Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija

T +386 1 620 33 20
E info@geoportal.si **W** www.geoportal.si

Številka in vrsta načrta	07 – NAČRT S PODROČJA GEOTEHNOLOGIJE IN RUDARSTVA Geološko geomehanski elaborat
Objekt	/
Investitor	Občina Škofljica Šmarska cesta 3 1291 Škofljica
Vrsta projektne dokumentacije in njena številka	/ /
Za gradnjo	Novogradnja
Odgovorni vodja projekta	/
Odgovorni projektant	Erazem KOVAČ, mag. inž. geol., RG6148
Številka, kraj in datum izdelave načrta	gp-pr-024/26-GGE Ljubljana, avgust 2026
Številka izvoda	Elektronska oblika

SEZNAM SODELAVCEV

Petra Gros, mag. inž. geol.

KAZALO VSEBINE ELABORATA

Številka projektne dokumentacije	gp-pr-024/26

Št.:	Dokument:	Id. oznaka:
1	Naslovna stran	S.1
2	Seznam sodelavcev	S.2
3	Kazalo vsebine elaborata	S.3.2
4	Poročilo	T.1
5	Priloge	P
	Geotehnični popisi raziskovalnih vrtin	P.1
	Fotodokumentacija raziskovalnih vrtin	P.2
	Rezultati geofizikalnih preiskav	P.3
	Analiza in izvrednotenje SPT preiskav	P.4
6	Grafične priloge	G
	Situacija	G.1
	Vzdolžni geološki profil	G.2

POROČILO

T.1 SPLOŠNO

Na podlagi naročila investitorja smo za namen določitve območja OPPN Občini Škofljica izdelali geološko geomehansko poročilo s predlogom temeljenja.

Obravnavno območje pokrivajo zemljišča s parcelnimi številkami 750/26, 750/6, 750/5, 750/9, 747/1, 748/2, 748/1 in 750/23, vse k.o. 1697 Lanišče. Lokacija se nahaja na JV robu naselja Škofljica, na JV robu Poslovno obrtne cone Škofljica. Območje omejuje Kočevska cesta na V, Gorenčeva ulica in poslovni objekt na J, Ulica ob hrastih na Z, na S pa Obrtna cesta in poslovni objekt. Območje je trenutno večinoma zatravljeno, na SV in V pa je prisotnih več objektov, od katerih sta dva stanovanjska, ostali pa gospodarski. Preko travnika, po parcelni meji, v smeri Z-V poteka drenažni kanal. Obravnavane parcele prikazuje Slika 1. Lokacije posameznih preiskav so prikazane v grafični prilogi G.1.

Območje je zatravljeno in izravnano, prisotni so aktivni drenažni kanali (v njih prisotna voda), nahaja se na okvirni koti 292 mnv. Na vzhodu se teren po blagem prevoju postopoma dvigne za nekaj metrov na okrog 294 mnv.



Slika 1: Obseg obravnavanih parcel na ortofoto posnetku.

V elaboratu smo podali po poglavjih:

- T.2 terenske preiskave,
- T.3 povzetek terenskih preiskav z oceno geomehanskih lastnosti prisotnih litostratigrafij,
- T.4 inženirske, geološke razmere,
- T.5 primernost lokacije in smernice za predvideno gradnjo
- T.6 priloge

Mesta opravljenih terenskih raziskav so prikazane v grafični prilogi (G.1).

Elaborat je pripravljen na osnovi podatkov o sestavi tal in njihovih lastnostih, ki smo jih pridobili s terenskimi preiskavami, inženirsko geološkim pregledom terena in na podlagi obstoječih podatkov.

T.1.1 Projektne podloge

Vse v elaboratu opisane preiskave smo izvedli skladno z veljavnimi standardi oziroma priporočili stroke. V elaboratu so upoštevani naslednji standardi:

- SIST EN 1997-1:2005 - Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – 1. del: Splošna pravila
- SIST EN 1997-2:2005 - Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – 2. del: Preiskovanje in preskušanje tal
- SIST EN ISO 22476-3:2005 - Geotehnično preiskovanje in preskušanje – Standardni penetracijski test (SPT)

Pri načrtovanju smo za izhodišče uporabili naslednje prejete podlage:

- Hidrotehnična strokovna podlaga za nadgradnjo železniške postaje Škofljica; izdelalo podjetje IZVO-R d.o.o., december 2024. Prejeto po e-pošti.

T.2 TERENSKE PREISKAVE

T.2.1 Predhodne raziskave

Dostopne predhodne raziskave obravnavanega območja obsegajo podatke, ki so bili pridobljeni in zbrani za namen izdelave Osnovne Geološke Karte v merilu 1 : 100 000 (list Ribnica; Buser, 1969) skupaj s tolmačen (Buser, 1974).
Pridobljena je bila še informacija o vrtini, ki je bila izvedena na parceli, severno od obravnavanega območja, okrog 20 m severno od predvidenega objekta. Prejet je bil podatek o globini vrtine (30 m) in podatek o odsotnosti potencialnih nosilnih plasti v celotni globini vrtine. V 30 m globine tako ni bila prevrtana nobena kompaktnejša gruščnata plast, niti ni bila dosežena matična podlaga. Pretežni del jedra je sestavljala visoko deformabilna glina.

T.2.2 Izvedene terenske preiskave

V sklopu terenskih preiskav je bilo med 30.6.2026 in 7.7.2026 izvedeno:

- terenski ogled in kartiranje obravnavanega območja;
- 3 raziskovalne vrtine s prostorskimi definicijami v Tabeli 1;
- preiskave s žepnim penetrometrom;
- pregled in popis jeder vrtin po veljavni AC klasifikaciji;
- 6 preiskav s standardnim penetracijskim preizkusom (SPT)
- Geofizikalne preiskave

Tabela 1: Prostorske definicije izvedenih vrtin.

vrtina	X (D96)	Y(D96)	Z [m]	Globina [m]
V-1	466995,03	93554,62	292,17	15,6
V-2	467081,39	93649,31	292,35	38,0
V-3	466980,59	93644,32	292,0	32,0

Vrtanje vrtine, preiskave s standardnim penetracijskim preizkusom je izvajalo podjetje Rovs d.o.o.. Vzporedno z vrtanjem vrtin se je izvajala geološko geotehnična spremljava vrtin in preiskave s ročnim penetrometrom. Sestava izvrtanih vrtin je razvidna iz geološko – geotehničnih profilov vrtin, ki so prikazane v Prilogi P.1.

T.2.2.1 Raziskovalno vrtanje

Raziskovalno vrtanje vrtin se je izvedlo na cestni površini znotraj parcel, ki so navedene v uvodnem poglavju. Lokacije vrtin so prikazane v grafični prilogi G.1. Premer vseh izvrtanih vrtin je bil 130 mm in začasno cevljen. Izvrtano jedro je bilo zloženo v lesene zaboje, in sicer 4 m/zaboj. Detajlni geotehnični popisi in fotodokumentacija raziskovalnih vrtin so priloženi v prilogi P.1 in P.2.

Na obravnavanem območju smo z namenom definiranja geomehanskih lastnosti prisotnih zemljin izvedli 6 preiskav s standardnim penetracijskim preizkusom. Lokacije preiskav so podane v Tabeli 3. Analiza in izvrednotenje SPT preiskav se nahaja v prilogi P.4.

Tabela 3: Rezultati izvedenih meritev SPT (na 30,5 cm)

Vrtina	Globina (m)	N_{spt}/p (cm/60)
V-1	25,0	11
V-1	30,0	27
V-1	38,0	13 cm
V-2	15,0	12 cm
V-3	28,5	40
V-3	31,0	101

T.2.2.2 Geofizikalne raziskave

Na obravnavani lokaciji so bili izvedeni trije seizmični profili SRT-01, SRT-02 in SRT-03. Detajlno so geofizikalne raziskave opisane v prilogi P.4

Seizmična refrakcijska tomografija (SRT)

Profil SRT-01 kaže, da so na površini do globine med 2-5 m nizkohitrostni sedimenti humusa, gline in melja ter morda suhega peščenega proda. Hitrosti teh sedimentov so manj kot 1300 m/s. pod njimi ležijo sodeč po razmeroma visokih seizmičnih hitrostih (1000 m/s do 2300 m/s) bolj ali manj gostejši sedimenti, verjetno vlažen melj, pesek, prod. Debelina teh sedimentov je manjša v južnem delu profila (cca. 10-12 m), nato pa se debelina povečuje do 30 m globine. Mejo trdnejše podlage

ocenjujejo pri hitrosti okoli 2900 m/s. Za profil SRT-01 je značilno, da se podlaga poglablja od juga proti severu, in sicer od okoli 10 m na južnem delu do okoli 30 m na severnem delu.

Profil SRT-02, ki se začenja v bližini profila SRT-01 kaže na podobne značilnosti. V zgornjih 2-5 m so nizkohitrostni sedimenti (verjetno suhi). Pod njimi so sedimenti melja, peska, gline ter proda, verjetno bolj vlažni. Matična podlaga s hitrostmi nad 2900 m/s je tudi tu na južnem delu okoli 10-12 m, nato pa se poglobi do 20-25 m. Na skrajnem severnem delu, v bližini poslovno obrtne cone je podlaga plitveje.

Profil SRT-03 poteka v približno prečni smeri na profila SRT-01 in SRT-02. Površinski sedimenti imajo debelino med 2-4 m. Za profil je značilno, da imajo spodnji aluvialni sedimenti nekoliko višje hitrosti (> 2300 m/s) v zahodni polovici profila, kjer so prisotni bolj melj, pesek in peščen prod, proti vzhodu pa so hitrosti manjše (cca. 1500-2000 m/s). Verjetno gre tu za pretežno sedimente gline, kar kaže tudi bližnja vrtina V-2. Sodeč po seizmičnih hitrostih je matična podlaga na globini okoli 10-12 m na zahodnem začetku profila, nato pa se poglablja na 30 m in več.

T.3 POVZETEK TERENSKIH RAZISKAV

T.3.1 Sestava tal, prisotni litostratigrafski členi in ocena njihovih geomehanskih lastnosti

Pri podajanju splošnih lastnosti tal, ki se pojavljajo v obravnavanemu prostoru, se koristi materialne vrednosti, ki so pridobljene iz obstoječih in izvedenih terenskih preiskav ter so določene glede na izkušnje v primerljivem terenu. Podani podatki so ocenjeni za obravnavano območje in v njegovi vplivni okolici, kjer so sedimentološke in geomehanske razmere primerljive.

<u>Opis jeder vrtin:</u>

Vrtina V-1 je pod humusno plastjo prevrtala 1,1 m debel sloj rjave srednje do težko gnetne gline. Na globini 1,8 m do 6,0 m je bil prevrtan zaglinjen in finopeščen melj, ki je rahel/sipek in saturiran in vsebuje različen delež peska. Na globini 6,0 do 7,0 m se nahaja plast drobnozrnatega proda, ki je rahlo peščen. Do globine 12,6 m se nahaja plast saturirane meljaste gline s posameznimi peščenimi odseki. Od globine 12,6 m do 13,4 m se nahaja plast preperelih skrilavcev. Do končne globine vrtine 15,6 m se nato nahaja plast matične podlage – skrilavci. Nivo podzemne vode je bil opažen na globini 2,0 m.

Vrtina V-2 je pod humusno plastjo z umetnim nasipom prevrtala 2,7 m debel sloj rjave srednje do lahko gnetne gline z meljem. Na globini 4,0 do 6,0 je bil prevrtan zameljen pesek, ki je rahel/sipek in saturiran. Do globine 22,8 m je bila prevrtana plast saturirane lahko gnetne meljaste gline,

sledila pa je plast drobnozrnatega peščenega proda z glino/meljem globine 35,0 m. Na globini 35,0 do 35,6 m se nahaja preperela matična podlaga. Do končne globine vrtine 38,0 m se nahaja matična podlaga – skrilavci. Nivo podzemne vode je bil opažen na globini 1,8 m.

Vrtina V-3 je pod humusno plastjo prevrtala 1,0 m debel sloj rjave srednje do težko gnetne gline. Na globini 1,8 m do 5,6 m je bil prevrtan finopeščen melj, ki je rahel/sipek in saturiran. Od globine 5,6 m do 20,0 m je bila prevrtana plast meljne gline, ki je marmorirana, srednje gnetna. Od globine 20,0 m do 22,0 m se nahaja plast gline, ki je sredne do trdno gnetna. Od globine 22,0 m do 25,0 m se nahaja plast melja s prodom in peskom. Od globine 25,0 m do 30,0 m se nahaja plast drobnozrnatega peščenega proda z glino/meljem. Do končne globine vrtine (32,0 m) je bila prevrtana plast preperelih skrilavcev. Nivo podzemne vode je bil opažen na globini 1,8 m.

Prisotni litostratigrafski členi in ocena njihovih geomehanskih lastnosti

Geomehanske karakteristike slojev zemljine smo določili s pomočjo obstoječih preiskav, opravljenih terenskih preiskav in sicer raziskovalnega vrtanja in preiskav s standardnim penetracijskim preizkusom (SPT). Natančno nahajanje spodaj opisanih geološko-geomehanskih skupin je razvidno v grafični prilogi G.2.

Geomehanske karakteristike so podane po naslednjem ključu oznak:

ϕ	strižni kot
E_{oed}	edometrski modul
E	elastični modul
E_{vd}	modul dinamične deformacije
c	kohezija
γ	prostorninska teža
I_D	gostotni indeks
K	koeficient hidravlične prepustnosti
$q_{už\text{-}lab}$	enoosna tlačna trdnost – žepni penetrometer v laboratoriju
c_u	nedrenirana strižna trdnost

[1] – ClH

Opis: Skupino predstavlja plast sivorjave meljaste gline, ki se na območju pojavlja kot krovni sloj. Glina je v tanjšem zgornjem delu gruščnata in težko gnetna, navzdol pa preide v lahko gnetno. Glina se nahaja pod humusnim slojem in na globini do okrog 2,0 m

Geomehanske karakteristike:

ϕ = 31,3° (priporočena vrednost 24°)

c = 7,9 kPa (priporočena vrednost 6 kPa)

E_{oed} = 1,8 – 3,8 MPa (odvisno od obtežbe)

γ = 15,6 kN/m^3

I_C = 0,527

K = 1*10^{-11} m/s

$q_{r.p.}$ = 120 - 10 kPa (priporočena vrednost 50 kPa)

c_u = 60 - 5 kPa (priporočena vrednost 25 kPa)

[2] – siSa

Opis: Skupino predstavlja plast zaglinjenega in finopeščenega melja, ki je rahel/sipek, saturiran in se nahaja na različnih globinah v različnih debelinah.

Geomehanske karakteristike:

ϕ = 28,9°

c = 1,8 kPa

E_{oed} = 0,88 – 4,40 MPa

γ = 18,6 kN/m^3

$q_{r.p.}$ = 200 - 100 kPa (priporočena vrednost 150 kPa)

c_u = 100 - 50 kPa (priporočena vrednost 75 kPa)

K = 1*10^{-7} m/s

[3] – ClM/ClH

Opis: Skupino predstavljajo obsežne deformabilne in zelo lahko gnetne plasti sive gline. Plasti so saturirane, ponekod so prisotni posamezni vključki grušča ali pa rahla gruščnatost. Gre za tipično glino sedimentov Ljubljanskega barja.

Geomehanske karakteristike:

ϕ = 25,1° (priporočena vrednost 20°)

c = 9,3 kPa (priporočena vrednost 4 kPa)

E_{oed} = 0,42 – 4,70 MPa

γ = 18,0 kN/m^3

I_C = 0,066

K = 1*10^{-10} m/s

$q_{už\text{-}lab}$ = 10 kPa

c_u = 5 kPa

[4] – clSa/siSa

Opis: Skupino predstavljajo tanjše plasti lahko gnetne gline z gruščem, ki prekinjajo deformabilne glinaste plasti. Vsebnost grušča v plasti precej variira, plast pa ni zvezna preko celotnega območja.

Geomehanske karakteristike:

ϕ = 29°

c = 1 - 3 kPa (ocena)

E = 18 MPa

E_{oed} = 21,6 MPa (pri Poissonovem količniku 0,25)

γ = 19 kN/m^3

K = 1*10^{-10} m/s (ocena)

$q_{už}$ = 40 – 70 kPa

c_u = 20 – 35 kPa

[5] – Matična podlaga – skrilavci [C,P]

Opis: plast matične podlage – skrilavci. V vrtinah je vidna v obliki preperine ali pa je v jedru vidna osnovna struktura.

Enoosna tlačna trdnost: q_u = 25 MPa

GSI = 27 (H-B kriterij)

m_i = 7 (H-B kriterij)

D = 0 (H-B kriterij)

E_i = 9375 MPa (H-B kriterij)

MR = 375 (H-B kriterij)

$Sig_{3\text{-}MAX}$ = 0,347 MPa (H-B kriterij; predpostavljeno za predor pri γ = 26 kN/m^3)

ϕ = 47,01°

c = 85 kPa

E_{def} = 632,12 MPa (vrednost izvrednotena v programu RocLab)

γ = 26 kN/m^3

Koeficient vodoprepustnosti: K = 1,0 x 10^{-8} m/s (ocena)

T.4 INŽENIRSKE, GEOLOŠKE RAZMERE

T.4.1 Geografske in geomorfološke značilnosti

Obravnavana lokacija nahaja na vzhodnem robu geografske enote Ljubljanskega barja, ki se nahaja znotraj Ljubljanske kotline. Območje se v veliki večini nahaja na ravninskem delu z nadmorsko višino okrog 292 m. V vzhodni smeri se proti obstoječi cesti teren blago dvigne za nekaj metrov, kar nakazuje na sedimentološko mejo. Preko obravnavanega območja poteka drenažni kanal. Najbližji vodotok, ki hkrati predstavlja drenažo širšega območja, je Škofljica, ki teče v zahodni smeri okrog 150 m južneje od obravnavane lokacije. Rahlo valovita morfološka razgibanost, ki je prisotna preko območja, nakazuje na prisotnost vršaja Škofljice, ki je v vzhodni smeri bolj izrazita.

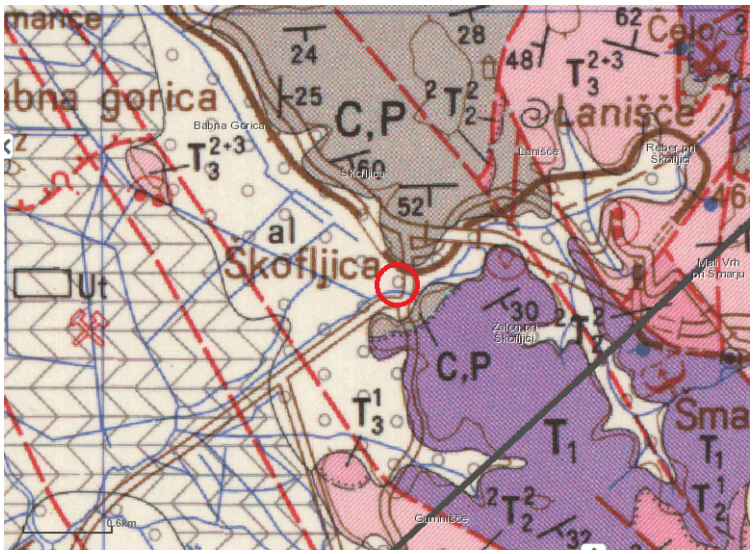
T.4.2 Geološke razmere na območju

Geološka konfiguracija območja je povzeta in dopolnjena na podlagi Osnovne Geološke Karte, List Ribnica, kot je navedeno v poglavju T.2.1.

Obravnavano območje se nahaja znotraj večje geotektonske enote Ljubljanske kotline, ki se nahaja v osrednjem delu Slovenije. Obsežno ravninsko območje, ki ga zapolnjujejo kvartarni sedimenti, je prekinjeno s posameznimi osamelci, ki jih predstavljajo tektonski bloki predkvartarne podlage. Širše območje predvidoma prečijo prelomi dinarske smeri. Generalno geološko stanje območja prikazuje Slika 2. Ljubljanska kotlina je nastala s tektonskim razpiranjem, tektonska aktivnost pa je prisotna še danes.

Na podlagi OGK se obravnavana lokacija nahaja na večjem območju, ki ga sestavljajo aluvialni sedimenti, vendar se je z raziskavami pokazalo, da gre na območju za tipično sedimentacijo Ljubljanskega barja, ki ga predstavljajo deformabilne glinaste plasti. Vršaj Škofljice v obliki prodnatih sedimentov je bil odkrit z zgolj v vzhodnem delu območja, vendar na gradnjo nima vpliva. Hribinska oziroma matična podlaga se na območju nahaja nahaja globlje pod površjem, predstavljajo pa jo permokarbonske klastične kamnine, ki s sosednjih hribov tone pod jezerske sedimente v zahodni smeri. Matična podlaga se na območju nahaja globlje od 30 m.

Obravnavano lokacijo na OGK, list Ribnica, prikazuje spodnja slika (Slika 2).



Slika 2: Obravnavano območje, označeno z rdečo barvo, na Osnovni Geološki Karti (list: Ribnica).

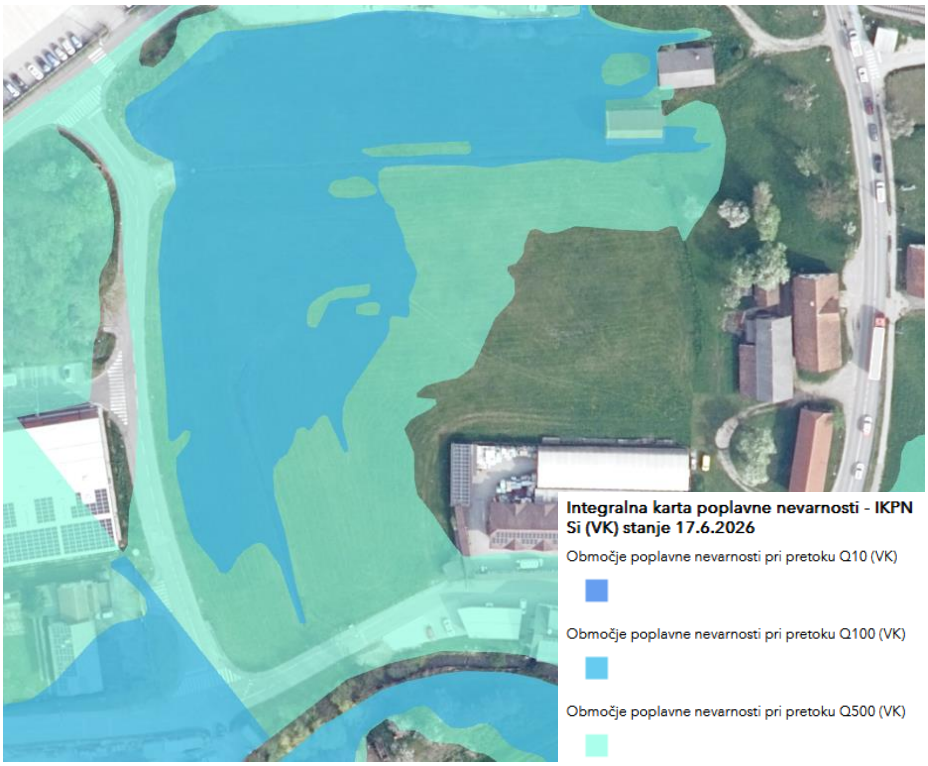
T.4.3 Hidrogeološke razmere

Podzemna voda na obravnavani trasi je vezana na gladino Škofeljščice in na obsežno napajalno zaledje Ljubljanskega barja, ki gorvodno vpliva na obravnavano lokacijo. Prisotni so drenažni kanali, z raziskavami pa je bilo potrjeno plitvo nahajanje podzemne vode (okrog 1,8 m pod koto terena). V času poplavljanja nivo podzemne vode hidravlično sovpada z gladino odprte vodne površine, tako je potrebno smatrati občasen dvig podzemne vode do kote gladine poplavnih voda. Podzemna voda je prisotna v obliki saturacije glinastih in meljnih plasti, iz zadnjih pa zaradi zadostne prepustnosti v vkopih izteka in spira sediment.

Na podlagi hidrogeoloških karakteristik lahko prisotne geološke enote razdelimo v spodaj navedene skupine, pri čemer so ocenjene hidravlične prepustnosti že navedene v poglavju T.3.1:

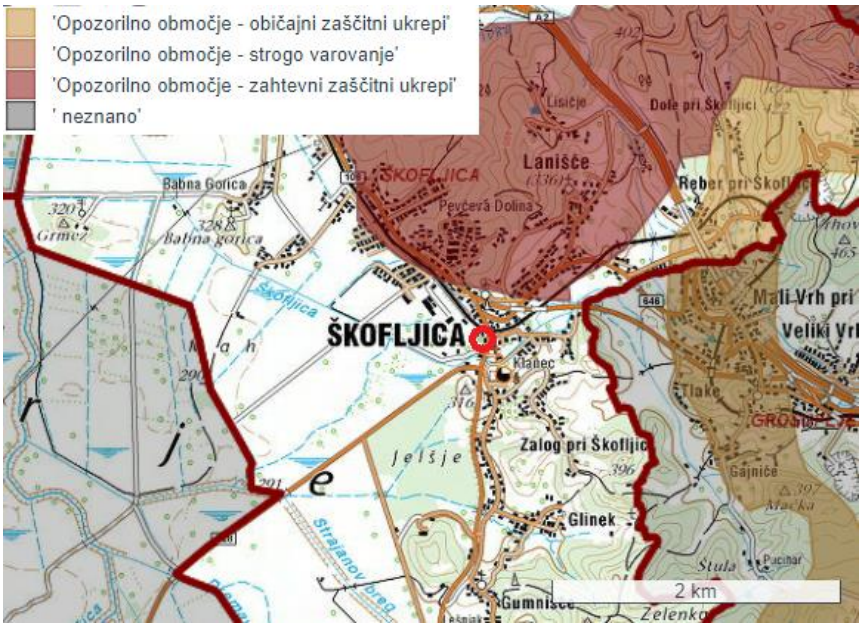
- Glinaste plasti:
    - medzrnska poroznost
    - slaba hidravlična prepustnost
- Finopeščeni in zaglinjeni melji, glina z gruščem:
    - medzrnska poroznost
    - srednja do slaba hidravlična prepustnost

Na podlagi pregleda karte poplavne ogroženosti lahko ugotovimo, da je pretežni del obravnavanega območja izpostavljeno poplavam s 100 in 500 letno povratno dobo (Slika 3).



Slika 3: Karta poplavne ogroženosti obravnavanega območja – označeno z rdečo. (VIR: ARSO).

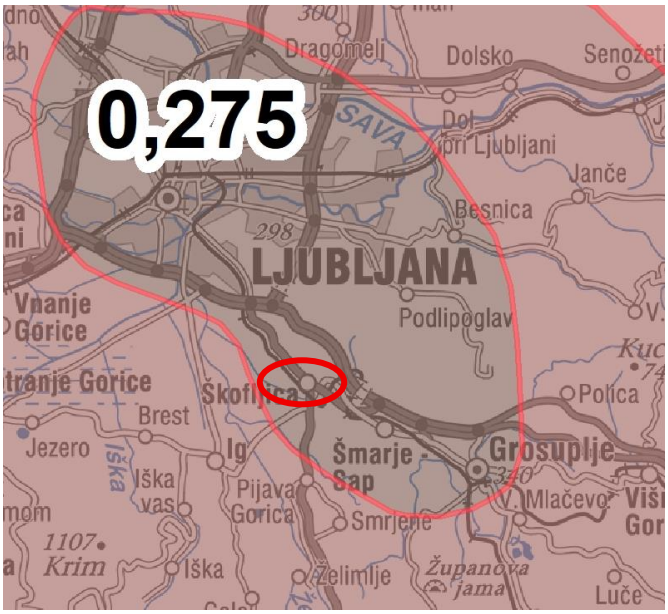
Na podlagi karte opozorilnih območij varovanj in zaščitnih ukrepov (ARSO) za območje zaščitni ukrepi niso predvideni (Slika 4) niti v sklopu inženirsko-geološkega pregleda terena ni bilo opaženih erozijskih pojavov.



Slika 4: Karta erozijske ogroženosti obravnavanega območja in okolico z vrisanim potekom trase (VIR: ARSO).

T.4.4 Seizmičnost terena

Nova karta potresne nevarnosti Slovenije za povratno dobo 475 let in karta projektnega pospeška tal (Slika 5) celoten obravnavani prostor uvršča v cono z a_g =0,275 g (po B. Šket Montnikar, P. Zupančič, M. Živčić, J. Atanackov, P. Jamšek Rupnik, M. Čarman, V. Kastelic, A. Gosar, 2021). V skladu s kategorizacijo tal glede na vpliv lokalnih tal na potresne učinke po EC8 (tabela 3.1, standard SIST EN 1998-1), prisotna tla predstavlja tip tal S1 - Sedimenti, ki so sestavljeni iz (ali vsebujejo) najmanj 10 m debele plasti mehke gline/melja. Z visokim indeksom plastičnosti (PI > 40) in visoko vsebnostjo vode.



Slika 5: Projektni pospešek tal z označenim obravnavanim območjem (Šket Motnikar et al., 2021).

T.4.5 Kategorizacija izkopov

Po TSPI-PGV.05.100:2023 se potencialna izkopna dela, ki bi lahko bila potrebna na tem projektu, predvidoma uvrščajo v 2. kategorijo (zemljine predvidene za trajno deponiranje – lahek izkop).

T.5 SMERNICE ZA PREDVIDENO GRADNJO

Zaradi visoke debeline deformabilnih glinastih plasti in odsotnosti nosilne plasti do globine vsaj 30 m so pogoji temeljenja dokaj zahtevni. Spodaj podane predloge temeljenja je zaradi zahtevnosti potrebno preverit/definirat z načrtom temeljenja. Potrebno je poudariti, da se bodo tudi ob izboljšavi temeljnih tal pod predvidenim objektom izvršili določeni posedki. To v smislu posedkov,

ki bodo izvršeni na dolgi rok, vpliva na območje zunanje ureditve, kjer so ti posedki zaradi manjše obtežbe sorazmerno nižji. To prav tako vpliva na infrastrukturo, ki je prisotna v okolici, pomemben vpliv na obravnavano območje pa v istem smislu predstavljajo potencialne bodoče gradnje v vplivni bližini. Poudariti je potrebno še, da povsem homogenega posedanja ni mogoče zagotavljati ali pričakovati. Zagotoviti je potrebno, da predvidena infrastruktura prenese večje diferenčne posedke. Nulta kota objekta na tej točki še ni definirana. Ker je območje poplavno ogroženo, na višino nahajanja objekta vplivajo tudi omilitveni ukrepi in dvig objekta izven območja poplavljanja, kar pa še ni definirano. Predpostavili smo dva primera: (1) objekt se nahaja na okvirni koti obstoječega terena in (2) objekt se nahaja na višini 0,5 m nad koto ceste (končna kota 295,5 mnv).

V vsakem primeru je potrebna izvedba temeljenja s temeljno ploščo, pri čemer je potrebno obtežbo preko nje čim bolj enakomerno razpršiti, standardno temeljenje na pasovnih temeljih po naši oceni ni možno.

(1) V primeru nahajanja objekta na okvirni koti terena (potrebna dodatna preverba s podatki o poplavni ogroženosti!) se predlaga izboljšanje temeljnih tal z metodo površinskega mešanja (cementna stabilizacija), ki dosega globine do 6 m. Alternativno se priporoča izvedbo gruščnatih kolov, s katerimi se posedki dodatno pospešijo. Pod temeljno ploščo je potrebna zamenjava temeljnih tal s tamponskim nasutjem v globini prodiranja mraza, ki za obravnavano območje znaša 100 cm, s predhodno vgradnjo ločilno-nosilnega geosintetika.

(2) V primeru predvidene nulte kote objekta na višini vzporedne ceste je potrebno nadvišanje z nasipom. Pri tem gre za večjo obtežbo in posledično posedke, ki jih tudi ob izvedbi predobremenilnega nasipa dolgoročno ni mogoče kontrolirati. V kolikor se naročnik odloči za izvedbo takega nasipa je v projektu temeljenja potrebno analizirati tudi vpliv posedkov na okoliške objekte in vpliv potencialnih gradenj v prihodnosti na predviden objekt. Posedki so pri izvedbi te variante grobo ocenjeni na več 10 cm, pred izvedbo nasipa pa je potrebno izvest gruščnate kole.

Ureditev vodnega kanala

Na zahodnem delu obravnavanega območja se nahaja vodni kanal z občasnim tokom vode, ki se steka v Škofeljščico na južnem delu. V primeru gradnje objekta/-ov na obravnavanih parcelah, je potrebno ustrezno urediti tudi zadevni vodni kanal. Ker se parcele nahajajo v poplavnem območju je potrebno dokončno ureditev vodnega kanala uskladiti s projektanti vodnogospodarskih ureditev, ki bodo določili kakšna protierozijska zaščita naj se izvede na območju. Za ureditev brežin vodnega kanala priporočamo izvedbo brežin v naklonu 1:3. Brežine se lahko izvede tudi v strmejšem naklonu, vendar morajo biti obložene s kamnom v suho.

T.6 PRILOGE

P.1 Geotehnični popisi raziskovalnih vrtin

P.2 Fotodokumentacija raziskovalnih vrtin

P.3 Rezultati geofizikalnih preiskav

P.4 Analiza in izvrednotenje SPT preiskav

-

G.1 Situacija

G.2 Vzdolžni geološki profil

Pripravila: Petra Gros, mag. inž. geol.

P.1 GEOTEHNIČNI POPISI RAZISKOVALNIH VRTIN

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–1		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			466995,03	93554,62	292,17
		GLOBINA	15,6		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]	Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Ročni penetrometer [kPa]	SPT [N]
0,7	Hu	Humus z meljem. Plast je vlažna.			
1,8	ClH	Rjava glina, meljasta, vlažna.		250 300 250 120	
3,2	siSa	Zaglinjen melj s finim peskom, saturirano, sive barve, zelo lahko gnetno.	2,0 m	10 – 20	
3,9	siSa	Saturiran pesek, meljast/zaglinjen, rahel, sivo rjave barve.			
6,0	siSa	Zaglinjen finopeščen melj, saturiran, sive barve.		40 50 10 100 240 250	
7,0	siGr	Drobnozrnat meljast prod, rahlo peščen, saturiran, rahel.			
	ClM/ClH	Meljasta glina s posameznimi peščenimi odseki, prehaja iz sive v sivo rjavo barvo, Saturirano.		20 15 10 15 10 50 20 10 10	

Pregledal:	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	1/2	Datum:	03.07.2026

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–1		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			466995,03	93554,62	292,17
		GLOBINA	15,6		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]		Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Ročni penetrometer [kPa]	SPT [N]
		CIM/CIH	Nadaljevanje: Meljasta glina s posameznimi peščenimi odseki, prehaja iz sive v sivo rjavo barvo, Saturirano.		10 140 140 70 60 60	
12,6		C,P prep.	Preperina skrilavca.			
13,4		C,P	Matična podlaga – skrilavec, pregneten, suh.			15,0 m 12 cm
15,6						

Pregledal:	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	Datum:	03.07.2026

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–2		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			467081,39	93649,31	292,35
		GLOBINA	38,0		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]	Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Vrsta preiskave/ rezultati [kPa]	SPT [N]
1,3	Hu+UN	Humus in umetni nasip (glina z gradbenimi odpadki)			
4,0	CIH	Glina z meljem, saturirano, sivo, srednje do lahko gnetno.	1,8 m	10 15 10 10 150 100	
6,0	siSa	Meljast pesek, rahlo zaglinjen, sivo rjave barve, saturiran, rahel			
10,0	CIM/CIH	Meljasta glina, sive do rjavo sive barve, saturirana. V plasti so posamezni odseki, ki so peščeni ali vsebujejo večji delež melja.		150 80 200 50 75 40	

Pregledal:	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	1/4	Datum:	30.06.2026

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–2		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			467081,39	93649,31	292,35
		GLOBINA	38,0		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]		Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Vrsta preiskave/ rezultati [kPa]	SPT [N]
		CIM/CIH	Nadaljevanje: Meljasta glina, sive do rjavo sive barve, saturirana. V plasti so posamezni odseki, ki so peščeni ali vsebujejo večji delež melja.		10 15 10 10 15 20 50 25 100 30 40 60 30 15 10 125 300	
20,0						

Pregledal:	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	Datum:	30.06.2026

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–2		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			467081,39	93649,31	292,35
		GLOBINA	38,0		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]		Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Vrsta preiskave/ rezultati [kPa]	SPT [N]
		CIM/CIH	Nadaljevanje: Meljasta glina, sive do rjavo sive barve, saturirana. V plasti so posamezni odseki, ki so peščeni ali vsebujejo večji delež melja.		60 70 160 140 125 210 100	
22,8		clGr/siGr	Drobnozrnat peščen prod z glino/meljem. Srednje gosto do gosto, saturirano, posamezni odseki/leče gline in melja, sive do sivorjave barve.			25,0 m 3/11
30,0						30,0 m 6/27

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–2		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			467081,39	93649,31	292,35
		GLOBINA	38,0		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]	Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Vrsta preiskave/ rezultati [kPa]	SPT [N]
	clGr/siGr	Nadaljevanje: Drobnozrnat peščen prod z glino/meljem. Srednje gosto do gosto, saturirano, posamezni odseki/leče gline in melja, sive do sivorjave barve.			
35,0	C,P prep.	Preperina skrilavca.			
35,6	C,P	Matična podlaga – skrilavec, pregneten, suh.			38,0 m
38,0					13 cm

Pregledal:	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	4/4	Datum:	30.06.2026

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–3		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			466980,59	93644,32	292,00
		GLOBINA	32,0		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]	Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Vrsta preiskave/ rezultati [kPa] (40)	SPT [N]
0,8	Hu	Humus, korenine, trava, zahumusirana glina, rjave barve srednje do trdno gnetna, rahlo vlažna do suha.		450 400	
1,8	CIH	Marmorirana sivorjava glina preide v temno rjavo, srednje gnetna, rahlo vlažna, vsebuje posamezne gruščnate delce	1,8 m	200 125 175 150 100 75	
5,6	siSa	Saturiran melj temno sive barve, vsebuje peščene delce in posamezne prodnike, od 5,0 m naprej vlažno		10 do 50 200 150 175	
10,0	CIM/CIH	Meljna glina marmorirana (sivo rjava) rahlo vlažna do vlažna srednje gnetna		175 175 250 150 175 125 175 275 150 175 100 100 175 200 200 300 250 250 250 200 200 275 275 200	

Pregledal:	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	1/4	Datum:	07.07.2026

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–3		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			466980,59	93644,32	292,00
		GLOBINA	32,0		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]		Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Vrsta preiskave/ rezultati [kPa] 40	SPT [N]
		CIM/CIH	Glina z meljem, vlažna do rahlo vlažna, srednje do trdno gnetno vmes odseki z večjim deležem proda in peska na 13,0 – 13,4 m leča proda s peskom, zameljen		250 200 175 100 175 150 200 125 150 150 75 200 125 100 200 150 125 100 75 50 75 100 125 125 100 125 125 100 100 50	
20,0						

Pregledal:	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	Datum:	07.07.2026

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–3		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			466980,59	93644,32	292,00
		GLOBINA	32,0		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]		Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Vrsta preiskave/ rezultati [kPa] (40)	SPT [N]
		CIM/CIH	Glina sive barve. Srednje do trdno gnetna, rahlo vlažna. Od 21,0 – 22,0 m vsebuje pesek in prod.		250 350 350 275 100 100	
22,0		siSa	Melj s prodom in peskom vlažen srednje gneten na 23,0 m preide v melj		100 100 150 100 100 125 200 200 150 100	
25,0		clGr/siGr	Drobnozrnat peščen prod z glino/meljem. Srednje gosto do gosto, saturirano, posamezni odseki/leče gline in melja, sive do sivorjave barve.		75 400 150 125 400 125 50 100	28,5 m 16/40
30,0						

Pregledal:	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	Datum:	07.07.2026

Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
F +386(0)1 620 33 29
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

		LOKACIJA	Škofljica, Ulica ob hrastih		
		IME VRTINE	V–3		
		KOORDINATE (D96)	X	Y	Z
			466980,59	93644,32	292,00
		GLOBINA	32,0		
		AZIMUT		Naklon	90°
IZVAJALEC	Geoportal d.o.o.	PODATKI O VRTANJU			
INVESTITOR	Občina Škofljica	NAMEN	GEOMEHANIKA		
OBJEKT	/	NAČIN VRTANJA	ROTACIJSKO		
VRSTA PROJEKTA	OPPN				
IZDELAL	Petra Gros, mag.inž.geol.	VRTALNA GARNITURA	FRASTE ML		

POPIS VRTINE

MERILO: 1:50

Globina [m]		Klasifikacija	Opis	Podzemna voda/vzorec [m]	Vrsta preiskave/ rezultati [kPa] (40)	SPT [N]
31,0		clGr/siGr	Drobnozrnat peščen prod z glino/meljem. Srednje gosto do gosto, saturirano, posamezni odseki/leče gline in melja, sive do sivorjave barve.			31,0 m
32,0		C,P prep.	Matična podlaga – črn skrilavec, preperel.			19/101

Pregledal:	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	4/4	Datum:	07.07.2026

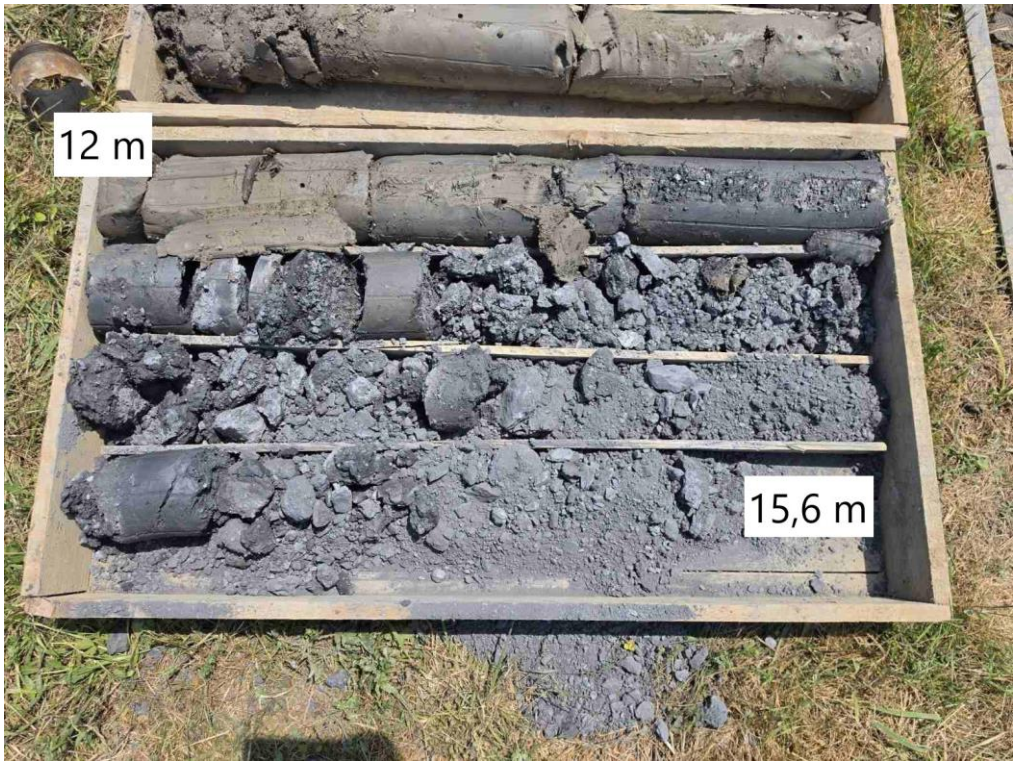
P.2 FOTODOKUMENTACIJA RAZISKOVALNIH VRTIN

FOTOGRAFIJE JEDRA VRTINE V-1






8 m
12 m


12 m
15,6 m

FOTOGRAFIJE JEDRA VRTINE V-2






8 m
13 m


13 m
18 m


18 m
23 m


23 m
28 m


28 m
33 m


33 m
38 m

FOTOGRAFIJE JEDRA VRTINE V- 3






9 m
13 m


13 m
17 m


17 m
22 m


22 m
28 m

Geoportal



P.3 REZULTATI GEOFIZIKALNIH PREISKAV

SEIZMIČNE PREISKAVE

V OKVIRU GEOLOŠKIH PREISKAV ZA OPPN Škofljica

julij 2026

GFRS-1489

31.7.2026

Geofizika d.o.o.

Robert Stopar, univ.dipl.ing.geol.

VSEBINA

stran

1. UVOD 1
2. METODOLOGIJA PREISKAV 1
3. TEHNIČNI PODATKI 3
4. REZULTATI SEIZMIČNIH PREISKAV 4
5. ZAKLJUČEK 7

VIRI

PRILOGA 1. Situacija geofizikalnih profilov, M 1:1000
PRILOGA 2.1. Seizmična refrakcijska tomografija SRT-01, M 1:500
PRILOGA 2.2. Seizmična refrakcijska tomografija SRT-02, M 1:500
PRILOGA 2.3. Seizmična refrakcijska tomografija SRT-03, M 1:500

1. UVOD

V okviru geološko-geotehničnih preiskav za OPPN Škofljica smo izvedli geofizikalne preiskave z metodo *seizmične refrakcijske tomografije* (SRT). Namen preiskav je bil podati dodatne informacije o geoloških in geomehanskih lastnostih tal na območju poslovno obrtne cone Škofljica za potrebe določitve načina temeljenja objektov.

Glavni cilj geofizikalnih seizmičnih preiskav je bil ugotoviti debelino slabo vezanih (seizmično “mehkejših”) sedimentov, ki jih tvorijo pretežno aluvialni nanosi. Obseg in izbira geofizikalnih meritev je bila usklajena na podlagi razgovora med naročnikom geofizikalnih meritev Geoportal d.o.o. (zanj g. Erazem Kovač) in izvajalcem Geofizika d.o.o. (zanj g. Robert Stopar). Detajlne položaje profilov je določil naročnik preiskav.

V nadaljevanju podajamo glavne značilnosti in rezultate geofizikalnih preiskav.

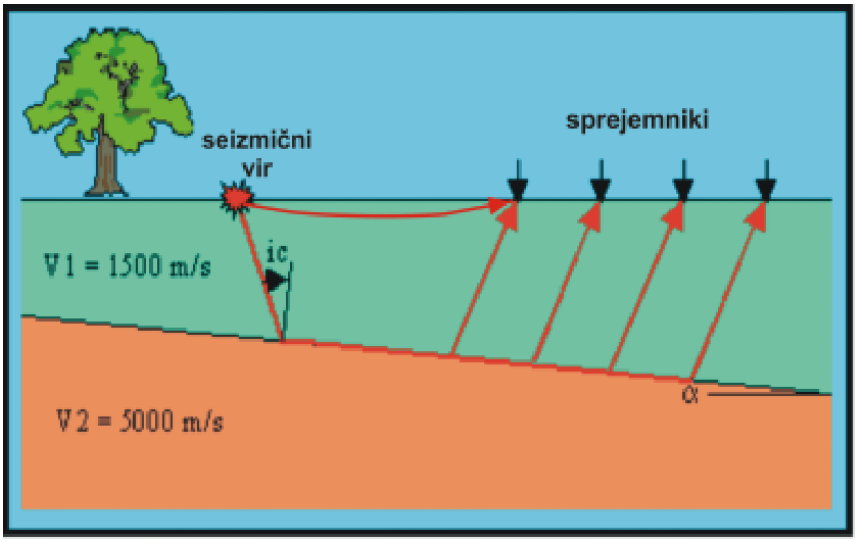
2. METODOLOGIJA GEOFIZIKALNIH PREISKAV

Seizmična refrakcijska tomografija

Metoda refrakcijske seizmike temelji na meritvah hitrosti širjenja seizmičnega valovanja skozi različne seizmično odzivne plasti. Meritve potekajo vzdolž profila, na katerem so v običajno pravilnem razmiku razvrščeni sprejemniki valovanja ali geofoni. Vzdolž profila prožimo seizmično energijo v različnih točkah, ki so navadno razporejene simetrično. Neposredno na terenu merimo čase prihodov seizmičnega valovanja do posameznih geofonov, ki nam predstavljajo merska mesta. Na t.i. seizmogramih lahko razberemo **čase prvih prihodov**, ki praviloma predstavljajo **refraktirani** val. Le-ta poteka od seizmičnega vira pod kritičnim kotom do kontakta dveh seizmično različnih medijev, potuje vzdolž kontakta in se nato ponovno pod kritičnim kotom odbije na površino, kjer ga zaznamo s sprejemnikom ali geofonom. Refraktirani val se ločuje od t.i. reflektiranega vala, ki se od kontakov med mediji odbije in je znatno počasnejši. Obe vrsti valovanj sta prostorski (širita se v vse smeri v prostoru). Shemo in postopek

refrakcijske tehnike prikazuje slika 1. Seizmični signal seveda vsebuje tudi motnje (šum), ki jih navadno odstranimo z različnimi postopki filtriranja signala.

S pomočjo geometrije sprejemnikov in strelnih mest ter izmerjenimi časi prvih prihodov izračunamo hitrosti širjenja bodisi longitudinalnega ali transverzalnega valovanja skozi različne plasti ter z različnimi matematičnimi postopki tudi globine njihovih kontaktov.



Slika 1. Shema seizmičnih refrakcijskih meritev

Uspešnost metode je odvisna od odzivnosti posameznih plasti oziroma njihovega seizmičnega kontrasta, ki ga odraža predvsem gostota kamnine. Globinski doseg metode je močno odvisen od hitrosti medijev, ustrezne geometrije refrakcijske razvrstitve in njene dolžine. Seizmična refrakcijska metoda je deloma omejena, ker temelji na predpostavki, da se hitrost širjenja valovanja veča z globino posameznih plasti. Za globinski doseg metode je torej pomemben pogoj v1<v2<v3 …. oziroma, da je hitrost globlje plasti večja od zgornje. Ena izmed klasičnih metod refrakcijske seizmike je metoda **Plus-minus** (*Hagedoorn J.G., 1958*), ki jo obravnavamo tudi v tem poročilu. Nekatere metode pa so neodvisne od omenjenega pogoja, na primer direktno modeliranje s pomočjo optimizacije (**seizmična refrakcijska tomografija** ali **SRT**, *Sheehan J.R. idr., 2005*). Metoda temelji na postavitvi optimalnega modela in izračunu prvih prihodov v primerjavi z izmerjenimi časi prvih prihodov. Rezultat meritev so slike hitrostnega polja (*tomogrami*). Slednje prav tako podajamo v končnih rezultatih.

Praviloma odražajo višje seizmične hitrosti bolj trdno in kompaktno kamnino. Zemljine imajo večinoma nižje hitrosti, razen ob večji prisotnosti vode ali zasičenosti, ko so hitrosti P- valovanja okoli 1500 m/s. Seizmične geofizikalne metode izvajamo zlasti v geotehniki po ASTM standardu (*ASTM int'l, 2011*).

3. TEHNIČNI PODATKI

Lokacija geofizikalnih preiskav se nahaja vzhodno od poslovno obrtne cone Škofljica na travnatem območju (slika 2). Da bi dosegli globino preiskav vsaj 35 m, smo seizmično profiliranje izvedli v 3 daljših profilih SRT-01, SRT-02 in SRT-03. Položaji profilov so prikazani na **prilogi 1**.

Osnovni podatki o seizmičnih refrakcijskih meritvah so podani v tabeli 1. Predhodno vrtanje in geološki podatki so pokazali, da gre za razmeroma velike debeline zgornjih aluvialnih sedimentov (pretežno melj, glina, pesek in prod), ki so odloženi na permokarbonske skrilavce. Slednji tvorijo matično podlago. Zaradi večje globine so bili potrebni daljši profili in tudi ustrezen vir seizmičnega valovanja. Uporabljeno je bilo kladivo 10 kg ter kladivo 15 kg (slika 2), kar se je izkazalo za razmeroma dober vir za vzbujanje *longitudinalnega* seizmičnega ali *P-valovanja*.

Oznaka profila	Tip meritev	dolžina profila (m)	Skupno št. geofonov	razdalja med geof. (m)	Skupno št. strelov (P)
SRT-01	P	182	92	2	38
SRT-02	P	142	72	2	27
SRT-03	P	158	80	2	33
Skupaj		482	244		98

P – longitudinalno valovanje

Tabela 1. Osnovni podatki o SRT meritvah

Sprejemniki seizmičnega signala ali *geofoni* so bili razporejeni z medsebojno razdaljo 2 m. Geometrijo oziroma višinske razlike med geofoni smo povzeli iz geodetske podlage lidarja.

Meritve na profilu SRT-01 so spremljale precejšnje motnje zaradi naključnih vibracij, ki so jih ustvarjali različni dejavniki v bližnji poslovno obrtni coni. Zato smo ostale meritve izvedli v nedeljskem času v juliju 2026, ko so bile motnje minimalne.

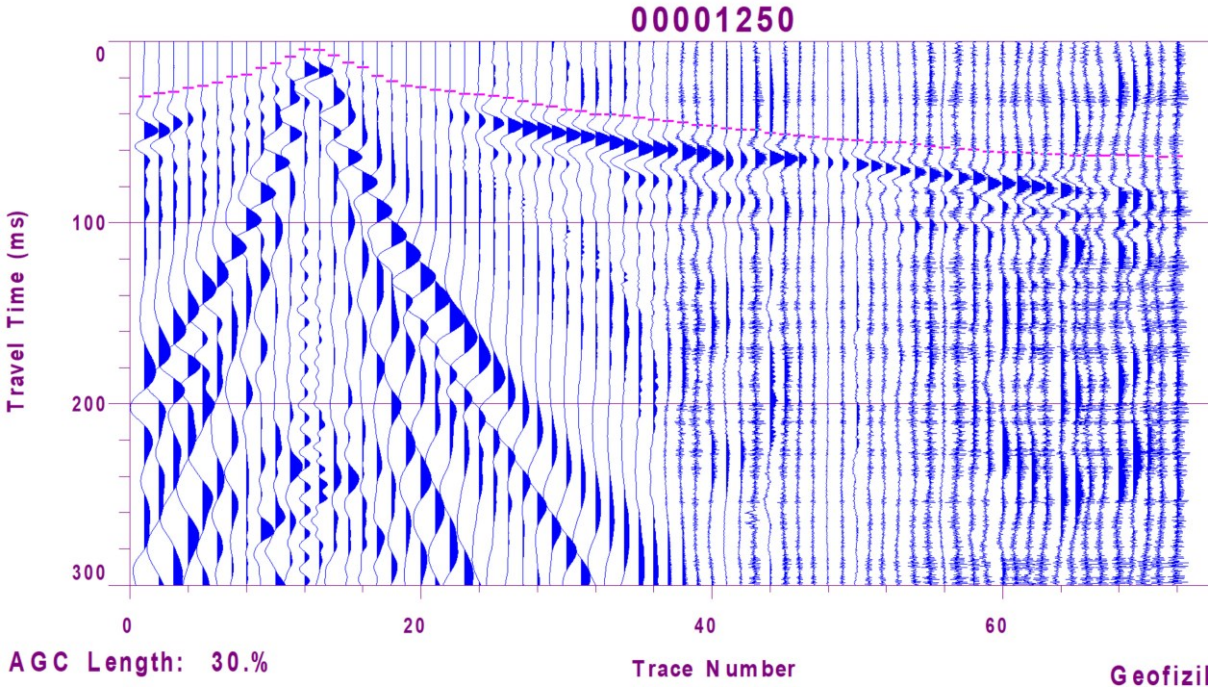


Slika 2. Meritve na geofizikalnem profilu SRT-01

4. REZULTATI SEIZMIČNIH PREISKAV

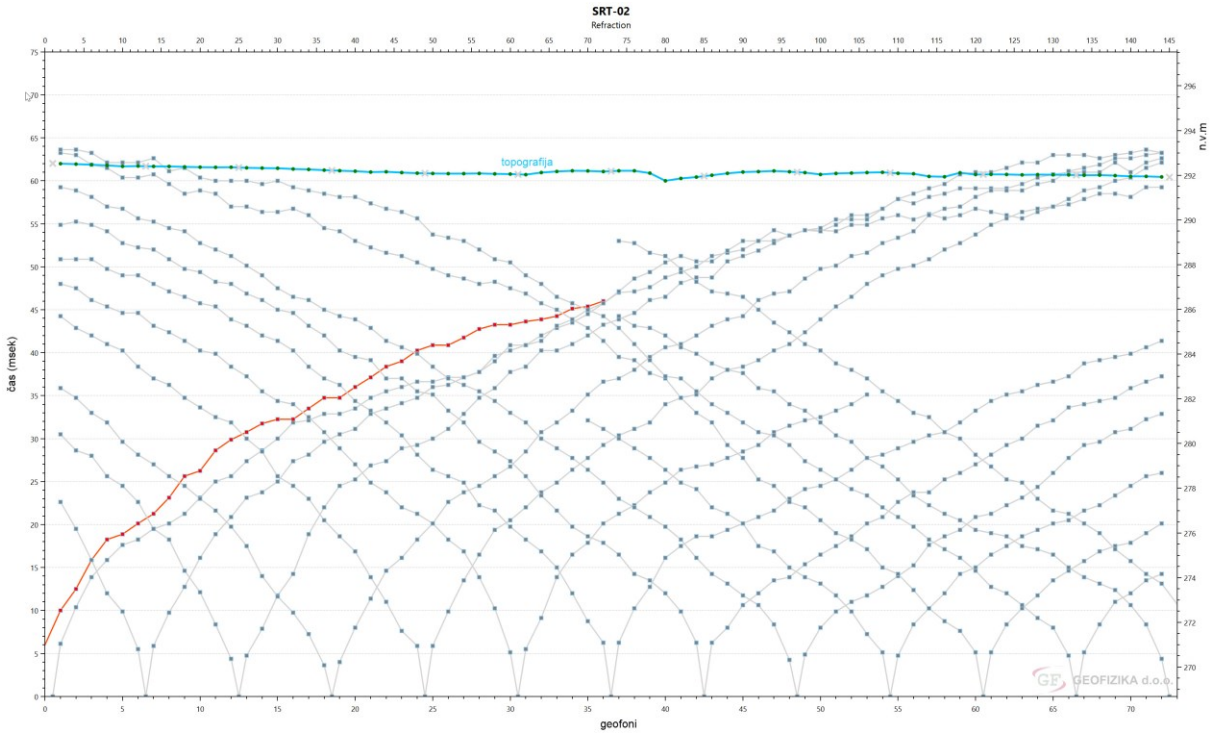
Razmerje signal/šum je bilo na splošno razmeroma dobro. Potrebno je poudariti, da je zaradi večje globine preiskav (vsaj 35 m) resolucija dobljenih podatkov z globino manjša, in sicer po naši oceni +/- 3m.

Že na samih posnetkih (primer slika 3) je bilo razvidno, da gre za razmeroma večje globine, saj so časi t.i. prvih prihodov (*refraktiranega vala*) v območju do cca. 65 *msek*. Iz posnetka je tudi razvidno, da nastopajo vsaj 2 seizmični plasti. Še bolj je to opazno na diagramu kompiliranih prvih prihodov, na primer vzdolž profila SRT-02 (slika 4). Recipročni časi kot merilo za pravilno odčitavanje prvih prihodov so v območju 5%, kar je primerno za nadaljno obdelavo refrakcijskih podatkov.



Slika 3. Primer posnetka in prvi prihodi na profilu SRT-01.

Končni rezultat meritev *seizmične refrakcijske tomografije* ali SRT predstavljajo hitrostne slike (**tomogrami**) za posamezne profile. Podani so na prilogah 2.1, 2.2 in 2.3.



Slika 4. Grafični prikaz prvih prihodov na SRT-02; iz časov sta razvidni vsaj 2 plasti

Na splošno so hitrosti P-valovanja (Vp) razen v zgornjih 3-5 m razmeroma visoke. Hitrosti več kot 1500 m/s lahko predstavljajo gostejše aluvialne sedimente (melj, deloma glina, pesek, prod) oziroma z vodo bolj ali manj zasičene sedimente. Hitrost okoli 1500 m/s morda predstavlja tudi nivo podzemne vode.

Profil SRT-01 (priloga 2.1) kaže, da so na površini do globine med 2-5 m nizkohitrostni sedimenti humusa, gline in melja ter morda suhega peščenega proda. Hitrosti teh sedimentov so manj kot 1300 m/s. Pod njimi ležijo sodeč po razmeroma visokih seizmičnih hitrostih (1000 m/s do 2300 m/s) bolj ali manj gostejši sedimenti, verjetno vlažen melj, pesek, prod. Debelina teh sedimentov je manjša v južnem delu profila (cca. 10-12 m), nato pa se debelina povečuje do 30 m globine.

Matično podlago tvorijo permokarbonski skrilavci, ki so bolj ali manj prepereli. Točnejše meje med gostimi aluvialnimi sedimenti in preperelo matično podlago je težko določiti, saj so hitrostni kontrasti na večji globini manjši kot smo pričakovali. Mejo trdnejše podlage ocenjujemo pri hitrosti okoli 2900 m/s. Za profil SRT-01 je značilno, da se podlaga poglablja od juga proti severu, in sicer od okoli 10 m na južnem delu do okoli 30 m na severnem delu.

Profil SRT-02 (priloga 2.2), ki se začenja v bližini profila SRT-01 kaže na podobne značilnosti. V zgornjih 2-5 m so nizkohitrostni površinski sedimenti (verjetno suhi). Pod njimi so sedimenti melja, peska, gline ter proda, vrejetno bolj vlažni. Matična podlaga s hitrostmi nad 2900 m/s je tudi tu na južnem delu okoli 10-12 m, nato pa se poglobi do 20-25 m. Na skrajnem severnem delu, v bližini poslovno obrtne cone je podlaga plitveje. Vrtina V-3 je sicer pokazala nekoliko večjo globino do matične podlage (31 m).

Profil SRT-03 (priloga 2.3) poteka v približno prečni smeri na profila SRT-01 in SRT-02. Površinski sedimenti imajo debelino med 2 – 4 m. Za profil je značilno, da imajo spodnji aluvialni sedimenti nekoliko višje hitrosti (> 2300 m/s) v zahodni polovici profila, kjer so prisotni bolj melj, pesek in peščen prod, proti vzhodu pa so hitrosti manjše (cca. 1500-2000 m/s). Verjetno gre tu za pretežno sedimente gline, kar kaže tudi bližnja vrtina V-2.

Sodeč po seizmičnih hitrostih je matična podlaga na globini okoli 10-12 m na zahodnem začetku profila, nato pa se poglablja na 30 m in več.

5. ZAKLJUČEK

Seizmične meritve kot del geoloških in geotehničnih preiskav za OPPN Škofljica so podale nekatere dodatne informacije o mehanski in deloma tudi litološki zgradbi ožjega območja. Ocenjena je bila debelina nizkohitrostnih sedimentov oziroma globina do trdnejše podlage ter njena okvirna razširjenost v prostoru.

Na splošno lahko rezultate SRT metode strnemo v naslednje ugotovitve:

- Izmerjene longitudinalne (P) hitrosti so razmeroma visoke za večino preiskovanih sedimentov.
- Najnižje hitrosti (manj kot 1000 m/s) odražajo površinski humus, glina, suh pesek in prod ter ponekod nasut material. Debelina teh sedimentov je med 2 – 5 m.
- Pod njimi so predvsem glina, melj, pesek in prod, verjetno bolj vlažni sedimenti. Sodeč po razmeroma visokih hitrosti gre morda za bolj goste sedimente.
- V coni hitrosti P-valovanja okoli 1500 m/s se morda nahaja tudi podzemna voda ali pa so sedimenti bolj ali manj zasičeni z vodo. To je potrebno potrditi s podatki vrtanja.
- Matično podlago tvorijo permokarbonski skrilavci, ki so po podatkih vrtanja prepereli. Posledično je točnejša meja med matično podlago in zgornjimi sedimenti težje določljiva.
- Mejo trdnejše podlage smo okvirno določili na hitrostni meji okoli 2900 m/s.
- Na profilih SRT-01 in SRT-02 je matična podlaga na skrajnem južnem delu med 10-12 m, nato pa se proti severu poglablja (25-30 m).
- Tudi na profilu SRT-03 je na skrajnem zahodnem delu (bližina poslovno-obrtne cone) plitveje, in sicer 10-12 m. Proti vzhodu se poglablja na okoli 30 m in več.
- Na vzhodni polovici profila SRT-03 so hitrosti aluvialnih sedimentov nekoliko manjše, kar kaže na morda z glino prevladujoče sedimente.
- Za litološko opredelitev ugotovljenih seizmičnih plasti so bile uporabljene delovne verzije popisov vrtin.
- Vrtini V-2 in V-3 sta pokazali, da je matična podlaga (preperel skrilavec) nekoliko globlje kot je ugotovljeno z refrakcijsko seizmiko na nekaterih mestih. Poudariti je potrebno, da se resolucija seizmičnih meritev z globino manjša. Močno preperela hribina ima lahko tudi podobne seizmične lastnosti kot gosti aluvialni sedimenti,

zato je meja med njimi slabše določljiva. Ocenjujemo, da je odstopanje seizmičnih globin v območju +/- 3 m.

VIRI

ASTM int'l., 2011: D6429–99 *Standard Guide for Selecting Surface Geophysical Methods.* ASTM International, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.

Hagedoorn, J.G., 1958: The Plus-Minus method of interpreting seismic refraction sections. Europeasn Association of Exploration Geophysicists, Geophysical Prospecting. Netherlands.

Sheehan, J.R.; Doll, W.E.; Mandell, W., 2005: *An evaluation of methods and available software for seismic refraction tomography analysis*, JEEG, Volume 10(1), 21-34. http://dx.doi.org/10.2113/JEEG10.1.21.

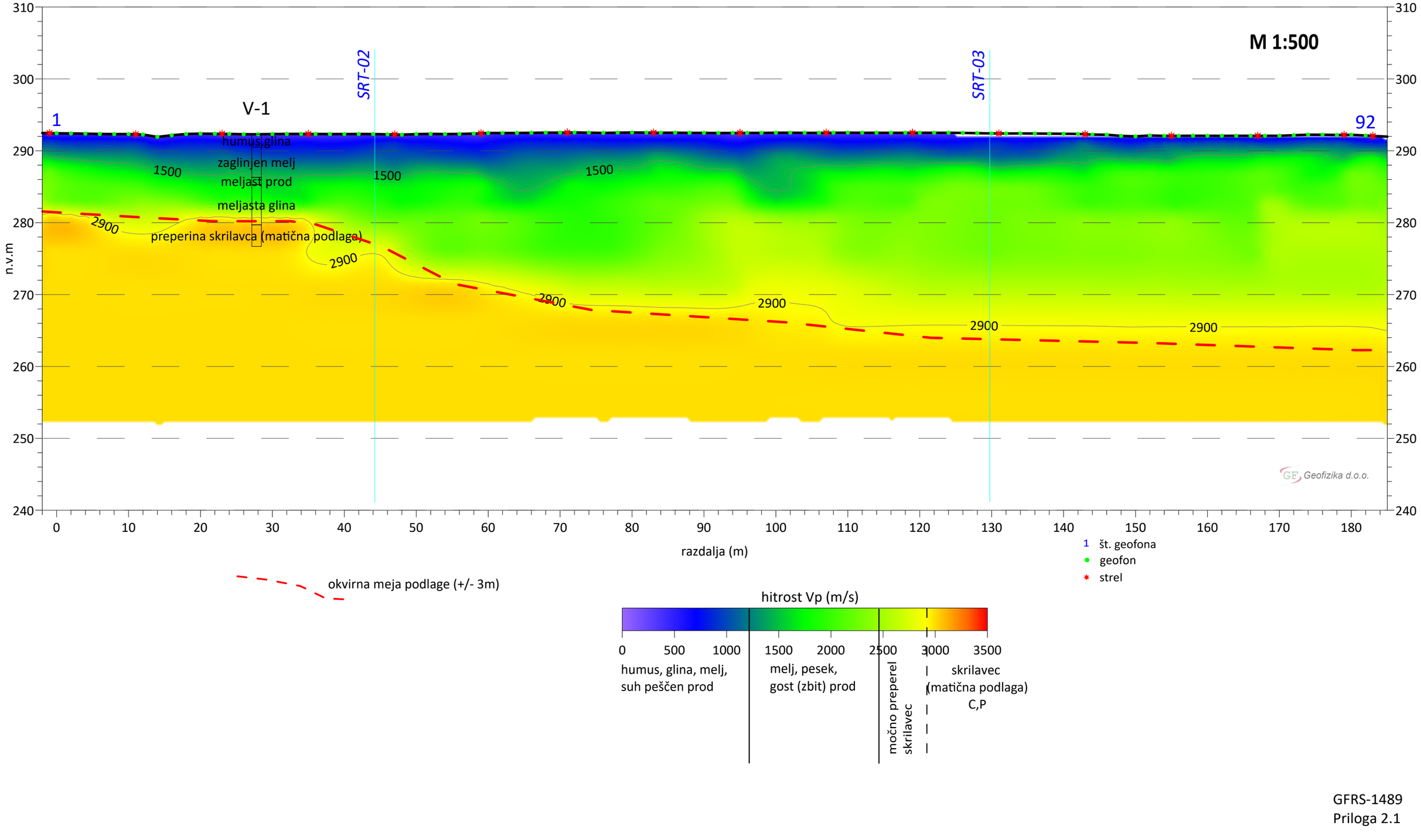
Situacija geofizikalnih profilov (M 1:1000)

GF-1489
Priloga 1

Geofizikalni profil SRT-01

Projektna naloga OPPN Škofljica

Seizmična refrakcijska tomografija
(P-hitrosti)

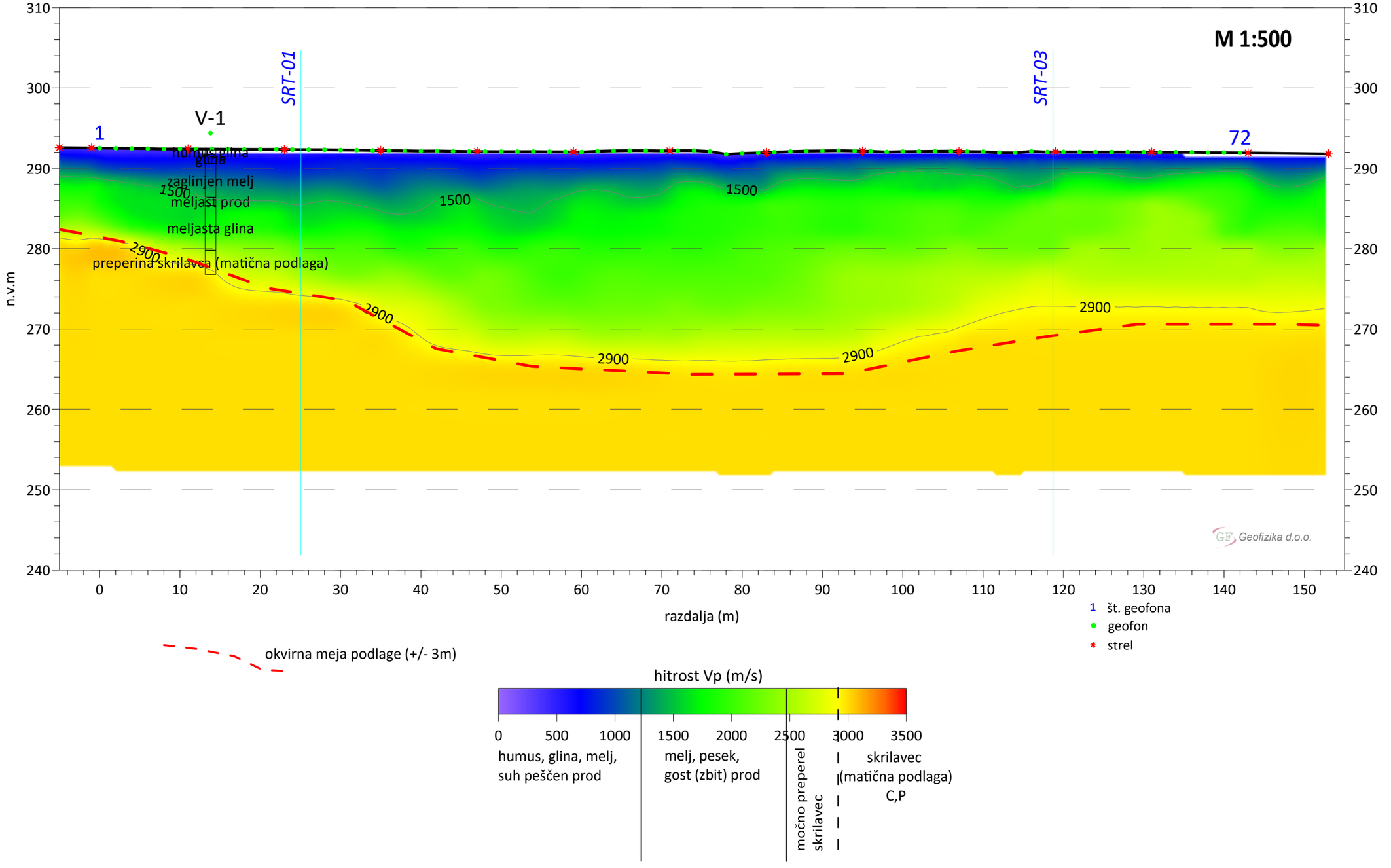


GFRS-1489
Priloga 2.1

Geofizikalni profil SRT-02

Projektna naloga OPPN Škofljica

Seizmična refrakcijska tomografija
(P-hitrosti)

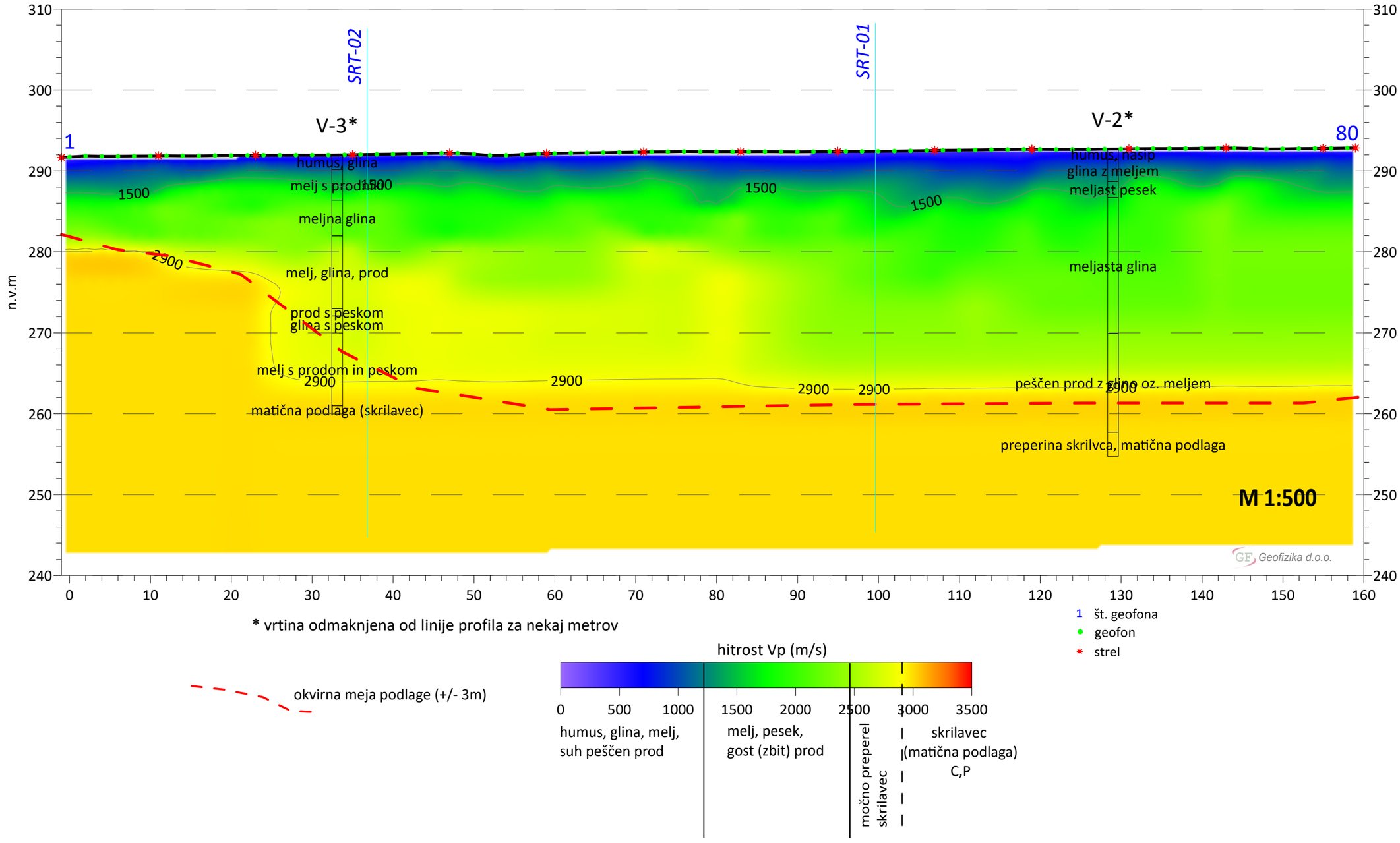


GFRS-1489
Priloga 2.2

Geofizikalni profil SRT-03

Projektna naloga OPPN Škofljica

Seizmična refrakcijska tomografija
(P-hitrosti)



* vrtina odmaknjena od linije profila za nekaj metrov

1 št. geofona
geofon
strel

okvirna meja podlage (+/- 3m)

hitrost Vp (m/s)

0 500 1000 1500 2000 2500 3000 3500

humus, glina, melj, suh peščen prod

melj, pesek, gost (zbit) prod

močno preperel skrilavec

skrilavec (matična podlaga) C,P

GFRS-1489
Priloga 2.3

P.4 ANALIZA IN IZVREDNOTENJE SPT PREISKAV

T.1 Preiskave s standardnim penetracijskim preizkusom – SPT

Na podlagi naročila smo na obravnavanem območju izvedli preiskave s standardnim penetracijskim preizkusom.

Oprema in postopki meritev

Preiskave s standardnim penetracijskim preizkusom (SPT) so bile izvedene skladno s standardi SIST EN 1997-2:2007 ter EN ISO 22476 - 3:2005. Za preiskavo je bil uporabljen stroj za sondažno vrtanje (Soilmec SM 400, GeoTrans d.o.o.). Stroj je opremljen tudi z opremo za izvedbo preiskave standardnega penetracijskega preizkusa. Korekcijski koeficient prenosa energije (k_{60}) znaša za zgoraj navedeno opremo 1,1. Za izvedbo preiskave SPT je bila uporabljena konica.

Interpretacija meritev

Pri izvedbi standardnega penetracijskega preizkusa (SPT) in interpretaciji rezultatov so upoštevana določila iz Slovenskega in Evropskega standarda SIST EN 1997-2:2007 in Evropskega standarda EN ISO 22476-3 - Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 3: Standard penetration test (ISO 22476-3:2005). Standardni penetracijski preizkus (SPT) se uporablja za ugotavljanje trdnosti in deformabilnosti tal. V nekoherentnih in koherentnih zemljinah rezultate standardnih penetracijskih preizkusov vrednotimo s številom udarcev (N) pri prodiranju konice (konus ali nož) v globino 30.5 cm. V hribini vrednotimo rezultate preizkusov s penetrabilnostjo, t.j. globino prodora konice pri 60 udarcih.

Rezultati SPT na posameznih sondažnih mestih so podani v tabeli 2.

Tabela 2: Rezultati izvedenih meritev SPT (na 30,5 cm)

Vrtina	Globina (m)	N_{spt}/p (cm/60)
V-1	15,0	12 cm
V-2	25,0	11
V-2	30,0	27
V-2	38,0	13 cm
V-3	28,5	40
V-3	31,0	101

Gostotni sestav zemljin je določen na osnovi penetracijskih preiskav z dinamičnim penetrometrom SPT. Za vrednotenje penetracijskih preiskav je merodajno število prosto padajočega bata glede na standardizirano globino prodiranja konice 30,5 cm.

Rezultati penetracijskih preiskav (SPT) so podani v geotehničnih profilih sondažnih vrtin.

Korekcija rezultatov po SIST EN ISO 22476-3:2005:

Število udarcev, korigirano na 60% teoretične energije in na efektivni tlak 100 kPa, z upoštevanimi korekcijskimi faktorji opisanimi spodaj:

$(N_1)_{60}=N.\ K.\ K_{60}.\ \lambda\ .C_N\ .C_S$

Za peske z gostotnim indeksom $I_D > 0,35$ velja:

$(N_1)_{60}/I_D^2 = 60 \Rightarrow I_D^2 = ((N_1)_{60}/60)^{½}$

Korekcijski faktorji:

Korekcijski faktor pri uporabi konice

$K=0,85$

Korekcijski faktor zaradi izgube energije

$K_{60} = 1,1$

Korekcijski faktor dolžine drogovja λ

Tabela 2: Korekcijski faktor dolžine drogovja λ

Dolžina drogovja (m)	Korekcijski faktor λ
3 – 4	0,75
4 -6	0,85
6 – 10	0,95
> 10	1

Faktor gostote zemljin C_N

Tabela 3: Faktor gostote zemljin C_N

Tip zemljine	Gostotni indeks I_D (%)	Faktor gostote C_N
Normalno konsolidirane	40-60	$200/(100+\sigma_v')$
	60-80	$300/(200+\sigma_v')$
Prekonsolidirane	-	$170/(70+\sigma_v')$

Korekcijski faktor zaradi talne vode v peskih C_S:

$N_{koregiran} = 15 + ½ (N-15) \rightarrow \quad C_S = N_{koregiran} / N$

Za uporabo morajo biti izpolnjeni vsi trije spodaj navedeni pogoji:

- preiskava je izvedena pod nivojem talne vode,
- preiskava je izvedena v drobnih ali meljastih peskih,
- izmerjeno število udarcev je večje od 15.

Vrednotenje rezultatov je podano v tabeli 4.

Elastični modul E [MPa] je ocenjen po Begemann, H. (1974). »General report for central and western Europe.« Proc. Of the European Symp. On Penetration esting (ESOPT), Stockholm, Sweden, 5-7 June 1974, 29-39., kjer je

Za $N>15$: $E = 4 + c (N - 6)$

Za $N<15$: $E = c (N + 6)$

c = 0,3 (drobni peski ali peski z meljem)
c = 1,2 (grušč s peskom)

Tabela 4: Korelacija rezultatov po SPT

Ime vrtine	AC klasif.	Globina p.v.	Globina	N / p	N60	Nkor,60	(N1)60	ID	(p1)60	Strižni kot (skempton)
oznaka		m	m	št.ud. / (cm/60)	št.ud.	št.ud.	št.ud.		cm/60	°
V-1	C,P	2	15	150	165,0	140,25	99,34	1,287	18,12	/
V-2	clGr/siGr	1,8	25	11	12,10	10,29	5,59	0,305	/	29,0
V-2	clGr/siGr	1,8	30	27	29,70	25,25	12,08	0,449	/	30,9
V-2	C,P	1,8	38	139	152,90	129,97	47,21	0,887	/	40,4
V-3	siSa	1,8	28,5	40	44,00	37,40	22,31	0,610	/	33,8
V-3	C,P	1,8	31	101	111,10	94,44	40,34	0,820	/	38,8

Kriteriji za vrednotenje relativne gostote I_D je podan v tabeli 5.

Tabela 5: Korelacija med $(N_1)_{60}$ in I_D za nekoherentne zemljine (SIST EN ISO 1997-2:2007)

Gostotno stanje	I_D (%)	$(N_1)_{60}$ (-)
zelo rahlo	0-15	0 – 3
Rahlo	15-35	3 – 8
srednje gosto	35-65	8 – 25
gosto stanje	65-85	25 – 42
zelo gosto	85-100	42 – 58

Glede na rezultate SPT so ovrednotene karakteristike tal, kot je podano v tabelah 6 do 8.

Tabela 6: Geomehanske lastnosti nekoherentnih zemljin na podlagi SPT (Skempton, Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation,1986. Geotechnique 36, No. 3,425-447)

$(N_1)_{60}$ (-)	Gostotno stanje	Strižni kot φ (°)
0 – 3	zelo rahlo	< 28
3 – 8	rahlo	28 – 30
8 – 25	srednje gosto	30 – 36
25 – 42	gosto	36 – 41
42 – 58	zelo gosto	41 – 44

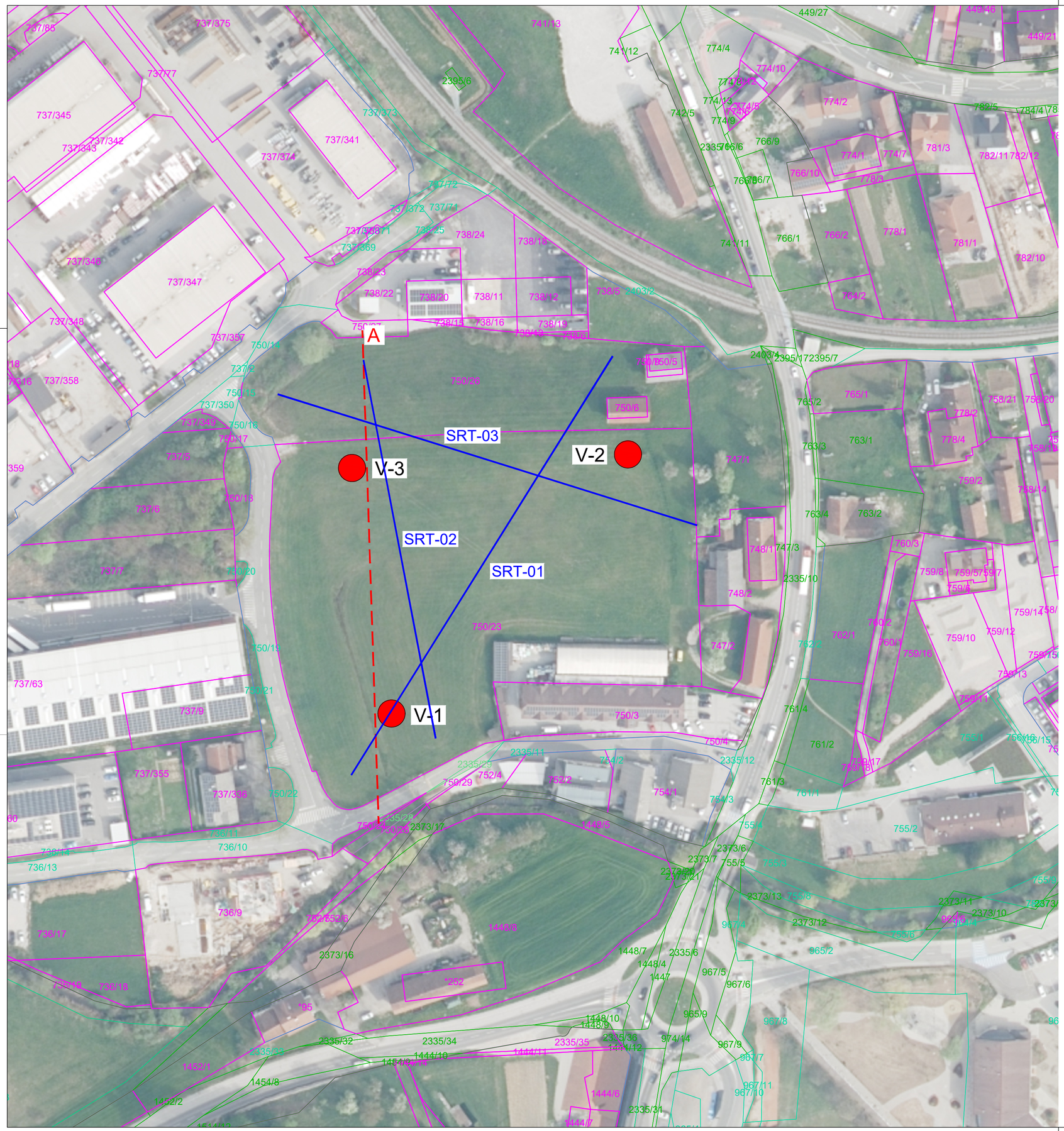
Tabela 7: Geomehanske lastnosti koherentnih zemljin na podlagi SPT (štud. gradivo, Metode geoloških raziskav, Verbovšek T., NTF - Geologija)

Število udarcev N	Konsistenčno stanje	qu (kPa)	Modul stisljivosti Mv (MPa)
< 2	Židko	< 25	< 0,5
2 – 4	Lahko gnetno	25 – 50	0,5 – 2
4 – 8	Srednje gnetno	50 – 100	2 – 5
8 – 15	Težko gnetno	100 – 200	5 – 10
15 – 30	Poltrdno	200 – 400	10 – 20
> 30	Trdno	> 400	> 20

Tabela 8: Geomehanske lastnosti hribine (Bieniawski, Z.T., 1984. Rock Mechanics Design in Mining and Tunneling, A.A. Balkema, Rotterdam.)

P (cm/60ud)	Penetrabilnost	Trdnost	q_u (MPa)
0 – 2	Zelo nizka	Zelo visoka	> 200
2 – 4	Nizka	Visoka	100 – 200
4 – 8	Srednja	Srednja	50 – 100
8 – 15	Visoka	Nizka	25 – 50
15 – 30	Zelo visoka	Zelo nizka	1 - 25

GRAFIČNE PRILOGE



N

PREGLEDNA SITUACIJA

1:1000

Datum:	Opis spremembe:	Obdelal:

investitor:
Občina Škofljica
Šmarska cesta 3
1291 Škofljica

projektant:
Geoportal d.o.o. Tehnološki park 21
1000 Ljubljana, Slovenija
T +386(0)1 620 33 20
E info@geoportal.si
W www.geoportal.si

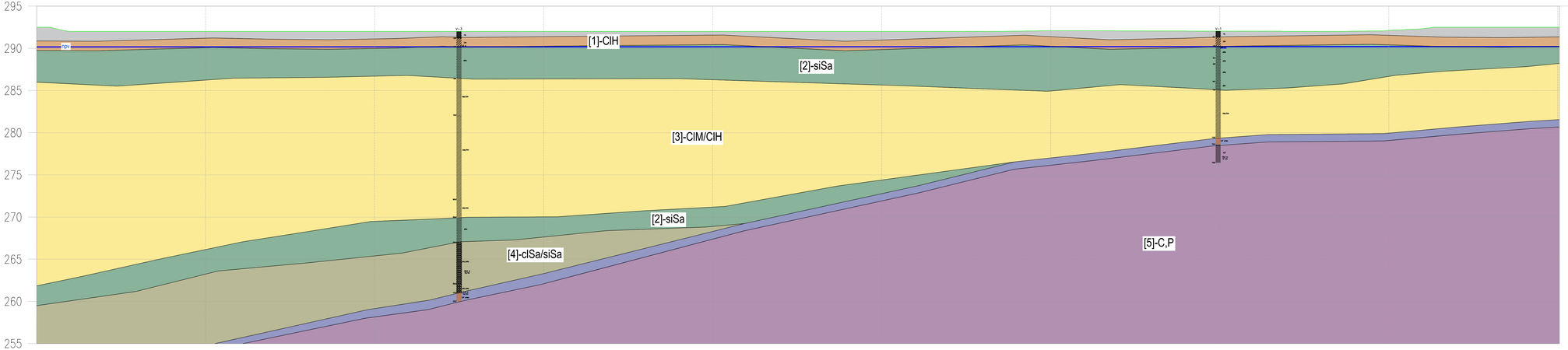
	ime in priimek	id.številka
odgovorni vodja projekta	/	
pooblaščeni inženir	Erazem Kovač, mag.inž.geol.	RG6148
obdelali	Petra Gros, mag.inž.geol.	

objekt	OPPN Škofljica
vrsta načrta	7 Načrt s področja geotehnologije in rudarstva Geološko geomehanski elaborat
vsebina risbe	PREGLEDNA SITUACIJA
vrsta dokumentacije	IDZ

št. projekta	/
št. načrta	gp-pr-024/26-GGE
šifra CC	-
merilo	1:1000
datum	avgust 2026
št. priloge	G.1

Z:\2026_gp_pr_024_26_OPPN_ObčinaŠkofljica\04 Projektna dokumentacija\07 NGR\Risbe\G.1.dwg
Petra
torek, 11. avgust 2026 14:21:56

A



VZDOLŽNI PREREZ A

1:200

Datum:	Opis spremembe:	Obdelal:

investitor: *Občina Škofljica, Šmarska cesta 3, 1291 Škofljica*	*ime in priimek*	*id.številka*
	odgovorni vodja projekta: /	
	pooblaščeni inženir: *Erazem Kovač, mag.inž.geol.*	*RG6148*
	obdelal: *Petra Gros, mag.inž.geol.*	
projektant: Geoportal d.o.o., Tehnološki park 21, 1000 Ljubljana, Slovenija, +386(0)1 620 33 20, E info@geoportal.si, W www.geoportal.si		

objekt:	*OPPN Škofljica*	št. projekta:	/
vrsta načrta:	*7 Načrt s področja geotehnologije in rudarstva*	št. načrta:	*gp-pr-024/26-GGE*
vsebina risbe:	*Geološko geomehanski elaborat*	šifra OC:	-
vrsta dokumentacije:	*VZDOLŽNI PREREZ A*	merilo:	*1:200*
	IDZ	datum:	*avgust 2026*
		št. priloge	*G.2*

Z:\2026_gp_pr_024_26_OPPN_Oblo\Dwg\Geo\04 Projektna dokumentacija\01 MDR\Risbe\G.1.dwg
Petra
torek, 11. avgust 2026 14:22:58