



GeoMTech d.o.o.
za istraživanje, projektiranje i nadzor

Varaždin, Ulica Ivana Rangera 18
Email: davor.mekovec@vz.t-com.hr
Mob: 098/821-141

GEOTEHNIČKI ELABORAT

Građevina: **SANACIJA KLIZIŠTA NA NERAZVRSTANOJ CESTI
MALA ULICA U NASELJU KAMENJAK, ANDRAŠEVEC**

Lokacija: **k.o. Andraševac, Mala ulica, naselje Kamenjak**

Investitor: **GRAD OROSLAVJE**
Oro trg 1
HR-49 243 Oroslavje
OIB: 86505626714

Naručitelj: **ZAGORJE PRO-KON d.o.o.**
Lug Zabočki 86
HR-49210 Zabok
OIB: 45765676508

Oznaka dokumentacije: **01/2024-G**

Mjesto i datum: **Varaždin, siječanj 2024.**

Projektant: **Davor Mekovec, dipl. ing. građ.**

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Davor Mekovec
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva

G 5219



GeoMTech d.o.o.
za istraživanje, projektiranje i nadzor

Varaždin, Ulica Ivana Rangera 18
Email: davor.mekovec@vz.t-com.hr
Mob: 098/821-141

Investitor: **GRAD OROSLAVJE**
Oro trg 1
HR-49 243 Oroslavje
OIB: 86505626714

Naručitelj: **ZAGORJE PRO-KON d.o.o.**
Lug Zabočki 86
HR-49210 Zabok
OIB: 45765676508

Građevina: **SANACIJA KLIZIŠTA NA NERAZVRSTANOJ CESTI
MALA ULICA U NASELJU KAMENJAK, ANDRAŠEVEC**

Lokacija: **k.o. Andraševac, Mala ulica, naselje Kamenjak**

Vrsta dokumentacije: **GEOTEHNIČKI ELABORAT**

Oznaka dokumentacije: **01/2024-G**

Razina obrade: **ZA GLAVNI PROJEKT**

Mjesto i datum: **Varaždin, siječanj 2024.**

Geotehnička obrada:

Davor Mekovec, dipl.ing.građ.

Miroslav Biškup, bušač

GeoMTech d.o.o.

Davor Mekovec, dipl.ing.građ

GeoMTech
d.o.o. Varaždin
Ulica Ivana Rangera 18



R J E Š E N J E

Trgovački sud u Varaždinu po sudskom savjetniku Martina Mašić u registarskom predmetu upisa u sudski registar osnivanja društva s ograničenom odgovornošću po prijedlogu predlagatelja GeoMTech društvo s ograničenom odgovornošću za istraživanje, projektiranje i nadzor, Varaždin, Ulica Ivana Rangera 18, 15.04.2021.

r i j e š i o j e

u sudski registar ovog suda upisuje se:

osnivanje društva s ograničenom odgovornošću

pod tvrtkom/nazivom GeoMTech društvo s ograničenom odgovornošću za istraživanje, projektiranje i nadzor, sa sjedištem u Varaždin, Ulica Ivana Rangera 18, u registarski uložak s MBS 070183829, prema podacima naznačenim u prilogu ovoga rješenja ("Podaci za upis u glavnu knjigu sudskog registra"), koji je njegov sastavni dio.

TRGOVAČKI SUD U VARAŽDINU

U Varaždinu, 15. travnja 2021. godine

Sudski savjetnik

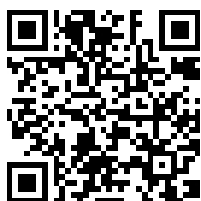
Martina Mašić

Uputa o pravnom lijeku:

Pravo na žalbu protiv rješenja sudskog savjetnika (ovlaštenog registarskog referenta) ima sudionik ili druga osoba koja za to ima pravni interes, a predlagatelj samo kada je zahtjev odbijen ili prijava odbačena. Žalba se podnosi ovom sudu u roku od 8 dana u dva primjerka.



Broj zapisa: dzi-3785425
Kontrolni broj: xtprd-1i7y5



Vjerodostojnost ovog dokumenta možete provjeriti na web adresi: http://sudreg.pravosudje.hr/registar/kontrola_izvornika/ unosom gore navedenog broja zapisa i kontrolnog broja dokumenta ili skeniranjem ovog QR koda. Sustav će u oba slučaja prikazati izvornik ovog dokumenta. Ukoliko je ovaj dokument identičan prikazanom izvorniku u digitalnom obliku, Trgovački sud u Varaždinu potvrđuje vjerodostojnost dokumenta.



PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA

(prilog uz rješenje)

Pod brojem upisa 1 za tvrtku GeoMTEch društvo s ograničenom odgovornošću za istraživanje, projektiranje i nadzor upisuje se:

SUBJEKT UPISA

TVRTKA:

GeoMTEch društvo s ograničenom odgovornošću za istraživanje, projektiranje i nadzor

GeoMTEch d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

Varaždin (Grad Varaždin)
Ulica Ivana Rangera 18

ADRESA ELEKTRONIČKE POŠTE:

davor.mekovec@vz.t-com.hr

PRAVNI OBLIK:

društvo s ograničenom odgovornošću

PRETEŽITA DJELATNOST:

71.12 - Inženjerstvo i s njim povezano tehničko savjetovanje

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

Davor Mekovec, OIB: 10767689918
Varaždin, Ulica Ivana Rangera 18
- jedini osnivač d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

Davor Mekovec, OIB: 10767689918
Varaždin, Ulica Ivana Rangera 18
- direktor
- zastupa samostalno i pojedinačno

TEMELJNI KAPITAL:

20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

Izjava o osnivanju trgovačkog društva od 14. travnja 2021.

EVIDENCIJSKE DJELATNOSTI:

- * - projektiranje i građenje građevina te stručni nadzor građenja
- * - djelatnost ispitivanja
- * - djelatnost tehničkog ispitivanja i analize
- * - djelatnost prethodnih istraživanja
- * - djelatnost upravljanja projektom gradnje



PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA

(prilog uz rješenje)

Pod brojem upisa 1 za tvrtku GeoMTEch društvo s ograničenom odgovornošću za istraživanje, projektiranje i nadzor upisuje se:

SUBJEKT UPISA

EVIDENCIJSKE DJELATNOSTI:

- * - inženjerske djelatnosti i tehničko savjetovanje, izrada i izvedba projekata iz područja građevinarstva, elektrike, elektronike, rudarstva, kemije, mehanike i industrije
- * - inženjering i konzalting na području niskogradnje, visokogradnje, hidrogradnje, prometa, sistemski inženjering i sigurnosni inženjering
- * - geodetska djelatnost
- * - pokusno bušenje i sondiranje terena za gradnju
- * - laboratorijska i terenska ispitivanja, geotehnička istraživanja, projektiranja i nadzor
- * - vodoistražni radovi i drugi hidrogeološki radovi (hidrogeološka istraživanja, geofizička istraživanja i bušenje istražnih bušotina i zdenaca)
- * - stručni poslovi prostornog uređenja
- * - geološke i istražne djelatnosti: površinsko mjerenje i promatranje, namijenjeno za pružanje informacija o podzemnim strukturama i lokaciji podzemnih nalazišta nafte, zemnog plina, minerala i podzemnih voda
- * - izrada studija o utjecaju na okoliš i stručnih podloga u zaštiti okoliša
- * - izrada elaborata i stručnih ekspertiza iz područja građevinarstva te usluge procjena vrijednosti nekretnina
- * - sudsko vještačenje iz područja građevinarstva
- * - pripremni radovi na gradilištu
- * - kupnja i prodaja robe
- * - pružanje usluga u trgovini
- * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- * - zastupanje inozemnih tvrtki
- * - usluge informacijskog društva
- * - računalne i srodne djelatnosti
- * - prijevoz osoba i tereta za vlastite potrebe
- * - uvođenje instalacija vodovoda, kanalizacije i plina i instalacija za grijanje i klimatizaciju
- * - energetska certificiranje, energetska pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
- * - izvođenje investicijskih radova u inozemstvu



PODACI ZA UPIS U GLAVNU KNJIGU SUDSKOG REGISTRA

(prilog uz rješenje)

Pod brojem upisa 1 za tvrtku GeoMTEch društvo s ograničenom odgovornošću za istraživanje, projektiranje i nadzor upisuje se:

SUBJEKT UPISA

U Varaždinu, 15. travnja 2021.

Sudski savjetnik
Martina Mašić

Broj zapisa: dzi-3785426
Kontrolni broj: n6dnk-tz3qr



Vjerodostojnost ovog dokumenta možete provjeriti na web adresi: http://sudreg.pravosudje.hr/registar/kontrola_izvornika/ unosom gore navedenog broja zapisa i kontrolnog broja dokumenta ili skeniranjem ovog QR koda. Sustav će u oba slučaja prikazati izvornik ovog dokumenta. Ukoliko je ovaj dokument identičan prikazanom izvorniku u digitalnom obliku, Trgovački sud u Varaždinu potvrđuje vjerodostojnost dokumenta.



SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
2. TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI.....	4
3. LABORATORIJSKA ISPITIVANJA UZORAKA TLA	5
4. GEOTEHNIČKE KARAKTERISTIKE TLA.....	6
4.1. Generalna klasifikacija stijenske mase	7
5. OPIS GEOTEHNIČKIH ISTRAŽNIH BUŠOTINA	9
6. ISPITIVANJE TLA DINAMIČKOM LAKOM UDARNOM SONDOM (DPL)	11
7. SEIZMIČKE KARAKTERISTIKE ISPITIVANOG PODRUČJA.....	17
8. ZAKLJUČAK	19
9. PROFILI ISTRAŽNIH BUŠOTINA.....	21
10. LABORATORIJSKI PRILOZI.....	23

GRAFIČKI PRILOZI:

1. SITUACIJSKI PLAN M 1:200
2. GEOTEHNIČKI PROFIL M 1:100/100

1. UVOD

Temeljem zahtjeva Naručitelja izvedeni su geomehnički istražni radovi u svrhu sanacije klizišta na nerazvrstanoj cesti u naselju Kamenjak, Mala ulica, Oroslavje. Klizište je evidentirano na k.č. 198 i 202 k.o. Andraševac. Položaj klizišta na predmetnoj lokaciji prikazan je na slici 1. (<https://geoportal.dgu.hr>, M 1:500).



Slika 1. Pozicija sanacije klizišta na nerazvrstanoj cesti u naselju Kamenjak, Mala ulica

Na predmetnoj lokaciji zatečeno je klizanje tla sa južne strane nerazvrstane ceste u naselju Kamenjak, Mala ulica. Teren na mikrolokaciji klizišta je strma padina orijentirana prema jugu sa kutom nagiba od oko 25° . Čelo klizišta formirano je uz rub nerazvrstane ceste. Dužina čela klizišta iznosi ≈ 25 m, a poprečna dužina oko 8.0 m od ruba ceste. Prema vidljivoj deformaciji terena, površina konture klizne zone iznosi oko ≤ 500 m². Evidentirano klizište formirano je u dijelu padine uz serpentinu nerazvrstane ceste, nije prijetnja stambenim objektima. Na samom klizištu postoji afinitet daljnog širenja, a što će rezultirati daljnjom devastacijom ceste ukoliko se ne provede potreban zahvat na sanaciji klizišta.

Terenska i laboratorijska ispitivanja izvedena su radi utvrđivanja vrste tla na lokaciji klizišta te njegovih geomehničkih i fizikalnih karakteristika. Prema podacima dobivenim iz geomehničkih i laboratorijskih istražnih radova u zoni klizišta izvršeno je određivanje uzroka nastanka nestabilnosti terena, dubine i oblika klizne plohe, a što će poslužiti kao podloga za projektiranje i sanaciju klizišta.

Svi geotehnički istražni radovi na lokaciji klizišta izvedeni su sukladno zakonskim propisima i Pravilnicima predviđenim za tu vrstu radova:

1. Zakon o gradnji (NN 153/13, NN 20/2017, NN 39/2019, NN125/2019)
2. Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 1. dio: Opća pravila (HRN EN 1997-1:2012)
3. Eurokod 7: Geotehničko projektiranje – 1.dio: Nacionalni dodatak (HRN EN 1997-1:2012/NA)
4. Eurokod 7: Geotehničko projektiranje - 2. dio: Istraživanje i ispitivanje temeljnog tla (HRN EN 1997-2:2012)
5. Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 5.dio: Temelji, potporne konstrukcije i geotehnička pitanja (HRN EN 1998-5:2011)
6. Prema normama HRN EN ISO 14688, normama iz područja geotehnike te pravilima struke i preporukama ISSMGE (International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering)

Na slikama 2 - 4. prikazana je lokacija klizišta prilikom izvedbe terenskih geotehničkih istražnih radova te pozicija izvedenih istražnih bušotina.



Slika 2. Prikaz zatečenog stanja klizišta na nerazvrstanoj cesti u naselju Kamenjak, Mala ulica



Slika 3. Prikaz zatečenog stanja klizišta (nestabilne klizne padine i istražnih bušotina)



2. TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

Na poziciji klizišta izvedeni su terenski geotehnički istražni radovi radi utvrđivanja geotehničkih i fizikalno-mehaničkih karakteristika temeljnog tla, a u cilju projektiranja i sanacije klizišta u zoni ceste. Geotehnički istražni radovi su obuhvatili:

- Visoko precizno geodetsko pozicioniranje (VPPS, Cropos sustav) na poziciji klizišta sa S580 RTK GNSS prijemnikom radi snimanja koordinata izvedenih istražnih bušotina i lakih udarnih sondi
- Bušenje tla sa dvije (2) strukturne geotehničke istražne bušotine do dubine maksimalno 5.0 m, odnosno u sloj čvrstog pjeskovitog/laporovitog materijala. Dno bušotine završeno je minimalno 1.0 m u sloju čvrstog tla (petrificiranog pijeska/lapora) gdje nema uvjeta za formiranje i napredovanje klizišta. Bušenje je zbog nemogućnosti pristupa na nestabilnu kosinu izvedeno strojnom ručnom bušaćom garniturom uz kontinuirano jezgrovanje. Položaj geotehničkih istražne bušotina prikazan je na situacijskom planu u prilogu 1. geotehničkog elaborata.
- Ispitivanje kontinuirane zbijenosti tla i geomehaničkih karakteristika sa dinamičkom lakom udarnom sondom (DPL) do sloja čvrstog tla gdje broj udaraca iznosi ≥ 100 (vrlo čvrsto i kruto temeljno tlo). Na poziciji klizišta izvedene su dvije lake udarne sonde DPL-1 i DPL-2. Udarne sonda DPL-1 pozicionirana je na kliznoj padini, dok je sonda DPL-2 izvedena u nožici kosine klizišta.
- Terenska klasifikacija tla prema Unified Soil Classification System (USC sustavu), uzimanje reprezentativnih poremećenih (PU) i neporemećenih (NU) uzoraka tla za potrebe laboratorijskih ispitivanja fizikalnih i geomehaničkih karakteristika temeljnog tla
- Određivanje relativne zbijenosti tla standardnim penetracijskim testom (SPT-om). Relativna zbijenost određivana je uz upotrebu noža ili šiljka ovisno o vrsti materijala (nož – koherentni materijal, šiljak-nekoherentni materijal)
- "in situ" ispitivanje nedrenirane posmične čvrstoće koherentnog tla (c_u) koristeći krilnu sondu model Controls 16- T0174 i jednoosne tlačne čvrstoće koherentnog tla (q_u) koristeći džepni penetrometar model Controls 16-TO161.
- Opažanje pojave podzemne vode (PPV) i mjerenje nivoa podzemne vode (NPV) na kraju sondiranja.
- Utvrđivanje geomehaničkih karakteristika temeljnog tla i definiranje geotehničkog modela tla za potrebe projektiranja i sanacije klizišta.

Svi dobiveni rezultati terenskih geotehničkih istražnih radova i laboratorijskih ispitivanja prezentirani su u prilogima ovog elaborata.



3. LABORATORIJSKA ISPITIVANJA UZORAKA TLA

Prema zahtjevu i specifikaciji Naručitelja, u geotehničkom laboratoriju ispitivani su poremećeni (PU) i neporemećeni (NU) reprezentativni uzorci tla s lokacije sanacije klizišta na nerazvrstanoj cesti u naselju Kamenjak. Ispitivanja su provedena u cilju utvrđivanja nekih fizikalnih i geotehničkih svojstava u koje spadaju:

- vlaga u dostavnom stanju: w_0 (%)
- zapreminska težina vlažnog i suhog uzorka: γ , γ_d
- laboratorijska klasifikacija prema granici tečenja i granici plastičnosti: w_L , w_P (%)
- laboratorijska klasifikacija prema granulometrijskom sastavu

3.1. Fizikalna svojstva uzoraka tla

Vlaga u dostavnom stanju određena je sušenjem uzoraka na temperaturi $105 \pm 5^\circ\text{C}$ do stalne mase u sušioniku tipa Controls model 10-D1390/10L. Gustoća vlažnog i suhog uzorka određivana je pomoću cilindra poznate mase i obujma te sušenjem uzorka do konstantne mase i vaganjem.

3.2. Klasifikacijski pokusi

Radi točne laboratorijske klasifikacije, određivane su konzistentne granice uzoraka tla. Granica tečenja W_L određivana je pomoću laboratorijskog digitalnog konusnog penetrometra tipa Controls model 22-T0029/E, a granica plastičnosti W_P izradom valjčića promjera 3 mm.

Iz nađenih vrijednosti za granice konzistencije i vlagu u dostavnom stanju, izračunao se indeks plastičnosti I_P i indeks konzistencije I_C . Dobivene vrijednosti služe za klasifikaciju uzorkovanog tla te za ocjenu stanja plastičnosti. Klasifikacija je provedena prema USC sustavu.

3.3. Granulometrijski sastav tla

Granulometrijska analiza tla izvršena je metodom sijanja. U postupku sijanja, uzorci su prvo sušeni da konstantne mase na temperaturi $105 \pm 5^\circ\text{C}$, a zatim ispirani kroz sito otvora 0,063 mm. Ponovnim sušenjem uzoraka do konstantne mase utvrđena je količina čestica manjih od 0,063 mm (prah i glina). Materijal s česticama većim od 0,063 mm je prosijavan u elektromagnetskoj treskalici tip Controls model 15-D0407/B kroz set normiranih sita. Na temelju vaganja, određen je postotak masenog sadržaja pojedinih frakcija materijala i njihov postotni sadržaj u ukupnoj masi uzorka. Rezultati ispitivanja obrađeni su adekvatnom numeričkom metodom i objedinjeni prikazani na propisani način, u obliku granulometrijskih krivulja odnosno dijagrama. Klasifikacija je provedena prema USC sustavu.

Rezultati laboratorijskih ispitivanja odnose se samo na ispitivane uzorke s označene lokacije, vrste, sonde i dubine. Rezultati laboratorijskih ispitivanja dani su u preglednoj tabeli.

4. GEOTEHNIČKE KARAKTERISTIKE TLA

Lokacija klizišta na nerazvrstanoj cesti ispitana je sa dvije strukturne geotehničke istražne bušotine do dubine 5.0 m, odnosno u sloj čvrstog tla (petrificiranog pijeska/lapora) te dvije dinamičke lake udarne sonde (DPL). Dno bušotina završeno je minimalno 1.0 m u sloju čvrstog tla gdje nema uvjeta za formiranje i napredovanje klizišta. Parametri tla za projektiranje sanacije (kut unutrašnjeg trenja φ , zapreminska težina tla γ , kohezija c i modul stišljivosti M_s), dubine zalijeganja slojeva tla i vrsta materijala dobiveni su terenskim istražnim radovima, laboratorijskom obradom uzoraka tla i stručnom iskustvenom inženjerskom procjenom.

U zoni ispitivanja na lokaciji klizišta izvedene su istražne bušotine B-1 i B-2 te dvije dinamičke lake udarne sonde (DPL-1 i DPL-2). U izvedenim istražnim bušotinama utvrđena su generalno tri geotehnička sloja ujednačenih geomehaničkih karakteristika.

Prvi geotehnički sloj tvori sloj nasipa koji se sastoji od mješavine gline smeđe boje, šljunka (cestovna podloga) i građevinskog otpada. Sloj nasipa je vlažan, slabo konsolidiran te podložan eroziji i klizanju. Sloj nasipa utvrđen je do 1.90 m dubine na istražnoj bušotini B-1 i do 0.50 m na istražnoj bušotini B-2.

Geotehnički parametri utvrđenog sloja:

- kut unutrašnjeg trenja $\varphi = 30^0$
- kohezija $c = 0-2 \text{ kN/m}^2$
- zapreminska težina tla $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$

Drugi geotehnički sloj tvori pjeskovita glina do glinoviti pijesak (CL/SC). Glinovita komponenta je niske plastičnosti (CL), smeđe boje, srednje gnječive konzistencije, slabo konsolidirana. U sloju je prisutan pijesak, smeđe-sive boje te zrnca šljunka sa promjerom zrna do 4 mm. Prema Jedinstvenom sustavu klasifikacije tla (USCS) sloj je svrstan u grupu "CL/SC". Sloj glinovito-pjeskovitog materijala utvrđen je u intervalu od 1.90 do 2.30 m dubine na bušotini B-1 i u intervalu od 0.50 m do 2.40 m dubine na bušotini B-2.

Geotehnički parametri utvrđenog sloja:

- kut unutrašnjeg trenja $\varphi = 26 - 28^0$
- kohezija $c = 2 - 4 \text{ kN/m}^2$
- zapreminska težina tla $\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
- nedrenirana posmična čvrstoća tla (krilna sonda) $c_u = 60 - 80 \text{ kN/m}^2$
- nedrenirana jednoosna tlačna čvrstoća tla (penetrometar) $q_u = 105 - 130 \text{ kN/m}^2$
- modul stišljivosti tla $M_s = 3-5 \text{ MN/m}^2$

Treći geotehnički sloj tvori petrificirani pijesak (pješčenjak) smeđe-sive boje sa tankim slojevima pjeskovitog lapora sive boje. Sloj je visoke tlačne čvrstoće i krutosti. Slojevi pjeskovitog materijala utvrđeni su na dubini većoj od 2.30 m na bušotini B-1 i dubini većoj od 2.40 m na bušotini B-2. Na poziciji dinamičkih lakih udarnih sondi sloj čvrstog tla je utvrđen je na 2.80 m dubine (DPL-1) i na 4.10 m dubine (DPL-2).

Geotehnički parametri utvrđenog sloja:

- kut unutrašnjeg trenja $\varphi = 27.37^0$
- kohezija $c = 125 \text{ kN/m}^2$
- zapreminska težina tla $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
- nedrenirana posmična čvrstoća tla (krilna sonda) $c_u \geq 200 \text{ kN/m}^2$
- nedrenirana jednoosna tlačna čvrstoća tla (penetrometar) $q_u \geq 500 \text{ kN/m}^2$
- modul stišljivosti tla $M_s \geq 20 \text{ MN/m}^2$

Prilikom izvođenja geotehničkih terenskih istražnih radova nije registrirana pojava i razina podzemne vode u izvedenim istražnim bušotinama.

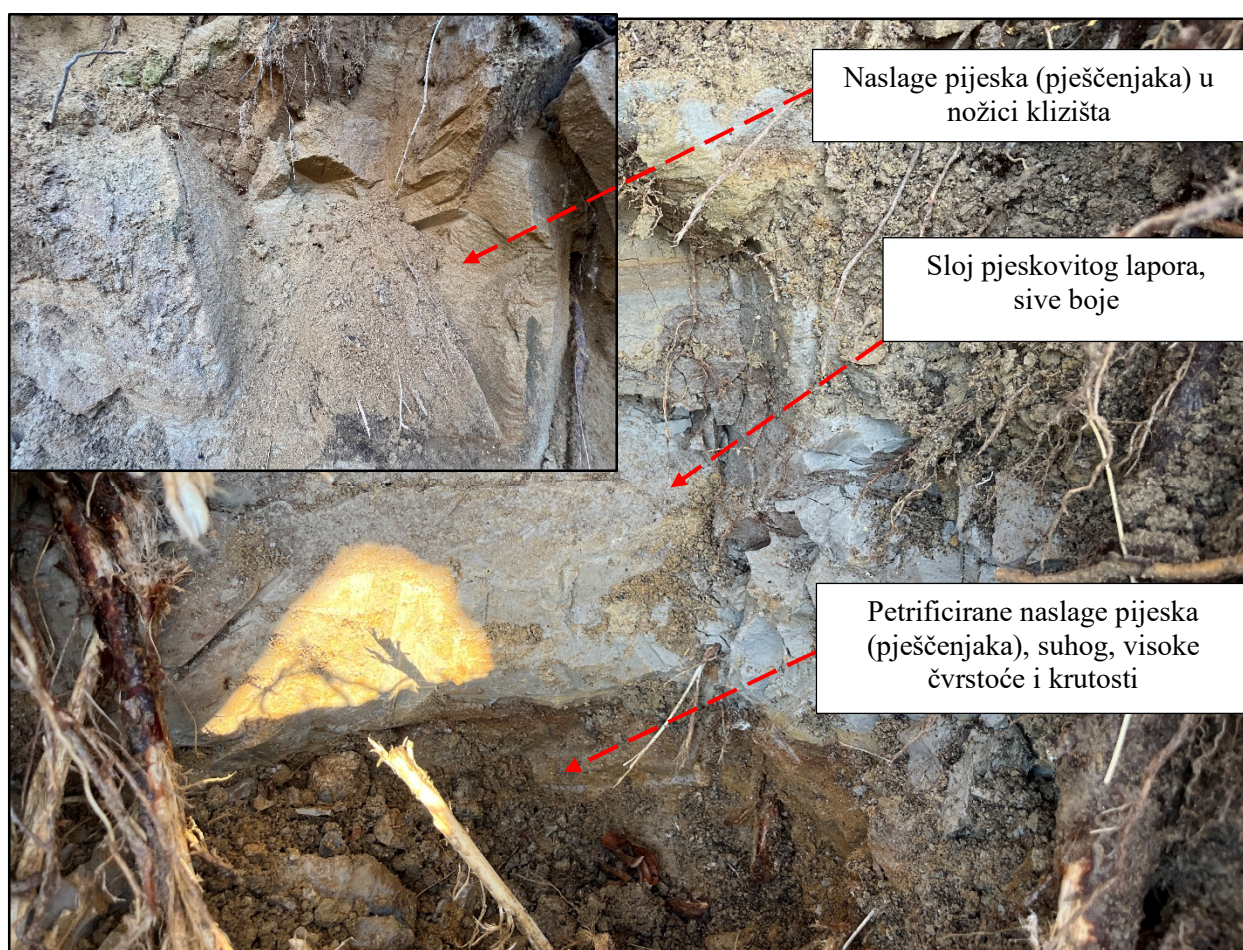
U svrhu utvrđivanja geomehaničkih karakteristika i relativne zbijenosti tla izvedeni su standardni penetracijski testovi (SPT-i) na istražnim bušotinama uz upotrebu noža za koherentne materijale i šiljka za nekoherentne materijale. Rezultati standardnog penetracijskog testa prikazani su u tablici 1.

OZNAKA BUŠOTINE	DUBINA (m)	BROJ UDARACA SPT-a (za 15+15+15 cm ili 30 cm)	NOŽ ili ŠILJAK	OZNAKA TLA
B - 1	1,5 - 1,95	1 + 1 + 2	Š	Nasip
B - 1	3,0 - 3,30	39 ud/30 cm	Š	Pješčenjak
B - 2	2,0 - 2,45	2 + 2 + 4	N	CL

Tablica 1. Rezultati standardnih penetracijskih testova (SPT-a)

4.1. Generalna klasifikacija stijenske mase

Za određivanje fizikalno-mehaničkih osobina tla/stijene na lokaciji klizišta u naselju Kamenjak izvršena je generalna klasifikacija stijenske mase prema "Geološkom indeksu čvrstoće" (GSI) dobivenom preko "Q" klasifikacije Bartona-a, Liende-a i Lund-a. Ulazni podaci za potrebni za klasifikaciju dobiveni su na temelju izdanaka naslaga pješčenjaka/lapora u otvorenom profilu zasjeka padine sa sjeverne strane ceste i u nožici padine (prikaz na slici 4).



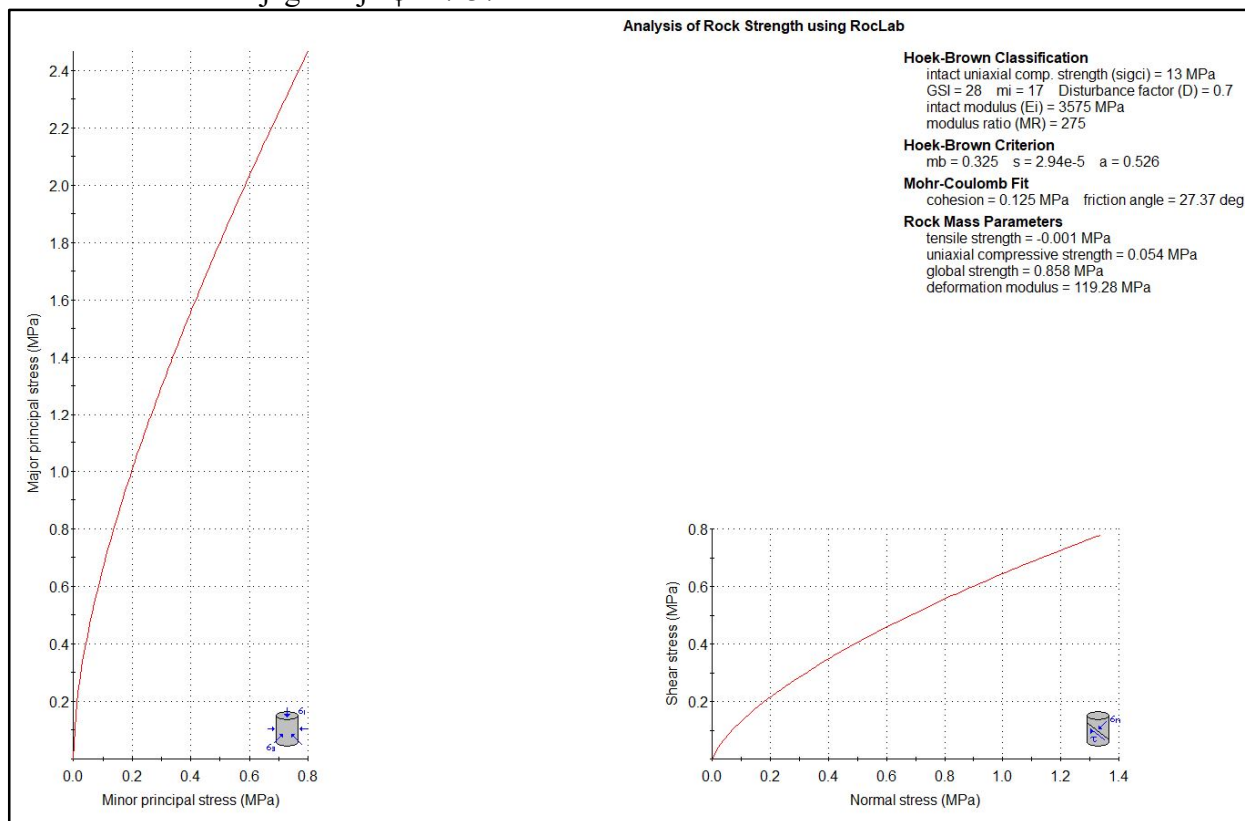
Slika 4. Prikaz otvorenog profila sondažnog iskopa I-1 i utvrđivanja inženjersko-geoloških karakteristika naslaga petrificiranog pijeska (pješčenjaka)

Za proračunavanje parametara čvrstoće stijenske mase empirijskim kriterijem Hoek-Brown-a uzimaju se slijedeći parametri:

- Geološki indeks čvrstoće stijenske mase (GSI=28)
- Jednoaksijalna čvrstoća intaktne stijene $\sigma_c = 15$ MPa
- Hoek-ova materijalna konstanta ($m_i=17$)
- Faktor poremećaja stijenske mase ($D=0.7$)

Prema ovim ulaznim podacima, primjenom Hoek-Brown-ovog empirijskog kriterija, izračunati su slijedeći parametri čvrstoće stijenske mase s prikazom nelinearnog odnosa u sistemu $\sigma_3 - \sigma_1$ (odnos glavnih napona), odnosno Mohr-Coulomb-ovim odnosom normalnog i posmičnog naprežanja. Za dobivanje rezultata korišten je program "RocLab" ver. 1.031 proizvođača Rocscience inc. Canada. Dobiveni su slijedeći rezultati:

- kohezija $c = 125 \text{ kPa}$
- kut unutrašnjeg trenja $\varphi = 27.37^\circ$



Slika 5. Analiza čvrstoće stijenske mase programom "RocLab"

Svi podaci o geotehničkim i fizikalno-mehaničkim karakteristikama temeljnog tla dani su u prilogima ovog elaborata.

5. OPIS GEOTEHNIČKIH ISTRAŽNIH BUŠOTINA

Istražna bušotina: B-1

<i>Dubina (m)</i>	<i>Opis utvrđenih geotehničkih slojeva:</i>
0.00 - 1.90 m	- Nasip koji se sastoji od mješavine gline smeđe boje, šljunka (cestovna podloga) i građevinskog otpada. Sloj nasipa je vlažan, slabo konsolidiran te podložan eroziji i klizanju
1.90 - 2.30 m	- Glinoviti pijesak, smeđe-sive boje, vlažan, slabo konsolidiran (klizni materijal)
2.30 - 4.0 m	- Petrificirani pijesak (pješčenjak), smeđe-sive boje sa prisutnim slojevima pjeskovitog lapora sive boje. Sloj je visoke tlačne čvrstoće i krutosti.

Pojava podzemne vode u bušotini prilikom istražnih radova: PPV = - m

Razina podzemne vode u bušotini po završetku istražnih radova: RPV = - m

Koordinate istražne bušotine: E 456859.03, N 5094275.56, H 201.59 m.n.v.



Slika 6. Prikaz jezgre temeljnog tla iz geotehničke istražne bušotine B-1

Istražna bušotina: B-2

<i>Dubina (m)</i>	<i>Opis utvrđenih geotehničkih slojeva:</i>
0.00 - 0.50 m	- Nasip koji se sastoji od mješavine gline smeđe boje, šljunka (cestovna podloga) i građevinskog otpada. Sloj nasipa je vlažan, slabo konsolidiran te podložan eroziji i klizanju
0.50 - 2.40 m	- Glina, niske plastičnosti, pjeskovita, smeđe boje, srednje gnječive konzistencije, slabo konsolidirana. U materijalu prisutna su zrnca pijeska i sitna zrnca šljunka sa promjerom zrna do 4 mm. Sloj je slabije konsolidiran, vlažan i podložan klizanju.
2.40 - 5.0 m	- Petrificirani pijesak (pješčanjak), smeđe-sive boje sa prisutnim slojevima pjeskovitog lapora sive boje. Sloj je visoke tlačne čvrstoće i krutosti.

Pojava podzemne vode u bušotini prilikom istražnih radova: PPV = - m

Razina podzemne vode u bušotini po završetku istražnih radova: RPV = - m

Koordinate istražne bušotine: E 456873.35, N 5094278.44, H 200.36 m.n.v.



Slika 7. Prikaz jezgre temeljnog tla iz geotehničke istražne bušotine B-2

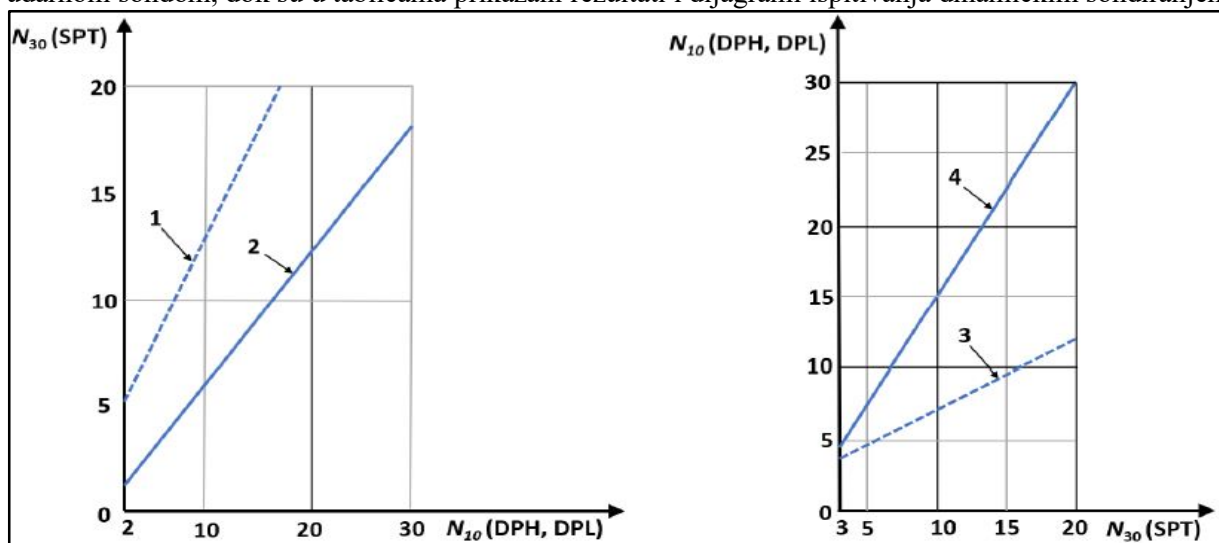
6. ISPITIVANJE TLA DINAMIČKOM LAKOM UDARNOM SONDOM (DPL)

Dinamičko ispitivanje kontinuirane zbijenosti i geomehaničkih karakteristika temeljnog tla na poziciji sanacije klizišta izvedeno je sa dvije dinamičke lake udarne sonde (DPL) do dubine zalijeganja sloja čvrstog pješčenjaka/lapora. Cilj dinamičkog sondiranja je utvrđivanje prostornog rasporeda i dubine zalijeganja sloja čvrstog temeljnog tla. Ispitivanje dinamičkim prodiranjem, odnosno dinamičkom lakom udarnom sondom (DPL) izvodi se na način da se padajući uteg mase 10 kg podiže uz šipku vodilice do gornje granice te se ispušta u slobodan pad. Tijekom procedure dinamičkog sondiranja, broj udaraca se računa za svakih 10 cm dubine prodiranja.

Koristi se oprema sljedećih tehničkih karakteristika za ispitivanje prodiranjem:

- Dynamic penetrometer medium u DPL i DPM standardu, tip PR30, serijskog broja 2770/2023 proizvođača Nordmeyer GEOTOOL sa pratećom opremom.
- Promjer cijevi: $\varnothing = 22 \text{ mm}$
- Površina krune: $A = 10 \text{ cm}^2$
- Masa utega: $G = 10 \text{ kg}$
- Visina pada utega: $h = 50 \text{ cm}$
- Broj udaraca za prodiranje šiljka 10 cm: N_{10}

Korelacije između broja udaraca dinamičkih sonda (DPL i DPH) te standardnog penetracijskog pokusa (SPT) iznad razine podzemne vode prema HRN ISO 22476-14:2020 dane su na slici 9. Pravci prema oznakama odgovaraju jednadžbama koje su napisane u tablici ispod grafova. Pravci (1) i (3) odnose se na DPH, a pravci (2) i (4) na DPL. Na slici 9. prikazan je način i pozicija ispitivanja sa dinamičkom lakom udarnom sondom, dok su u tablicama prikazani rezultati i dijagrami ispitivanja dinamičkim sondiranjem.



Vrsta tla:		
Konzistencija:	$0,75 \leq I_c \leq 1,50$	
Podzemna voda:	iznad razine podzemne vode, stupanj zasićenosti iznosi $0,7 \leq S_r \leq 0,9$	
Ulazna varijabla:	N_{10} (DPL, DPH) ili N_{30} (SPT)	
Izlazna varijabla:	N_{30} (SPT) ili N_{10} (DPL, DPH)	
	Jednadžba:	Raspon u kojem vrijedi jednadžba:
	DPH: $N_{30} = 1,0 \cdot N_{10} + 3,0$ (1)	$2 \leq N_{10} \leq 13$
	DPL: $N_{30} = 0,6 \cdot N_{10}$ (2)	$2 \leq N_{10} \leq 30$
	DPH: $N_{10} = 0,5 \cdot N_{30} + 2,0$ (3)	$3 \leq N_{10} \leq 15$
	DPL: $N_{10} = 1,5 \cdot N_{30}$ (4)	$3 \leq N_{10} \leq 17$

Slika 8. Dijagram i korelacije DPL/DPH i SPT-a prema normi HRN ISO 22476-14:2020

Ispitivanjem su utvrđene slijedeće dubine zalijeganja i kote pojave sloja lapora:

Dinamička laka udarna sonda (DPL):	Pozicija:	Koordinata:	Dubina zalijeganja sloja pješčenjaka (m):	Kota zalijeganja sloja pješčenjaka (m.n.v)
DPL - 1	Padina klizišta	E 456865.73 N 5094273.56 H 198.86	- 2.80 m	196.06 m.n.v.
DPL - 2	Nožica padine klizišta	E 456863.73 N 5094265.15 H 194.31	- 4.10 m	190.21 m.n.v.

Tablica 2. Pozicija, dubina zalijeganja i kota pojave sloja pješčenjaka utvrđena DPL ispitivanjem

U nastavku dati je prikaz načina ispitivanja te rezultati i dijagrami ispitivanja sa lakom dinamičkom udarnom sondom DPL.

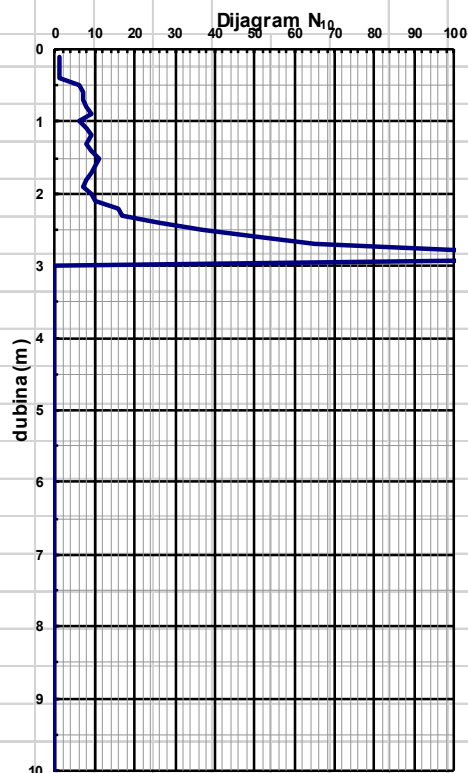


Slika 10. Prikaz ispitivanja lakom dinamičkom udarnom sondom (DPL-2)



DINAMIČKA LAKA UDARNA SONDA (DPL)			Sonda: DPL-1
Građevina: Sanacija klizišta na nerazvrstanoj cesti u naselju Kamenjak		Datum: 01/2024.	
Lokacija: k.o. Andraševac, Mala ulica, Oroslavje		TD. 01/2024-G	
Promjer šipki: 22 mm	Masa utega: 10 kg	Visina pada: 0,5 m	Površina šiljka: 10 cm ²

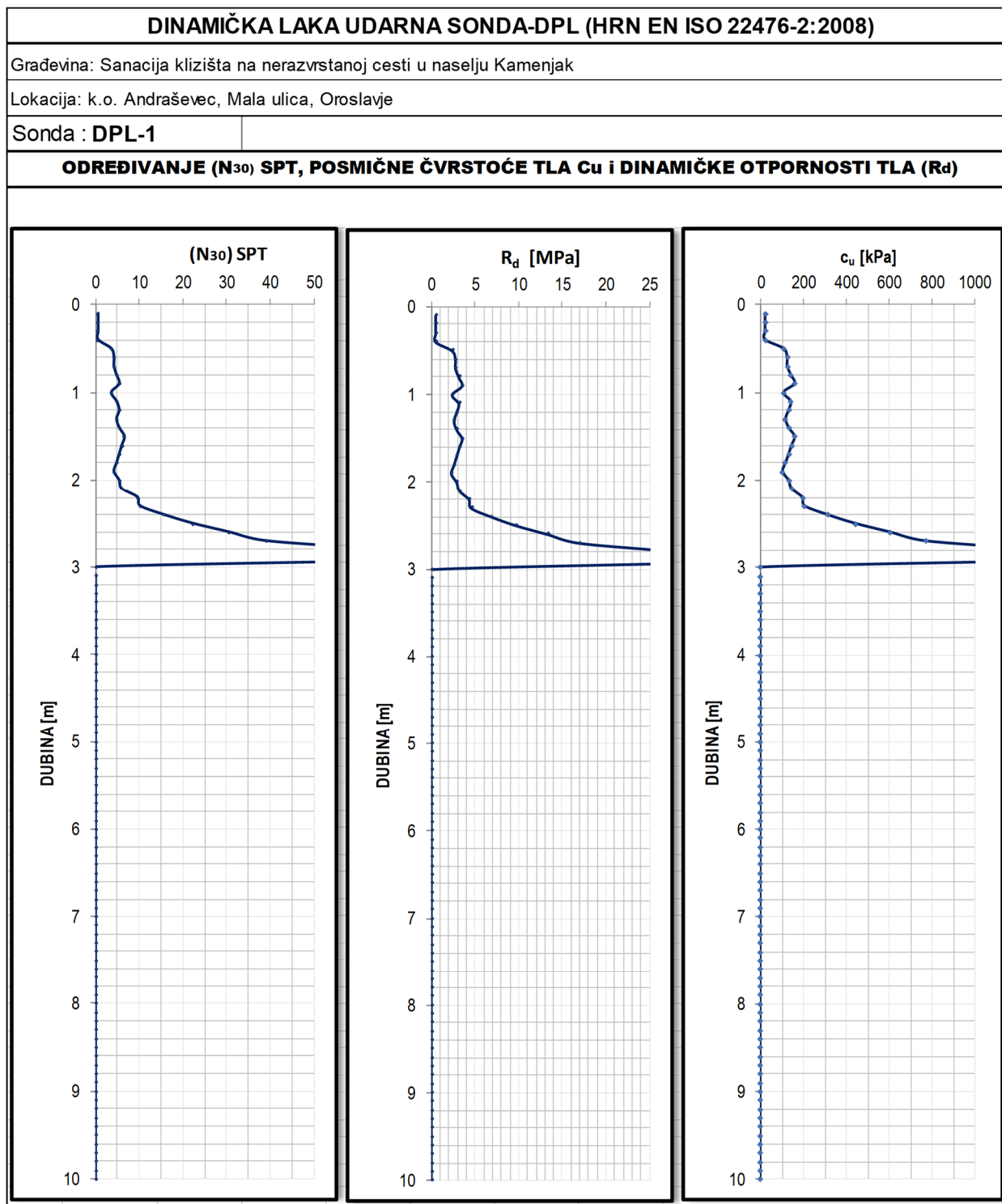
Dubina m	Broj udaraca za prodiranje vrha za 0,1 m										Moment Nm
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1 m	
0	1	1	1	1	6	7	7	8	9	6	
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2 m	
1	8	9	8	9	11	10	9	8	7	9	
	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3 m	
2	10	16	17	26	37	51	65	109	143		
	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4 m	
3											
	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5 m	
4											
	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6 m	
5											
	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7 m	
6											
	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8 m	
7											
	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9 m	
8											
	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10 m	
9											



Zbijenost tla N10 (broj udaraca za prodiranje od 10 cm):	Koordinate DPL-a:
0 - 5 - vrlo slaba zbijenost (nekonsolidirano do slabo konsolidirano temeljno tlo)	E 456865.73
5 - 10 - slaba zbijenost (slabo do srednje konsolidirano temeljno tlo)	N 5094273.56
10 - 20 - srednja do dobra zbijenost (srednje do dobro konsolidirano temeljno tlo)	H 198.86
20 - 50 - dobra do vrlo dobra zbijenost (dobro konsolidirano do polučvrsto temeljno tlo)	
> 50 - čvrsto temeljno tlo	

Opis utvrđenih slojeva:
0,0 - 2,0 m - Slabo konsolidirani klizni glinovito-pjeskoviti materijal
2,0 - 2,80 m - Sloj pjeskovite glina do glinovitog pijeska (CL/SC), srednje do dobro konsolidirano tlo
2,80 > Naslage petrificiranog pijeska (pješčenjaka), visoke čvrstoće i krutosti

Tablica 3. Prikaz rezultata ispitivanja za laku dinamičku udarnu sondu DPL-1

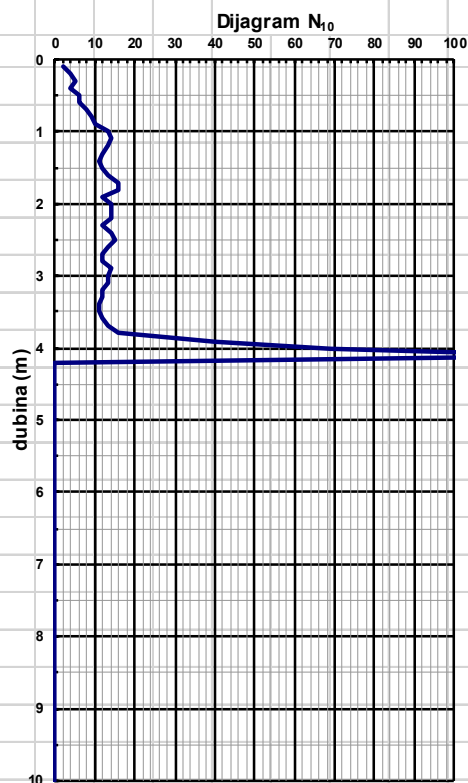


Tablica 4. Dijagrami sa rezultatima ispitivanja za laku dinamičku udarnu sondu DPL-1



DINAMIČKA LAKA UDARNA SONDA (DPL)			Sonda: DPL-2
Građevina:	Sanacija klizišta na nerazvrstanoj cesti u naselju Kamenjak	Datum:	01/2024.
Lokacija:	k.o. Andraševac, Mala ulica, Oroslavje	TD.	01/2024-G
Promjer šipki: 22 mm	Masa utega: 10 kg	Visina pada: 0,5 m	Površina šiljka: 10 cm ²

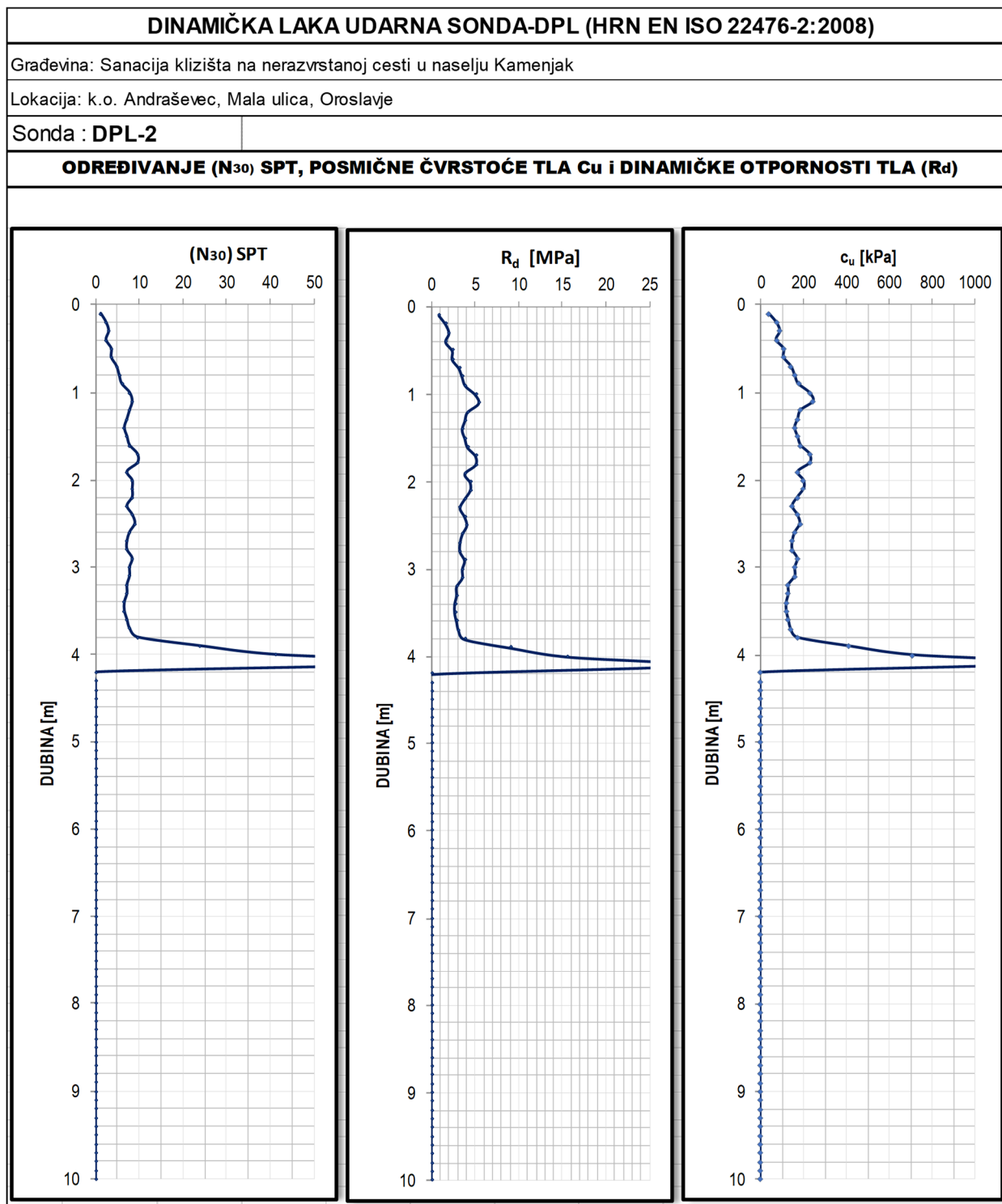
Dubina m	Broj udaraca za prodiranje vrha za 0,1 m										Moment Nm
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1 m	
0	2	4	5	4	6	6	8	9	10	13	
	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2 m	
1	14	13	12	11	12	13	16	16	12	14	
	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3 m	
2	14	14	12	14	15	13	12	12	14	13	
	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4 m	
3	13	12	12	11	11	12	13	16	40	69	
	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5 m	
4	132										
	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6 m	
5											
	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7 m	
6											
	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7	7,8	7,9	8 m	
7											
	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9 m	
8											
	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10 m	
9											



Zbijenost tla N10 (broj udaraca za prodiranje od 10 cm):	Koordinate DPL-a:
0 - 5 - vrlo slaba zbijenost (nekonsolidirano do slabo konsolidirano temeljno tlo)	E 456863.73
5 - 10 - slaba zbijenost (slabo do srednje konsolidirano temeljno tlo)	N 5094265.15
10 - 20 - srednja do dobra zbijenost (srednje do dobro konsolidirano temeljno tlo)	H 194.31
20 - 50 - dobra do vrlo dobra zbijenost (dobro konsolidirano do polučvrsto temeljno tlo)	
> 50 - čvrsto temeljno tlo	

Opis utvrđenih slojeva:
0,0 - 0,9 m - Slabo konsolidirani klizni glinovito-pjeskoviti materijal
0,90 - 4,10 m - Sloj pjeskovite glina do glinovitiog pijeska (CL/SC), srednje do dobro konsolidirano tlo
4,10 > Naslage petrificiranog pijeska (pješčenjaka), visoke čvrstoće i krutosti

Tablica 5. Prikaz rezultata ispitivanja za laku dinamičku udarnu sondu DPL-1



Tablica 6. Dijagrami sa rezultatima ispitivanja za laku dinamičku udarnu sondu DPL-1

7. SEIZMIČKE KARAKTERISTIKE ISPITIVANOG PODRUČJA

Prema HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresno otpornih konstrukcija - 1.dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade svaka zemlja je podijeljena na seizmičke zone ovisno o tektonskim svojstvima. Ovisno o seizmičkoj zoni definirana je vrijednost maksimalnog ubrzanja u stjenovitom ili drugom temeljnom tlu.

Potresno djelovanje određuje se preko horizontalnog vršnog ubrzanja temeljnog tla a_{gR} za temeljno tlo tipa A, a koje odgovara povratnom periodu potresa od $T_P=95$ i $T_P=475$ godina. Ubrzanje temeljnog tla za povratni period očita se iz karte koja je sastavni dio HRN EN 1998-1:2011/NA – Eurokod 8). Karta za $T_P=475$ godina koristi se za određivanje potresnog djelovanja u proračunu graničnog stanja nosivosti, dok se karta za $T_P=95$ godina koristi za određivanje potresnog djelovanja u proračunu graničnog stanja oštećenja. Za povratni period od $T_P=95$ godina prema Karti potresnih područja vršno ubrzanje temeljnog tla iznosi $a_{gR}=0.121g$, dok za povratni period od $T_P=475$ godina iznosi $a_{gR}=0.247g$.

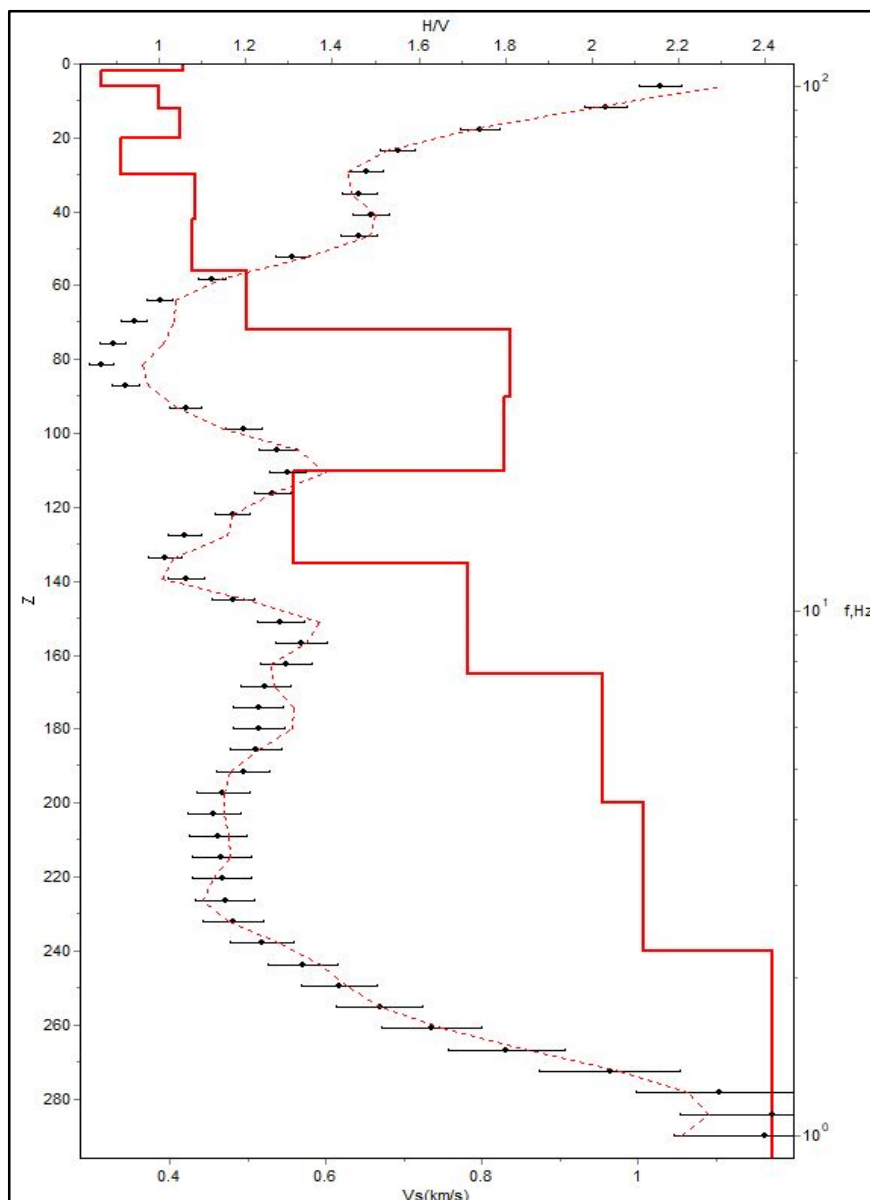
Seizmički razred temeljnog tla:

Utjecaj potresnog djelovanja koji se odnosi na tlo se uzima u obzir razmatranjem razreda tla koji je podijeljen na osnovne razrede (A, B, C, D, E, S1 i S2). Ovisno o brzini prostiranja površinskih valova do dubine 30 m ($V_{s,30}$) te provedenih ispitivanja, temeljno tlo je svrstano u određeni razred tla.

Zbog toga je izvršeno mjerenje mikrotremora (mikroseizmičkog nemira), odnosno HVSR metode za brzo i jednostavno istraživanje odziva tla do dubine 50 m i definiranja površinskih S valova ($V_{s,30}$). Mikrosezmički nemir je stalno podrhtavanje tla izazvano prirodnim i umjetnim izvorima. Niske frekvencije (0.1 do < 1 Hz) su prirodnog porijekla, dok su više frekvencije (0.5 do > 10 Hz) uglavnom posljedica ljudske aktivnosti. Valno polje koje uzrokuje pojavu mikrotremora se objašnjava pomoću prostornih (P-longitudinalni i S-transverzalni) te površinskih (R-Rayleigh i L-Love) valova. Oprema korištena za navedeno ispitivanje sastojala se od seizmografa GEA 24 Pasi, trokomponentnog 3DLG-2 geofona frekvencije 2Hz i licenciranog programa za obradu ZondST2D sa modulom za HVRS mjerenje. Na slici 11. prikazan je način i pozicija mjerenja seizmičkih karakteristika metodom HVRS.



Slika 11. Prikaz načina i pozicije mjerenja seizmičkih karakteristika metodom HVRS



N	H(m)	Vp(km/s)	Vs(km/s)
1	2	1.71	0.42
2	4	0.58	0.31
3	6	0.69	0.39
4	8	0.97	0.41
5	10	1.14	0.34
6	12	1.05	0.43
7	14	0.97	0.43
8	16	1.01	0.50
9	18	1.44	0.84
10	20	1.18	0.83
11	25	1.90	0.56
12	30	1.24	0.78
13	35	1.39	0.96
14	40	1.67	1.01
15	50	1.84	1.17

$$\bar{V}_{s,30} = 520 \text{ m/s}$$

Slika 12. Omjer horizontalnih i vertikalnih (spektralnih) komponenti H/V

Prema provedenom ispitivanju metodom HVRS i obradi rezultata dobiveno je da srednja brzina površinskih S valova do dubine 30 m iznosi: $V_{s,30} = 520 \text{ m/s}$. Temeljno tlo na predmetnoj lokaciji sanacije klizišta prema provedenim geofizičkim mjerenjima i geotehničkim ispitivanjima svrstano je u razred tla "B" (nanosi vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine od nekoliko desetaka metara sa svojstvom povećanja mehaničkih karakteristika sa dubinom, $V_{s,30} \geq 360\text{-}800 \text{ m/s}$, $N_{SPT, n/30\text{cm}} \geq 50$, $c_u \geq 250$).

Proračun horizontalnog i vertikalnog seizmičkog koeficijenta za stabilnost kosina:

$$k_h = 0.5 \times \alpha \times S$$

$$k_v = 0.5 \times k_h$$

gdje je:

α - omjer proračunskog ubrzanja temeljnog tla tipa A i gravitacijskog ubrzanja g

S - parametar tla prema HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 za odgovarajuće temeljna tla. Za ispitivanu lokaciju tip tla svrstan je u tip tla "B" te je očitana vrijednost parametara S za elastični spektar tla i on iznosi $S=1.20$.

Proračun horizontalnog i vertikalnog seizmičkog koeficijenta za stabilnost kosina:

$$k_h = 0.5 \times 0.247 \times 1.20 = 0.148$$

$$k_v = 0.5 \times 0.148 = 0.074$$



8. ZAKLJUČAK

Terenski geotehnički istražni radovi izvedeni su radi sanacije klizišta na nerazvrstanoj cesti u naselju Kamenjak, Mala ulica, Oroslavje. Istražni radovi izvedeni su sa dvije strukturne geotehničke istražne bušotine (B-1 i B-2) i dvije dinamičke lake udarne sonde (DPL-1 i DPL-2) u zoni klizišta, a sve u cilju prikupljanja podataka o geotehničkim karakteristikama tla te mogućnosti projektiranja i sanacije klizišta. Na poziciji klizišta izvedeno je seizmičko ispitivanje metodom mikrotremora (HVRS) radi utvrđivanja srednje brzine površinskih S valova do dubine 30 m ($\bar{V}_{s,30}$) te razreda temeljnog tla prema EC8.

Prema dobivenim podacima iz geomehaničkih i laboratorijskih istražnih radova izvršeno je određivanje uzroka nastanka nestabilnosti terena, dubine i oblika klizne plohe, a što će poslužiti kao podloga za projektiranje i sanaciju klizišta.

Geotehničke karakteristike tla:

U zoni ispitivanja na lokaciji klizišta izvedene su istražne bušotine B-1 i B-2 te dvije dinamičke lake udarne sonde (DPL-1 i DPL-2). U izvedenim istražnim bušotinama utvrđena su generalno tri geotehnička sloja ujednačenih geomehaničkih karakteristika.

Prvi geotehnički sloj tvori sloj nasipa koji se sastoji od mješavine gline smeđe boje, šljunka (cestovna podloga) i građevinskog otpada. Sloj nasipa je vlažan, slabo konsolidiran te podložan eroziji i klizanju. Sloj nasipa utvrđen je do 1.90 m dubine na istražnoj bušotini B-1 i do 0.50 m na istražnoj bušotini B-2.

Drugi geotehnički sloj tvori pjeskovita glina do glinoviti pijesak (CL/SC). Glinovita komponenta je niske plastičnosti (CL), smeđe boje, srednje gnječive konzistencije, slabo konsolidirana. U sloju je prisutan pijesak, smeđe-sive boje te zrnca šljunka sa promjerom zrna do 4 mm. Prema Jedinstvenom sustavu klasifikacije tla (USCS) sloj je svrstan u grupu "CL/SC". Sloj glinovito-pjeskovitog materijala utvrđen je u intervalu od 1.90 do 2.30 m dubine na bušotini B-1 i u intervalu od 0.50 m do 2.40 m dubine na bušotini B-2.

Treći geotehnički sloj tvori petrificirani pijesak (pješčenjak) smeđe-sive boje sa tankim slojevima pjeskovitog lapora sive boje. Sloj je visoke tlačne čvrstoće i krutosti. Slojevi pjeskovitog materijala utvrđeni su na dubini većoj od 2.30 m na bušotini B-1 i dubini većoj od 2.40 m na bušotini B-2. Na poziciji dinamičkih lakih udarnih sondi sloj čvrstog tla je utvrđen je na 2.80 m dubine (DPL-1) i na 4.10 m dubine (DPL-2).

Prilikom izvođenja geotehničkih terenskih istražnih radova nije registrirana pojava i razina podzemne vode u izvedenim istražnim bušotinama.

Kategorizacija tla prema seizmičnosti i proračun seizmičkog koeficijenta:

Prema provedenom ispitivanju metodom HVRS i obradi rezultata dobiveno je da srednja brzina površinskih S valova do dubine 30 m iznosi: $V_{s,30} = 520$ m/s. Kategorizacija tla prema seizmičnosti (Eurocode 8, HRN EN 1998-1:2011), tlo na navedenoj lokaciji odgovara razredu tla "B" (nanosi vrlo zbijenog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine od nekoliko desetaka metara sa svojstvom povećanja mehaničkih karakteristika sa dubinom, $v_{s,30} \geq 360-800$ m/s, $N_{SPT, n/30cm} \geq 50$, $c_u \geq 250$).

Prema seizmološkoj karti RH ispitivana lokacija klizišta nalazi se u VIII. seizmičkoj zoni, a kod čega proračunsko ubrzanje tla za povratni period od 95 god. iznosi $a_{gR} = 0.121g$, dok za povratni period od 475 godina iznosi $a_{gR} = 0.247g$.

Proračun horizontalnog i vertikalnog seizmičkog koeficijenta za stabilnost kosina:

$$k_h = 0.5 \times \alpha \times S$$

$$k_v = 0.5 \times k_h$$



gdje je:

α - omjer proračunskog ubrzanja temeljnog tla tipa A i gravitacijskog ubrzanja g

S - parametar tla prema HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 za odgovarajuće temeljna tla. Za ispitivanu lokaciju tip tla svrstan je u tip tla "B" te je očitana vrijednost parametara S za elastični spektar tla i on iznosi $S=1.20$.

Proračun horizontalnog i vertikalnog seizmičkog koeficijenta za stabilnost kosina:

$$k_h = 0.5 \times 0.247 \times 1.20 = 0.148$$

$$k_v = 0.5 \times 0.148 = 0.074$$

Uzroci klizanja tla i prijedlog sanacije:

Prema pokazateljima ispitivanja utvrđeno je da do klizanja tla dolazi zbog u slojevima nasipa i nisko plastične pjeskovite gline koja je prisutna iznad slojeva čvrstog petrificiranog pijeska (pješčenjaka) sa proslojcima pjeskovitog sivog lapora. Zbog strme konfiguracije padine, uslijed povećanih oborina ili dotoka vode se temeljno tlo saturira, postaje srednje do lako gnječive konzistencije i gubi posmičnu čvrstoću na kontaktu sa čvrstim pjeskovitim materijalom. To rezultira pojavom erozije tla i klizanja materijala u niže dijelove padine.

Klizanje tla na ispitivanoj lokaciji je plitko (dubina klizne plohe ≤ 3.0 m), formirano na kliznoj površini ≤ 500 m² i zahvaća klizno i vodom zasićeno glinovito-pjeskovito temeljno tlo iznad čvrstih naslaga pješčenjaka/lapora gdje nema uvjeta za klizanje tla i formiranje klizišta.

Sanaciji klizišta preporuča se pristupiti na način da se sa nestabilne južne padinske strane ceste izradi potporna konstrukcija koju je potrebno obavezno dublje ukopati u sloj čvrstog pjeskovito-laporovitog materijala radi osiguranja njene stabilnosti te stabilnosti padine i ceste.

Preporuča se radove na sanaciji klizišta izvesti u sušnom periodu godine (ljetni mjeseci), da se smanji dotok oborinske vode u zonu radova. Radove je potrebno izvesti prema odgovarajućem projektu i preporuci projektanata, a u konzultaciji sa geomehaničarom.

NAPOMENA:

Prilikom iskopa i pripreme temeljnog tla obavezan je nadzor od strane geomehaničara i kontrola kvalitete temeljnog tla uspoređivanjem s podacima datim u ovom elaboratu.

Zbog razmaka između izvedenih bušotina postoji mogućnost pojave novih strukturnih elemenata u građi temeljnog tla. Podaci dati u ovom elaboratu odnose se samo na zadani objekt i ispitivanu lokaciju.

Podaci dati u ovom elaboratu odnose se samo na zadani objekt i ispitivanu lokaciju.

Varaždin, siječanj 2024. god.

Geotehnička obrada:
Davor Mekovec, dipl. ing. građ.

HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Davor Mekovec
dipl. ing. građ.
Ovlašteni inženjer građevinarstva
G 5219

8. PROFILI ISTRAŽNIH BUŠOTINA



GeoMTech d.o.o.

za istraživanje, projektiranje i nadzor

Varaždin, Ulica Ivana Rangera 18
mob: 098/821-141

GEOTEHNIČKA ISTRAŽNA BUŠOTINA: B-1

Naručilac: ZAGORJE PRO-KON d.o.o., Lug Zabočki 86, Zabok

Gradjevina: Sanacija klizišta na nerazvrstanoj cesti u naselju Kamenjak, Mala ulica, Oroslavje

Lokacija: k.o. Andraševac, Mala ulica, Oroslavje

Koordinate:
E 456859.03
N 5094275.56
H 201.59 mnv
Mjerilo: M 1:50

Dubina (m)	US klasif.	Simbol tla	Φ (°)	c kPa	Mv MPa	c _u kPa	q _u kPa	SPP (N)	RPV (m)	Opis slojeva tla
0.5	Nasip									Nasip koji se sastoji od mješavine gline smeđe boje, šljunka (cestovna podloga) i građevinskog otpada. Sloj nasipa je vlažan, slabo konsolidiran te podložan eroziji i klizanju
1.0										
1.5										
2.0	1.9	CL						3š	Glinoviti pijesak, smeđe-sive boje, vlažan, slabo konsolidiran (klizni materijal)	
2.5	2.3							39š	Petrificirani pijesak (pješčanjak), smeđe-sive boje sa prisutnim slojevima pjeskovitog lapora sive boje. Sloj je visoke tlačne čvrstoće i krutosti.	
3.0	4.0									
3.5										
4.0										
4.5										
5.0										
5.5										
6.0										
6.5										
7.0										
7.5										
8.0										

Geotehnička interpretacija tla:

Davor Mekovec, dipl.ing.građ.

Bušač:

Miroslav Biškup, bušač

Datum ispitivanja: 01/2024.

LEGENDA:

- Poremećeni uzorak tla
- Neporemećeni uzorak tla
- Vert. opterećenje 100-200 kN/m²
- Pojava podzemne vode
- Razina podzemne vode
- SPP N_{ud}/30 cm, n- nož, š-šiljak



GeoMTech d.o.o.

za istraživanje, projektiranje i nadzor

Varaždin, Ulica Ivana Rangera 18
mob: 098/821-141

**GEOTEHNIČKA ISTRAŽNA BUŠOTINA:
B-2**

Naručilac: ZAGORJE PRO-KON d.o.o., Lug Zabočki 86, Zabok

Gradjevina: Sanacija klizišta na nerazvrstanoj cesti u naselju Kamenjak, Mala ulica, Oroslavje

Lokacija: k.o. Andraševac, Mala ulica, Oroslavje

Koordinate:
E 456873.35
N 5094278.44
H 200.36 mnv
Mjerilo: M 1:50

Dubina (m)	US klasif.	Simbol tla	Φ (°)	c kPa	Mv MPa	c _u kPa	q _u kPa	SPP (N)	RPV (m)	Opis slojeva tla
0.5	Nasip									Nasip koji se sastoji od mješavine gline smeđe boje, šljunka (cestovna podloga) i građevinskog otpada. Sloj nasipa je vlažan, slabo konsolidiran te podložan eroziji i klizanju
0.5 - 2.4	CL					60	125	6n		Glinoviti pijesak, smeđe-sive boje, vlažan, slabo konsolidiran (klizni materijal)
2.4 - 4.0										Petrificirani pijesak (pješčenjak), smeđe-sive boje sa prisutnim slojevima pjeskovitog lapora sive boje. Sloj je visoke tlačne čvrstoće i krutosti.
4.0 - 8.0										

Geotehnička interpretacija tla:

Davor Mekovec, dipl.ing.građ.

Bušač:

Miroslav Biškup, bušač

Datum ispitivanja: 01/2024.

LEGENDA:

- Poremećeni uzorak tla
- Neporemećeni uzorak tla
- M_v Vert. opterećenje 100-200 kN/m²
- Pojava podzemne vode
- Razina podzemne vode
- SPP N_{ud}/30 cm, n- nož, š-šiljak

9. LABORATORIJSKI PRILOZI



PREGLED REZULTATA LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA

Naručitelj: ZAGORJE PRO-KON d.o.o., Lug zabočki 86, Zabok

Datum: 11.01.2024

Građevina: SANACIJA KLIZIŠTA NA NERAZVRSTANOJ CESTI

Lokacija: MALA ULICA U NASELJU KAMENJAK, ANDRAŠEVEC

Redni broj	UZORAK			VRSTA ISPITIVANJA																					
	Bušotina	Dubina [m]	Vrsta uzorka	Zatečena vlažnost w_p [%]	GRANULOMETRIJSKI SASTAV				GRN. KONZISTENCJE		INDEKSI		TEŽINE		IZRAVNI POSMIK		MODULI STIŠLJIVOSTI				TLAČNA ČVRSTOĆA penetrometar q_u [kN/m ²]	Klasifikacija po USC sustavu	Napomena:		
					Šljunak	Pijesak	Prah	Glina	Granica tečenja	Granica plastičnosti	Indeks plastičnosti	Indeks konzisten.	vlažna	suha	Kut unutraš. trenja	Kohezija nedrenirana	M_v [MN/m ²] Vertik. optereć. σ_v [kN/m ²]								
																	50	100	200	400					
1	B-1	2,0 - 2,3	PU			58	35	7														SC			
2	B-2	1,7 - 2,0	NU	28,54					43,62	24,87	18,75	0,80					60					125	CL	Prisutne sitna zrnca šljunka do 4 mm	
3																									
4																									
5																									
6																									
7																									
8																									
9																									
10																									
11																									
12																									
13																									
14																									
15																									

Tumač oznaka vrste uzorka: Neporemećeni uzorak (NU)
Poremećeni uzorak (PU)

Laboratorijska obrada: Davor Mekovec, dipl.ing.građ.



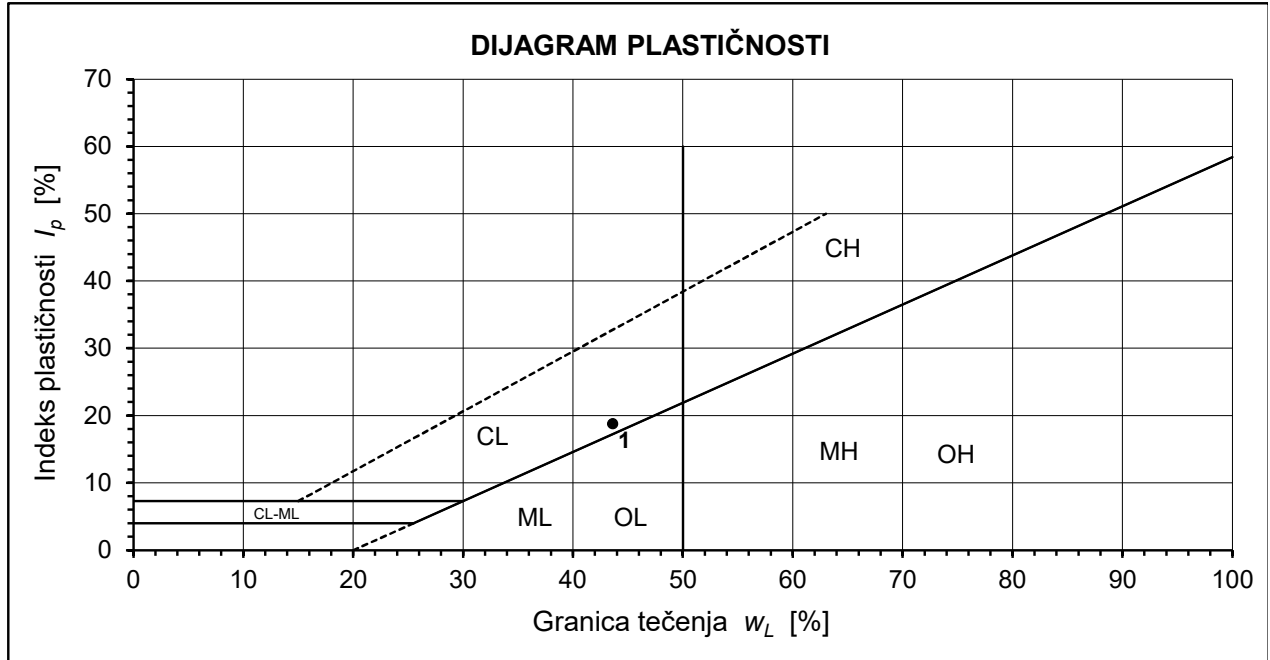
ATTERBERGOVE GRANICE

GRANICA TEČENJA - GRANICA PLASTIČNOSTI - INDEKS PLASTIČNOSTI - INDEKS KONZISTENCIJE

BS 1377:PART 2

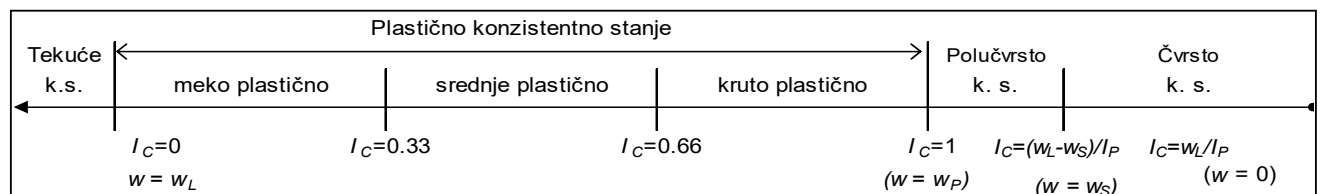
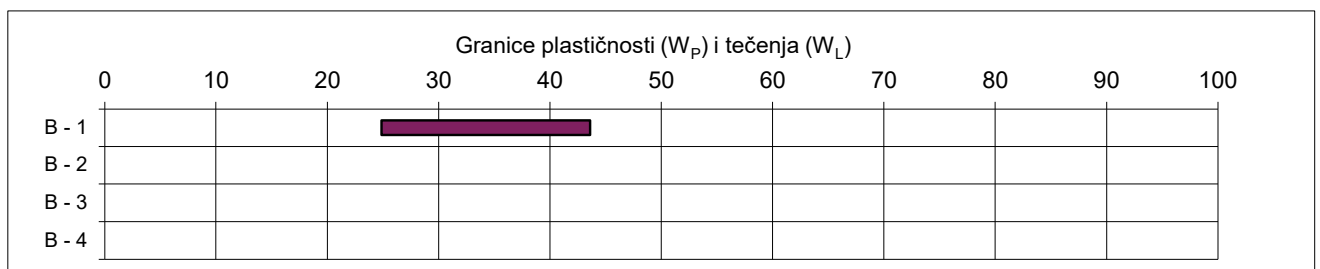
RN:01/2024-L

Građevina: SANACIJA KLIZIŠTA NA NERAZVRSTANOJ CESTI
Lokacija: MALA ULICA U NASELJU KAMENJAK, ANDRAŠEVEC



GRANICE KONZISTENTNIH STANJA

Redni broj	Oznaka uzorka	Dubina uzorka [m]	Zatečena vlaga w_o [%]	Granica tečenja w_L [%]	Granica plastičnosti w_P [%]	Indeks plastičnosti I_P [%]	Indeks konzistencije I_C [1]	USC klasifikacija
1	B-2	1,7 - 2,0	28,54	43,62	24,87	18,75	0,80	CH





GeoMTech d.o.o.
Ulica Ivana Rangera 18
42 000 Varaždin

DIJAGRAM GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA

Prema HRN EN ISO 17892-4

Građevina: SANACIJA KLIZIŠTA NA NERAZVRSTANOJ CESTI

Broj uzorka: 1

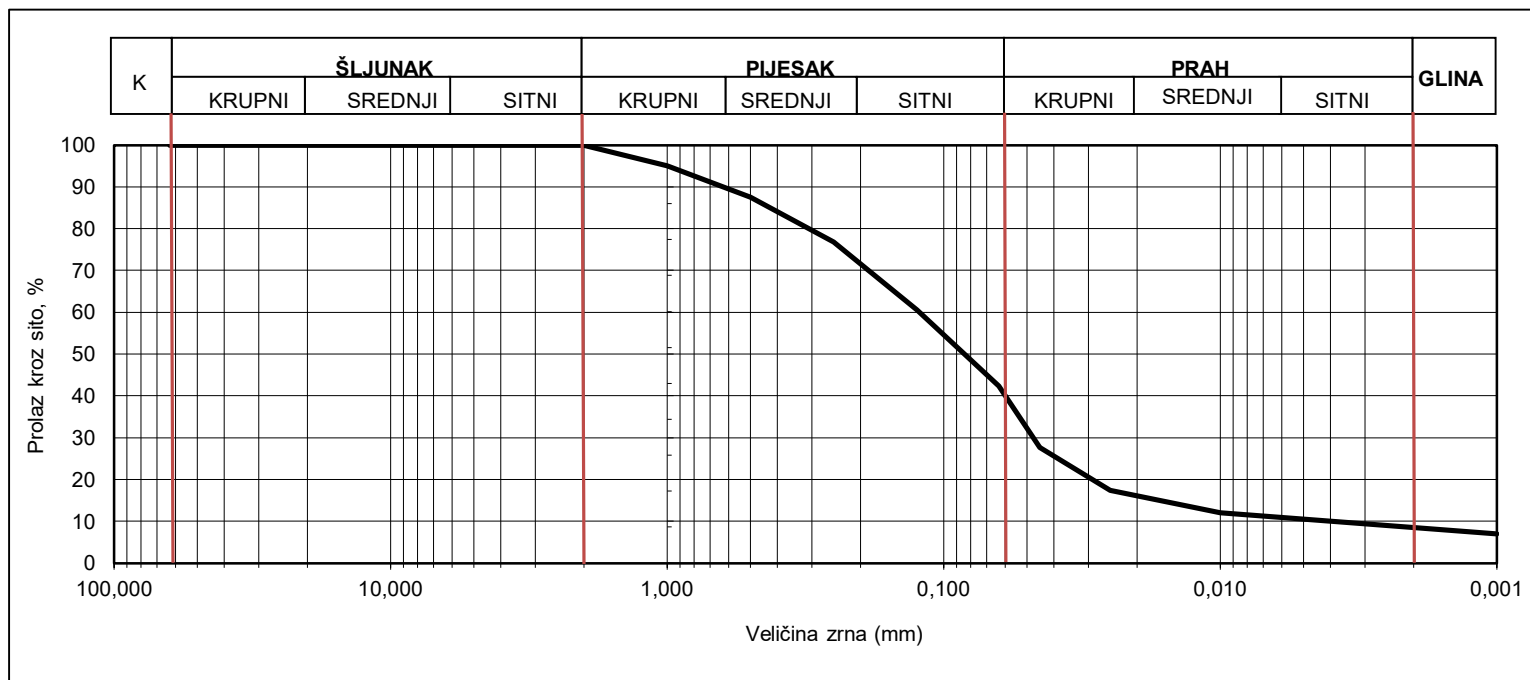
Lokacija: MALA ULICA U NASELJU KAMENJAK, ANDRAŠEVEC

Bušotina: B-1

RN: 01/2024-L

Dubina (m): 2,0 - 2,3

Datum: 11.1.2024

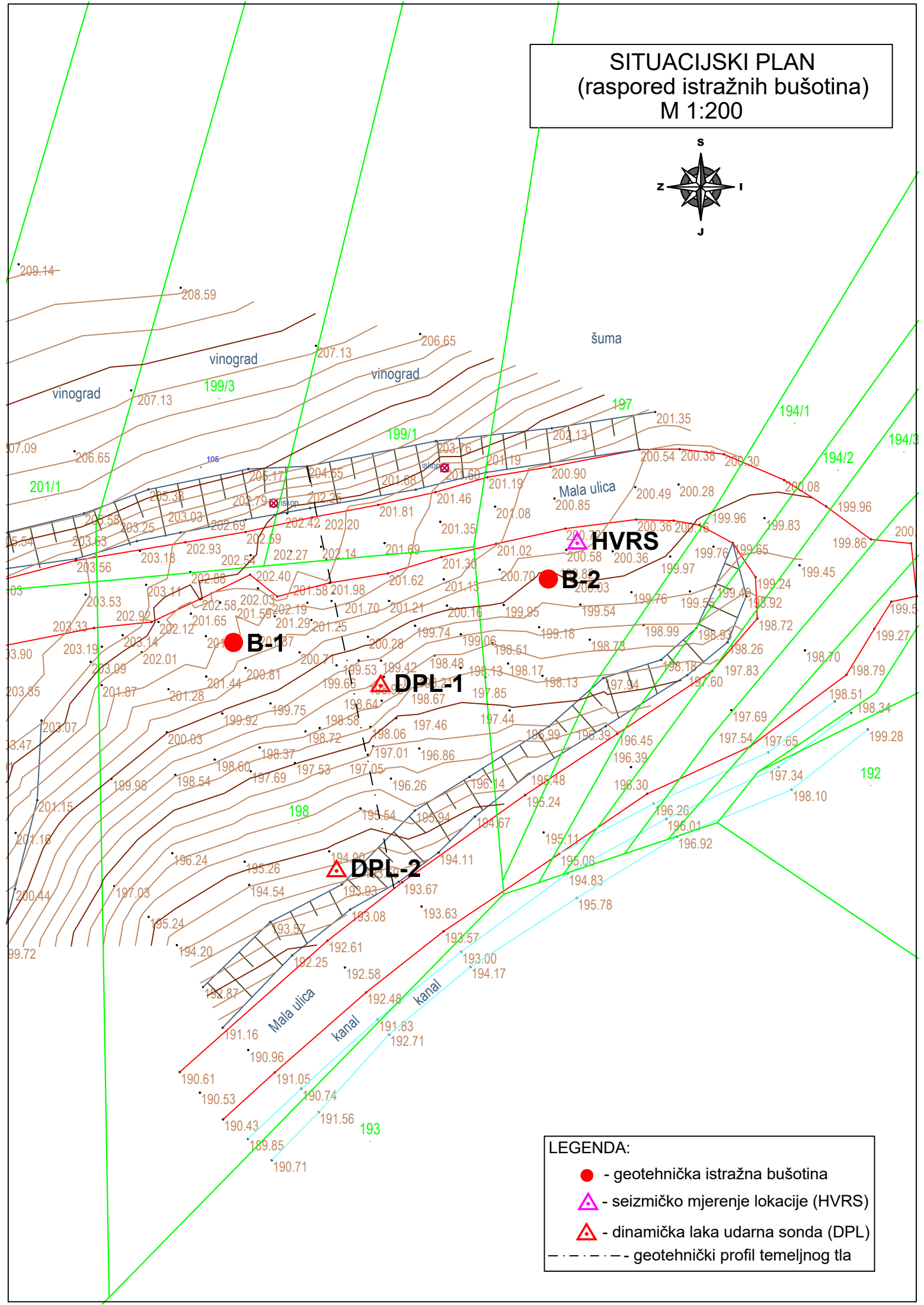
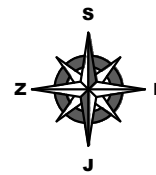


Obrada: Davor Mekovec, dipl.ing.građ.

GRAFIČKI PRILOZI

1. SITUACIJSKI PLAN
M 1:200

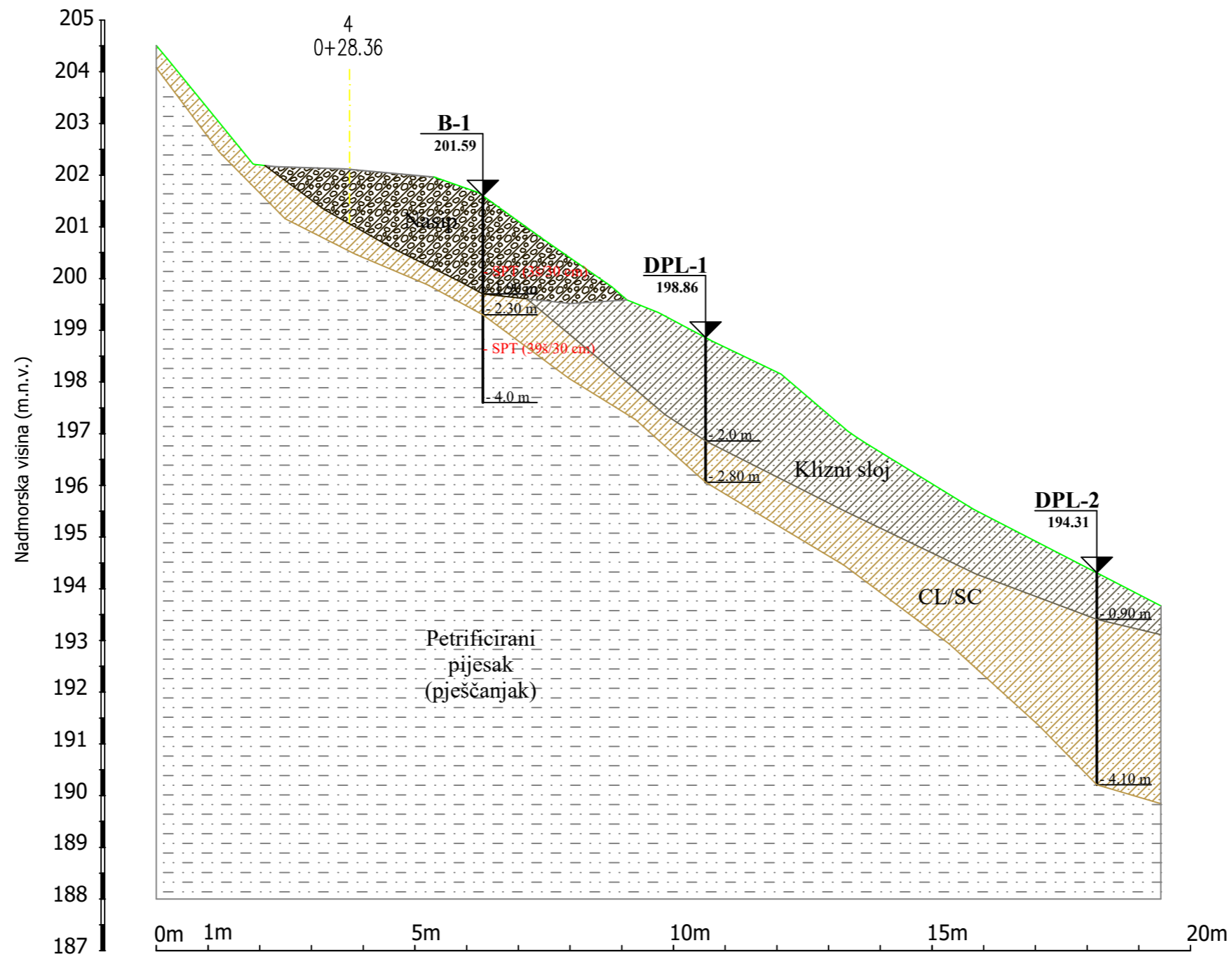
SITUACIJSKI PLAN (raspored istražnih bušotina) M 1:200



LEGENDA:

- - geotehnička istražna bušotina
- ▲ - seizmičko mjerenje lokacije (HVRS)
- ▲ - dinamička laka udarna sonda (DPL)
- - - - - geotehnički profil temeljnog tla

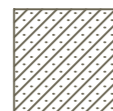
2. GEOTEHNIČKI PROFIL
M 1:100/100



LEGENDA:



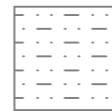
Nasip koji se sastoji od mješavine gline smeđe boje, šljunka i građevinskog otpada. Sloj je vlažan, slabe zbijenosti te podložan eroziji i klizanju.



Klizni sloj koji se sastoji od nasipnog materijala pomiješanog sa vlažnom pjeskovitom glinom/glinovitim pijeskom. Sloj je slabo konsolidiran, podložan klizanju i eroziji



Pjeskovita glina do glinoviti pijesak (CL/SC). Glinovita komponenta je niske plastičnosti (CL), smeđe boje, srednje gnječive konzistencije, slabo konsolidirana. U sloju je prisutan pijesak, smeđe-sive boje te zrnca šljunka sa promjerom zrna do 4 mm.



Petrificirani pijesak (pješčanjak) smeđe-sive boje sa tankim slojevima pjeskovitog lapora sive boje. Sloj je visoke tlačne čvrstoće i krutosti.

SPT (35/30 cm) - broj udaraca standardnog penetracijskog testa

GeoMtech d.o.o. za istraživanje, projektiranje i nadzor <small>Varaždin, Ulica Ivana Rangera 18 mob: 098/921-141</small>		Naručitelj: ZAGORJE PRO-KON d.o.o. Lug Zabočki 86 49 210 Zabok
Vrsta dokumentacije: Geotehnički elaborat Oznaka: T.D. 01/2024-G		Predmet: SANACIJA KLIZIŠTA NA NERAZVRSTANOJ CESTI U NASELJU KAMENJAK, MALA ULICA, OROSLAVJE
Projektant: Davor MEKOVEC, dipl. ing. građ.		Naziv grafičkog priloga: Geotehnički presjek temeljnog tla sa bušotinama i visinskim kotama
Mjerilo M 1:100	Datum: siječanj 2024	Broj priloga 2