112

Podatki preizkušancev						
Naravna vlažnost	**[%]**	14,88				
Naravna gostota	**[Mg/m3]**	1,77				
Suha gostota	**[Mg/m3]**	1,54				
Gostota zrnja (ocenjena)	**[Mg/m3]**	2,7				
Količnik por		0,755				
Stopnja zasičenosti	**[%]**	53,2				
Normalna napetost	**[kPa]**	50	100	200		
Začetna višina	**[mm]**	19	19	19		
Površina	**[mm2]**	3600	3600	3600		
Vlaga po preiskavi	**[%]**	28,50	27,16	25,68		

hitrost striženja	**[mm/min]**	0,008

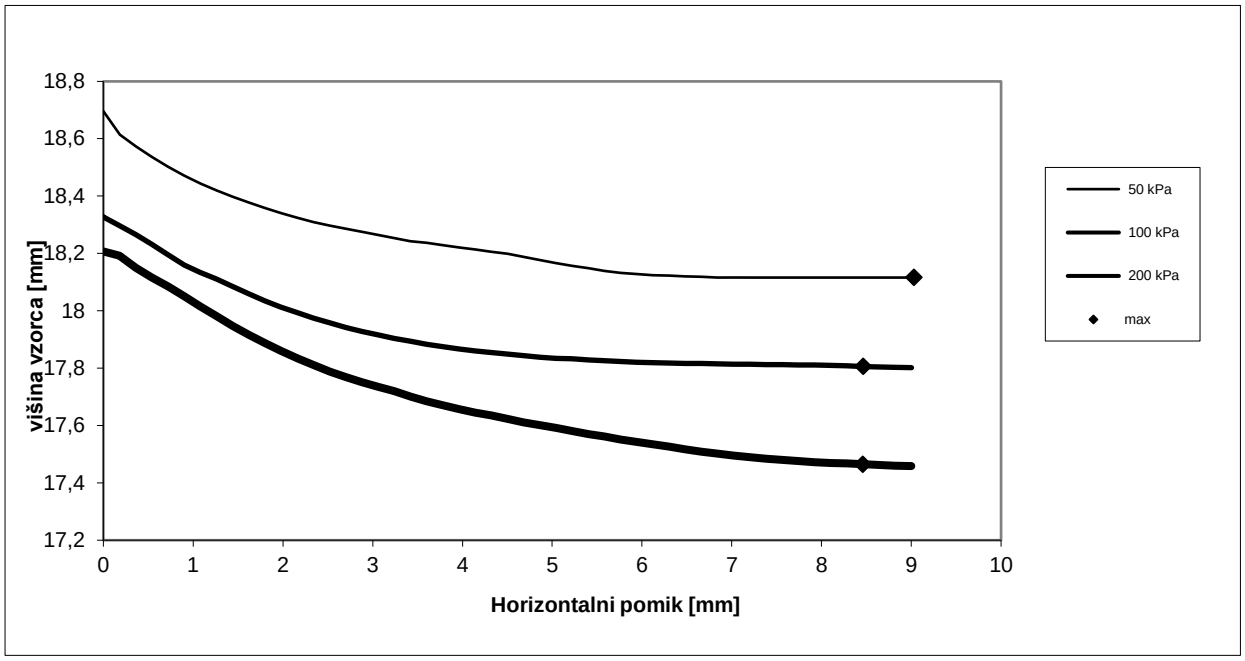
Podatki porušitve						
Normalna napetost	**[kPa]**	50	100	200		
Strižna nap. pri porušitvi	**[kPa]**	40,3	61,2	118,8		
Hor. pomik pri porušitvi	**[mm]**	9,028	8,463	8,461		
Viš. vzorca pri porušitvi	**[mm]**	18,117	17,806	17,465		
Končna strižna nap.	**[kPa]**	40,3	61,0	118,8		
Končni hor. pomik	**[mm]**	9,028	9,002	9,000		
Končna viš. vzorca	**[mm]**	18,117	17,802	17,459		

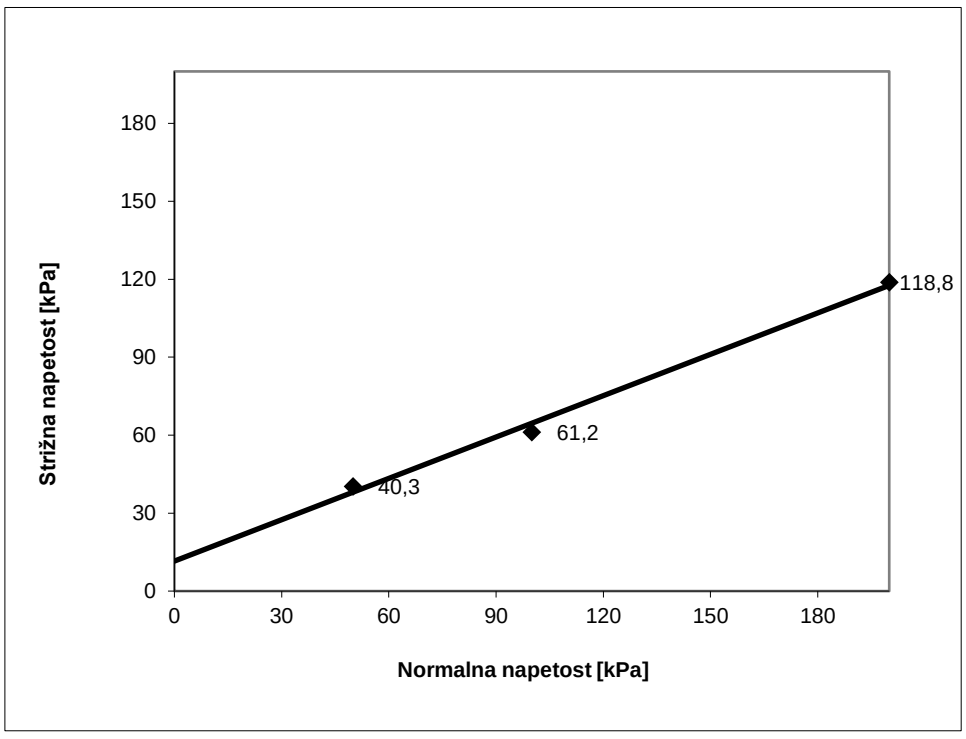


DRENIRANA STRIŽNA PREISKAVA V DIREKTNEM STRIŽNEM APARATU

po standardu: SIST EN ISO 17892-10:2019

Splošni podatki		
Št. vzorca		**GI-25-185**
Lokacija		Plaz Kungota
Vrtina		V-4
Začetna globina	**[m]**	6,50
Končna globina	**[m]**	
Začetek preiskave		20. 02. 2025
Klasifikacija vzorca		CIM/CIH, srednje/visoko plastična glina, trdne kons.
Opomba		vzorec ne intakten, preplavljen in konsolidiran
Aparat		ELE 26-2112





Rezultati		
strižni kot	[°]	27,9
kohezija	[kPa]	11,5

obdelal: B. Sajovic
pregledal: A. Kovačič
datum: 27.02.2025

G RISBE

	Vsebina	merilo	oznaka
1	Pregledna geološka situacija	M 1 : 500	G.001
2	Prečni prerezi geološke podlage	M 1 : 100	G.032