

**GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO O SESTAVI TAL ZA SANACIJO
MINISTERIALNEGA DVORCA na parcelnih številkah 7/1 in 7/2 k.o. 1331
– Kostanjevica**

Arh.št.: GG 67/22 JB

Datum: 25. 07. 2022

Obdelala: Jaka Bizjak, univ. dipl. inž. geol.

Domen Bajec, univ. dipl. inž. geol.

Direktor: Željko Sternad, u.d.i.r. in geotehnol.

NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O ELABORATU
Elaborat in številčna oznaka elaborata: ELABORAT št. GG 67/22 JB

**GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO O SESTAVI TAL ZA SANACIJO
MINISTERIALNEGA DVORCA na parcelnih številkah 7/1 in 7/2 k.o. 1331
– Kostanjevica**

Investitor/Naročnik :

**Občina Kostanjevica na Krki
Ljubljanska cesta 7
8311 Kostanjevica na Krki**

Objekt:

Ministerialni dvorec

Za gradnjo:

Predlog sanacije

Odgovorni projektant:

Jaka Bizjak, univ. dipl. inž. geol.



**JAKA BIZJAK
univ.dipl.inž.geol.
IZS PI RG6144**

Arhivska številka elaborata, kraj in datum izdelave:

GG 67/22 DB,
Boga vas, julij 2022

KAZALO VSEBINE

1.	SPLOŠNI PODATKI	4
2.	GEOLOGIJA ŠIRŠEGA OZEMLJA	5
3.	SEIZMIČNOST TERENA	6
4.	TERENSKÉ RAZISKAVE	6
4.1	Pregled predhodno izvedenih preiskav	7
4.2	Sondažni razkopi	7
4.3	Meritve dinamičnega deformacijskega modula	12
4.4	Preiskave z lahkim dinamičnim penetrometrom	13
5.	INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE NA LOKACIJI	15
6.	PREDLOG SANACIJE	16

PRILOGA 1: Lokacija izvedenih preiskav

PRILOGA 2: Rezultati meritev z lahkim dinamičnim penetrometrom DPL, računalniški program Geostru Dynamic Probing.

PRILOGA 3: Geomehanske karakteristike DPL, računalniški program Geostru Dynamic Probing.

1. SPLOŠNI PODATKI

Po naročilu investitorja smo v juniju 2022 izvedli geološko – geomehanski ogled in preiskave območja, ki se nahaja v občini Kostanjevica na Krki. Lokacija se nahaja na parcelnih številkah 7/1 in 7/2 k.o. 1331 – Kostanjevica na Krki. Predmet elaborata je izdelava geološko - geomehanskega poročila za določitev geomehanskih karakteristik tal za sanacijo objekta.

Preiskovano območje se nahaja na območju katastrofalnega poplavljanja (vir: PISO).

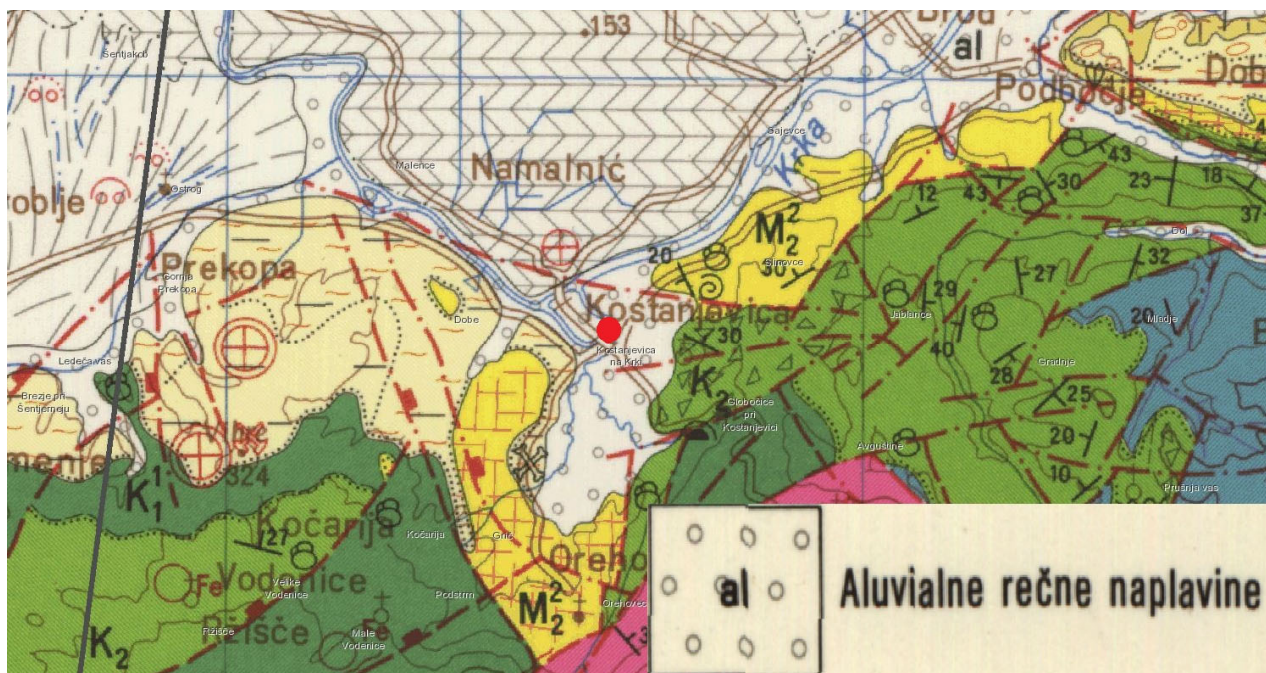


Slika 1: Mikrolokacija območja preiskave (Vir: PISO).



Slika 2: Makrolokacija območja preiskave, rdeč kvadrat predstavlja območje preiskav (VIR: PISO).

2. GEOLOGIJA ŠIRŠEGA OZEMLJA



Slika 3: Izsek iz geološke karte Slovenije; list Novo mesto 1:100 000 (Ni v merilu!).



Slika 4: Geologija ožjega območja (vir: PISO).

Geologijo obravnavanega ozemlja označuje rdeča piko oz. rdeča geometrija, ki ga po Osnovni geološki karti (list Novo mesto) predstavljajo aluvialne rečne naplavine (Al) holocenske starosti. Debelina teh sedimentov v literaturi ni definirana.

Aluvialne naplavine so ob rekah in potokih. Sestojeta se iz glinastega preperelega materiala z redkimi manjšimi prodniki. Najmlajše so naplavine ob današnjem toku Krke. Pri Hrvaškem Brodu je glinast prod, med Koprivnikom in Brodom je pretežno siva in svetlo rjava glina, med Brodom in Dobrovo pa je droben prod in

pesek pomešan z glino. Teh sedimentov ni mogoče ločiti med seboj zaradi pomanjkanja izdankov, pa tudi na letalskih posnetkih niso ločljivi. Ločimo lahko le množico opuščenih strug. Pri Velikem Mraževem potekajo najmlajše opuščene struge po glinasti podlagi, ki je bila nanescena s pobočja Gornjega Gaja. Pri Vel. Mraževem in pri Dobravi so kratke in nizke rečne terase, ki so precej mlajše od terase pri Čučji Mlaki. To so najmlajše terase, ki so nastale na okljukih Krkinih meandrov.

3. SEIZMIČNOST TERENA

Obravnavano območje se uvršča v VIII. stopnjo seizmične intenzitete po EMS lestvici (European Macroseismic Scale). V tem območju lahko pričakujemo seizmične pospeške do 0,200 g. Podatke povzemamo po karti makroseizmičnih intenzitet Slovenije za povratno dobo potresov 475 let in po karti projektnih pospeškov potresov a_g . (vir <http://www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/>).

Za prostorsko in urbanistično načrtovanje in za potresno varno projektiranje se uporablja karto projektnega pospeška a_g . Kategorizacija upošteva litološko sestavo tal, inženirsko geološke lastnosti kamnin, tektonske značilnosti in morfološke značilnosti. V skladu z Eurokodom 8 uvrščamo tla na območju projektirane trase v naslednje tipe tal.

Tip tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		$V_{s,30}$ [m/s]	N_{SPT} [udarcev/30 cm]	C_u [kPa]
C	Globoki sedimenti gostega ali srednje gostega peska, proda ali toge gline globine nekaj deset do več sto metrov	180 – 360	15 – 50	70 – 250

Tabela 1: Razvrstitev tal v območju projektirane trase.

4. TERENSKE RAZISKAVE

Program geološko – geotehničnih raziskav je obsegal:

- Pregled predhodno izvedenih preiskav.
- Pet sondažnih razkopov.
- Štiri meritve dinamičnega deformacijskega modula (E_{vd}) na različnih globinah.
- Štiri meritve z lahkim dinamičnim penetrometrom DPL.

4.1 Pregled predhodno izvedenih preiskav

Pregledali smo ELABORAT MATERIALNO TEHNIČNEGA STANJA OBJEKTA IN ANALIZO POTRESNE ODPORNOSTI S SMERNICAMI ZA SANACIJO, ki ga je izdelalo podjetje Igmat d.d. (arhivska številka: 635-KON-21). Za potrebe elaborata so izvedli vizualni ogled objekta in kataster razpok, laboratorijske preiskave gradbenih materialov, tri sondažne razkope za ugotovitev načina temeljenja ter izračun potresne odpornosti objekta. Iz dokumenta je razvidno, da je bil objekt v današnji obliki zgrajen v več fazah in v različnih časovnih obdobjih, v katerih je bilo izvedeno več prizidav. Z razkopi je bilo ugotovljeno, da je objekt temeljen s poglobljeno steno v globino od 1,2 m do 1,6 m. Objekt je temeljen na raščen terenu, ki ga sestavljajo organski sedimenti ter gline in melji.

4.2 Sondažni razkopi

Na lokaciji smo izvedli pet (5) sondažnih razkopov ter jih geološko popisali. V razkopih nismo opazili pronicanja vode ali podtalnice, zgolj v razkopu SR 3 smo zaznali podtalno vodo na globini 2,6 m. Stene razkopov se niso rušile. Podrobnejši popisi opravljenih razkopov so navedeni v spodnjih tabelah. Lokacije izvedenih sondažnih razkopov so prikazane v prilogi 1.

Razkop SR 1		
Globina (m)	AC klasif.	Opis
0,0 – 0,8	N	Umetno nasutje meljne zemljine, karbonatne kamnine in odpadnega gradbenega materiala.
0,8 – 1,4	ML	Glinasto peščen melj, sivorjava do črna barva, vsebuje organske delce.
1,4 – 1,6	ML – CL	Glinast melj, temno rjava barva, poltrdna konsistenca

Tabela 2: Popis geoloških slojev v sondažnem razkopu SR 1.



Slika 5: Sondažni razkop SR 1.

Razkop SR 2		
Globina (m)	AC klasif.	Opis
0,0 – 1,4	N	Umetno nasutje meljne zemljine, karbonatne kamnine in odpadnega gradbenega materiala.
1,4 – 1,7	N	Umetno nasutje večjih kosov karbonatne kamnine.
1,7 – 2,5	CL	Meljna glina, sivo rjava barva, težko gnetne konsistence

Tabela 3: Popis- geoloških slojev v sondažnem razkopu SR 2.



Slika 6: Sondažni razkop SR 2.

Razkop SR 3		
Globina (m)	AC klasif.	Opis
0,0 – 0,7	N	Umetno nasutje meljne zemljine, karbonatne kamnine in odpadnega gradbenega materiala.
0,7 – 2,4	ML – CL	Peščeno glinast melj, rjava barva, vsebuje posamezne kose karbonatne kamnine
2,4 – 2,6	SM	Meljast pesek, svetlo rjava barva, voda na 2,6 m

Tabela 4: Popis geoloških slojev v sondažnem razkopu SR 3.



Slika 7: Sondažni razkop SR 3.

Razkop SR 4		
Globina (m)	AC klasif.	Opis
0,0 – 0,7	N	Umetno nasutje meljne zemljine, karbonatne kamnine in odpadnega gradbenega materiala.
0,7 – 1,4	ML	Glinasto peščen melj, svetlo rjava barva, poltrdna konsistenca

Tabela 5: Popis geoloških slojev v sondažnem razkopu SR 4.



Slika 8: Sondažni razkop SR 4.

Razkop SR 5		
Globina (m)	AC klasif.	Opis
0,0 – 0,9	N	Umetno nasutje meljne zemljine, karbonatne kamnine in odpadnega gradbenega materiala.
0,9 – 1,3	ML	Glinasto peščen melj, sivorjava do črna barva, vsebuje organske delce.
1,3 – 2,5	ML – CL	Glinast melj do meljna glina, temno siva barva, težko gnetna konsistenca

Tabela 6: Popis geoloških slojev v sondažnem razkopu SR 5.



Slika 9: Sondažni razkop SR 5.

4.3 Meritve dinamičnega deformacijskega modula

Meritve dinamičnega deformacijskega modula (E_{vd}) so bile izvedene z dinamično ploščo z lahko padajočo utežjo HMP LFG-SD. Dinamični deformacijski modul ali E_{vd} predstavlja značilno vrednost deformabilnosti materiala pri definirani sunkoviti obremenitvi krožne plošče s padajočo lahko utežjo, določeno na osnovi izmerjene amplitude posedka plošče u. Za zagotovitev tesnega naleganja krožne obremenilne plošče je potrebno na merilnem mestu izvesti tri pred obremenilne sunke s padajočo utežjo.

Meritve E_{vd} smo izvedli v štirih sondažnih razkopih. Meritev M1 smo opravili v razkopu SR 1 na globini 1,6 m, v sloju glinastega melja. Meritev M2 smo opravili v razkopu SR 2 na globini 2,5 m v sloju sivo rjave meljne gline. Meritev M3 smo opravili v razkopu SR 4 na globini 1,3 m v sloju svetlo rjavega melja. Meritev M4 smo opravili v razkopu SR 5 na globini 2,5 m v sloju temno sive meljne gline.



Slika 10: Meritev z dinamično ploščo z lahko padajočo utežjo v razkopu SR 2.

Iz dobljenih rezultatov E_{vd} smo ocenili vrednosti statičnega deformacijskega modula E_{v2} [MN/m²] in modula stisljivosti M_E [MN/m²] ter podali vrednost kalifornijskega indeksa nosilnosti temeljne podlage – CBR (California Bearing Ratio).

Rezultati meritev znašajo:

- **M1 (SR 1)** $E_{vd} = 29,07$ MPa, $E_{v2} \approx 37$ MPa
- **M2 (SR 2)** $E_{vd} = 8,98$ MPa, $E_{v2} \approx 12$ MPa
- **M3 (SR 4)** $E_{vd} = 16,34$ MPa, $E_{v2} \approx 21$ MPa
- **M4 (SR 5)** $E_{vd} = 16,05$ MPa, $E_{v2} \approx 21$ MPa

Nosilnost glinastega melja v razkopu SR 1 je dobra **CBR = 11** %. Ta sloj je dobro zbit in utrjen.

Nosilnost sivo rjave meljne glin v razkopu SR 2 je slabša **CBR = 2,5** %. Ta sloj je slabo zbit in utrjen.

Nosilnost svetlo rjavega melja v razkopu SR 4 je slabša **CBR = 5** %. Ta sloj je srednje zbit in utrjen.

Nosilnost sive meljne glin v razkopu SR 5 je slabša **CBR = 5** %. Ta sloj je srednje zbit in utrjen.

4.4 Preiskave z lahkim dinamičnim penetrometrom

Preiskave se izvajajo za določitev trdnostnih in deformabilnostnih lastnosti predvsem nekoherentnih zemljin (in pa tudi mehkih hribin). Preiskave smo izvedli skladno s standardi EN ISO 22476-2. Zvezno sondiranje poteka s pomočjo penetrometra oz. zabijalne naprave tipa DPL (Dynamic Probing Light) pri kateri bat z maso 10 kg spuščamo z višine 50 cm. Zabijamo pa konus 90° z osnovno ploskvijo 10 cm².

Število udarcev registriramo vsakih 10 cm (N_{10}) prodiranja, seštevek odčitkov na vsakih 20 cm (N_{20}) pa smo korigirali s faktorjem dejanskega prenosa energije v drogove ($k_{60} = 0,83$).

1. Zabijalna naprava - bat	
masa [kg]	10 +/- 0,1
višina padca [mm]	500 +/- 10
razmerje dolžina/premer D_h	$1 < D_h < 2$
nakovalo premer d [mm]	$50 < d < D_h$
2. Konus 90°	
nominalna osnovna površina A[cm ²]	10
osnovni premer D [mm]	37,5 +/- 0,3
dolžina valja [mm]	35,7 +/- 1
3. Zabijalne palice	
masa [kg/m] (maks.)	10
premer OD [mm] (maks.)	22
4. Specifično delo na udarec	
mgh/A [kJ/m ²]	50

Tabela 7: Tehnični podatki DPL.

Na obravnavani lokaciji smo izvedli štiri teste lahke dinamične penetracije DPL. Na osnovi rezultata meritve DPL in geološkega kartiranja smo določili sestavo podlage, oziroma globino posameznih geoloških slojev. Lokacije testov dinamične penetracije DPL sta prikazani v prilogi 1.

Test DPL 1 smo izvedli 2 m od zunanje stene objekta, do globine 5,7 m. Z interpretacijo podatkov smo ugotovili, da se do globine 1,8 m nahaja sloj umetnega nasutja kamnine in gradbenega materiala. Od globine 1,8 m se nahaja raščen teren. Zgornji sloj je srednje nosilen, srednji sloj je slabo nosilen, spodnji sloj je dobro nosilen.

Test DPL 2 smo izvedli do globine 4,7 m, oddaljen je bil 5 m od roba objekta. Z interpretacijo podatkov smo ugotovili, da se do globine 1,4 m nahaja zgornji sloj raščenege terena. Do globine 3,6 m sega srednji sloj raščenege terena, pod to globino se nahaja spodnji sloj raščenege terena. Vsi sloji imajo slabše geomehanske karakteristike.

Test DPL 3 smo izvedli 2 m od zunanje stene objekta, do globine 4,7 m. Z interpretacijo podatkov smo ugotovili, da se do globine 1,0 m nahaja sloj umetnega nasutja kamnine in gradbenega materiala. Od globine 1,0 m do 1,5 m se nahaja zgornji sloj raščenege terena, ki je srednje nosilen. Naslednji sloj, do globine 3,8 m se nahaja slabše nosilen sloj raščenege terena. Od globine 3,8 m se nahaja bolje nosilen sloj.

Test DPL 4 smo izvedli 1 m od zunanje stene objekta, do globine 4,8 m. Z interpretacijo podatkov smo ugotovili, da se do globine 0,4 m nahaja sloj umetnega nasutja kamnine in gradbenega materiala. Od globine 0,4 m do 0,9 m se nahaja zgornji sloj, ki je zelo slabo nosilen. Do globine 4,8 m se nahaja slabše nosilen sloj raščenege terena.

Rezultati vseh DPL testov z geološkimi plastmi so podani na prilogi 2.

Geomehanske karakteristike so prikazane v prilogi 3 za vsak posamezen test DPL.

Geološki sloj	Strižni kot Φ [°]	Nedrenirana strižna trdnost Cu [kPa]	Modul stisljivosti Eoed [MPa]
Umetno nasutje	31	/	12
Zgornji sloj raščenege terena	/	60	10
Srednji sloj raščenege terena	/	35	6
Spodnji sloj raščenege terena	/	90	15

Tabela 8: Geomehanske karakteristike geoloških slojev pridobljene iz DPL.

Glede na rezultate meritev DPL ima najslabše geomehanske karakteristike srednji sloj raščenege terena, ki smo ga zasledili v vseh štirih meritvah DPL. Sloj ima nizek modul stisljivosti Eoed = 6 MPa in je podvržen stisljivosti – posedanju zaradi teže objekta nad njim.



Slika 11: Lokacija izvedbe DPL 1.



Slika 12: Lokacija izvedbe DPL 2.

Na podlagi rezultatov testov DPL ugotavljamo, da na nastanek razpok in poškodb na objektu deloma vpliva tudi neustrezno izvedeno temeljenje. Objekt je temeljen s poglobljeno steno. Objekt je temeljen na raščen teren, ki ga sestavljajo organski sedimenti ter gline in melji, oziroma na neustrezno izvedenem temelju in tamponskem nasutju.

5. INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE NA LOKACIJI

Na lokaciji izvedenih preiskav je predvidena sanacija in obnova ministerialnega dvorca. Namen raziskav je bil ugotoviti geološko – geomehanske razmere na zemljišču s parcelnimi številkami 7/1 in 7/2, k.o. 1331 - Kostanjevica, za določitev pogojev stabilnosti terena in določitev geomehanskih karakteristik tal za sanacijo objekta. V ta namen smo na območju preiskave izvedli pregled predhodnih preiskav, pet sondažnih razkopov, štiri meritve dinamičnega deformacijskega modula ter štiri teste lahke dinamične penetracije DPL.

Glede na preiskave smo ugotovili:

- Objekt temeljen s poglobljeno steno v globino od 1,2 m do 1,6 m. Objekt je temeljen na raščen teren, ki ga sestavljajo organski sedimenti ter gline in melji.
- Najvišji sloj na območju predstavlja umetno nasutje karbonatne kamnine in odpadnega gradbenega materiala.
- Sledi raščen teren, ki smo ga glede na število udarcev DPL razvrstili v tri sloje s podobnimi geomehanskima karakteristikami.
- Na podlagi rezultatov testov DPL ugotavljamo, da ima predvsem srednji sloj raščenega terena precej slabe geomehanske karakteristike – stisljiv sloj.
- Na podlagi preiskav ugotavljamo, da na nastanek razpok in poškodb na objektu med drugim vpliva tudi neustrezno izvedeno temeljenje. Sam objekt v današnji obliki je bil zgrajen v več fazah in v različnih časovnih obdobjih, v katerih je bilo izvedeno več prizidav. Zaradi tega se posedki objekta niso izvršili istočasno, kar je najverjetneje še dodatno vplivalo na nastale poškodbe. Negativen vpliv na posedanje ima tudi sama teža objekta.

6. PREDLOG SANACIJE

Za izboljšanje geomehanskih karakteristik temeljnih tal v nadaljevanju podajamo možne predloge sanacije. Po izvedbi morebitne geotehnične sanacije pričakujemo, da se bo posedanje objekta zaustavilo, posledično se ne bodo več pojavljale nove razpoke in poškodbe kot posledica posedanj.

V kolikor se bo izvedlo sanacijo neustreznega temeljenja objekta, se sanacijo lahko izvede z enim izmed sledečih geotehničnih ukrepov:

- Sanacijo temeljev objekta z izboljšanjem zemljine z injektiranjem RAZTEZNE GEOTEHNIČNE SMOLE. V slabo nosilna in stisljiva tla se vbrizga posebno ekspanzijsko smolo, ki že v nekaj sekundah poveča svoj volumen od 20 do 30-krat. Smola se strdi oziroma dobi končno obliko že v nekaj minutah. Raztezna sila stisne in utrdi šibko zemljino, pri čemer zapolni praznine in razpoke v terenu. Tak poseg trajno učvrsti temeljna tla vse od spodnjega nivoja temeljev pa do dobro nosilne podlage.
- Sanacija temeljnih tal objekta z odkopom in PODBETONIRANJEM. V primeru te vrste sanacije mora podbetoniranje segati tako globoko, da se to nasloni na spodnji sloj raščenege terena in prepreči nadaljnje posedanje objekta. Potrebna je celotna odstranitev sloja slabo nosilne glinaste zemljine (globina cca. 3,5 m) ter njegova nadomestitev z ustreznim tamponom in poglobitvijo - podbetoniranjem temeljev.

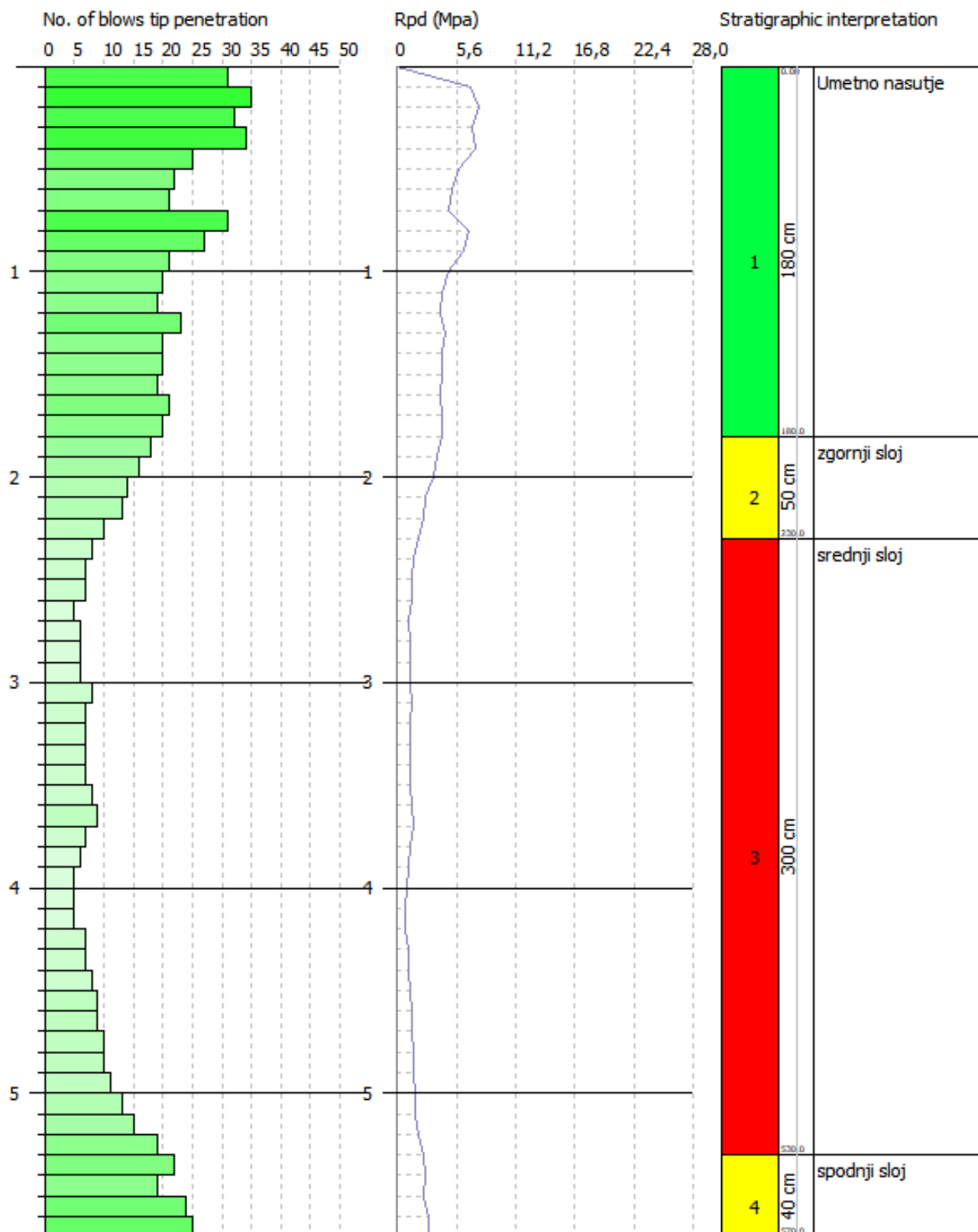
Pri sanaciji objekta je potrebno sodelovanje strokovnjaka gradbene stroke. Priporočamo izdelavo ustrezne DGD/PZI projektne dokumentacije sanacije. Odločitev o načinu ustrezne sanacije sprejme odgovoren projektant. Izvedbo morebitne sanacije mora izvesti usposobljen izvajalec.

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

Customer: Občina Kostanjevica na Krki
 Site: Ministerialni dvorec
 Location: 7/1 in 7/2 k.o. 1331

Date: 20. 07. 2022

Scale 1:28

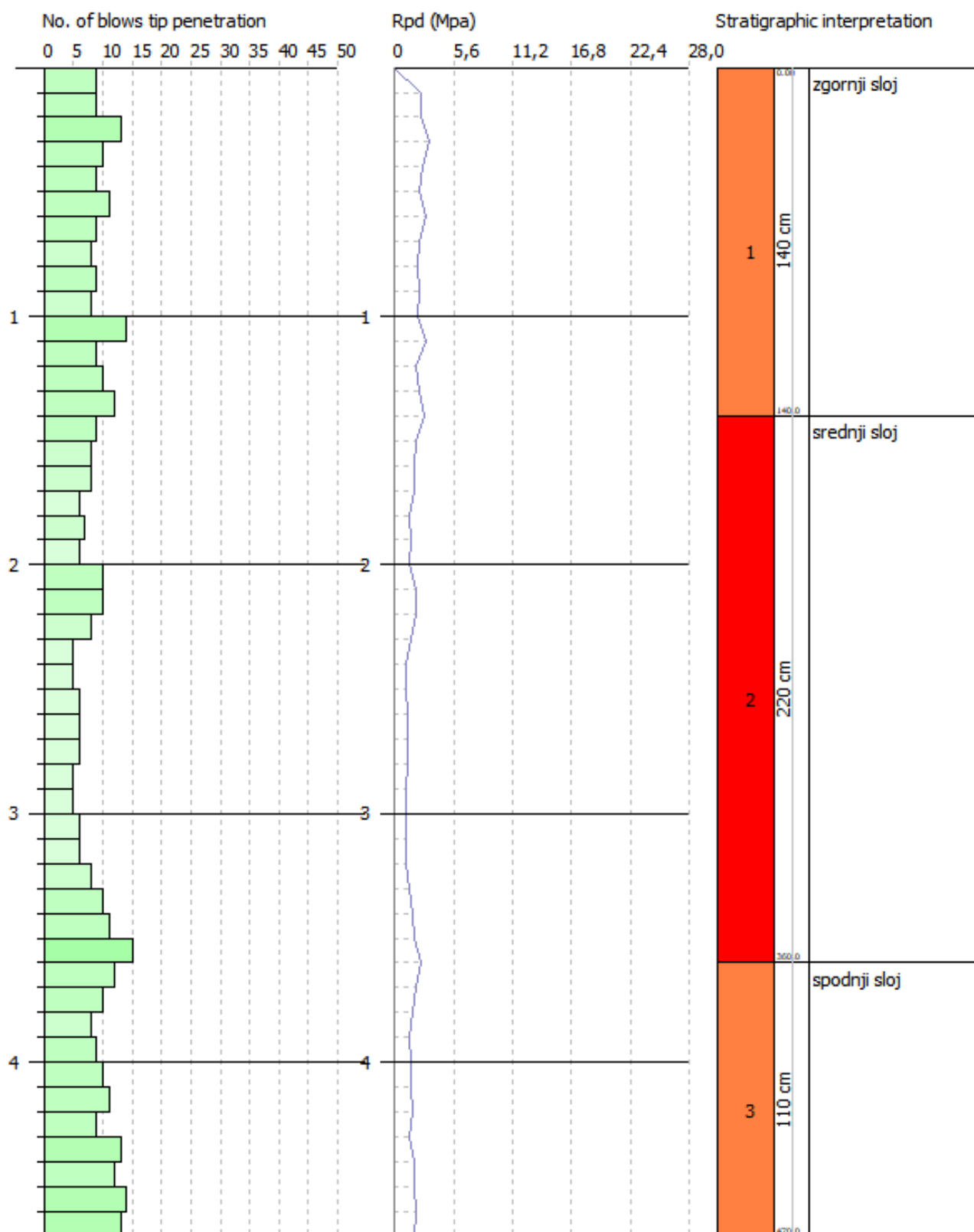


DYNAMIC PENETRATION TEST DPL 2
Equipment used... DPL (light)

Customer: Občina Kostanjevica na Krki
 Site: Ministerialni dvorec
 Location: 7/1 in 7/2 k.o. 1331

Date: 20. 07. 2022

Scale 1:23

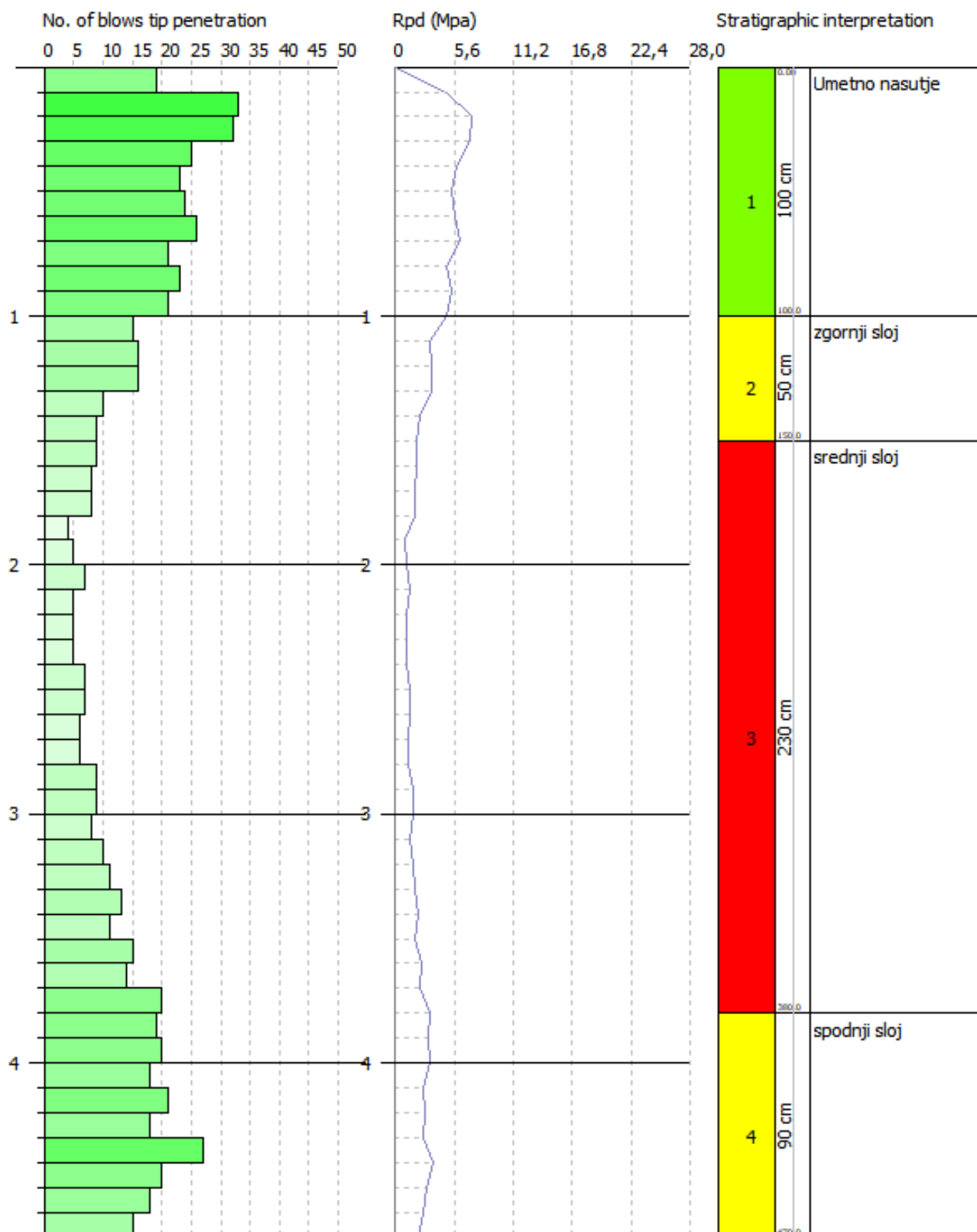


DYNAMIC PENETRATION TEST DPL 3
Equipment used... DPL (light)

Customer: Občina Kostanjevica na Krki
 Site: Ministerialni dvorec
 Location: 7/1 in 7/2 k.o. 1331

Date: 20. 07. 2022

Scale 1:23

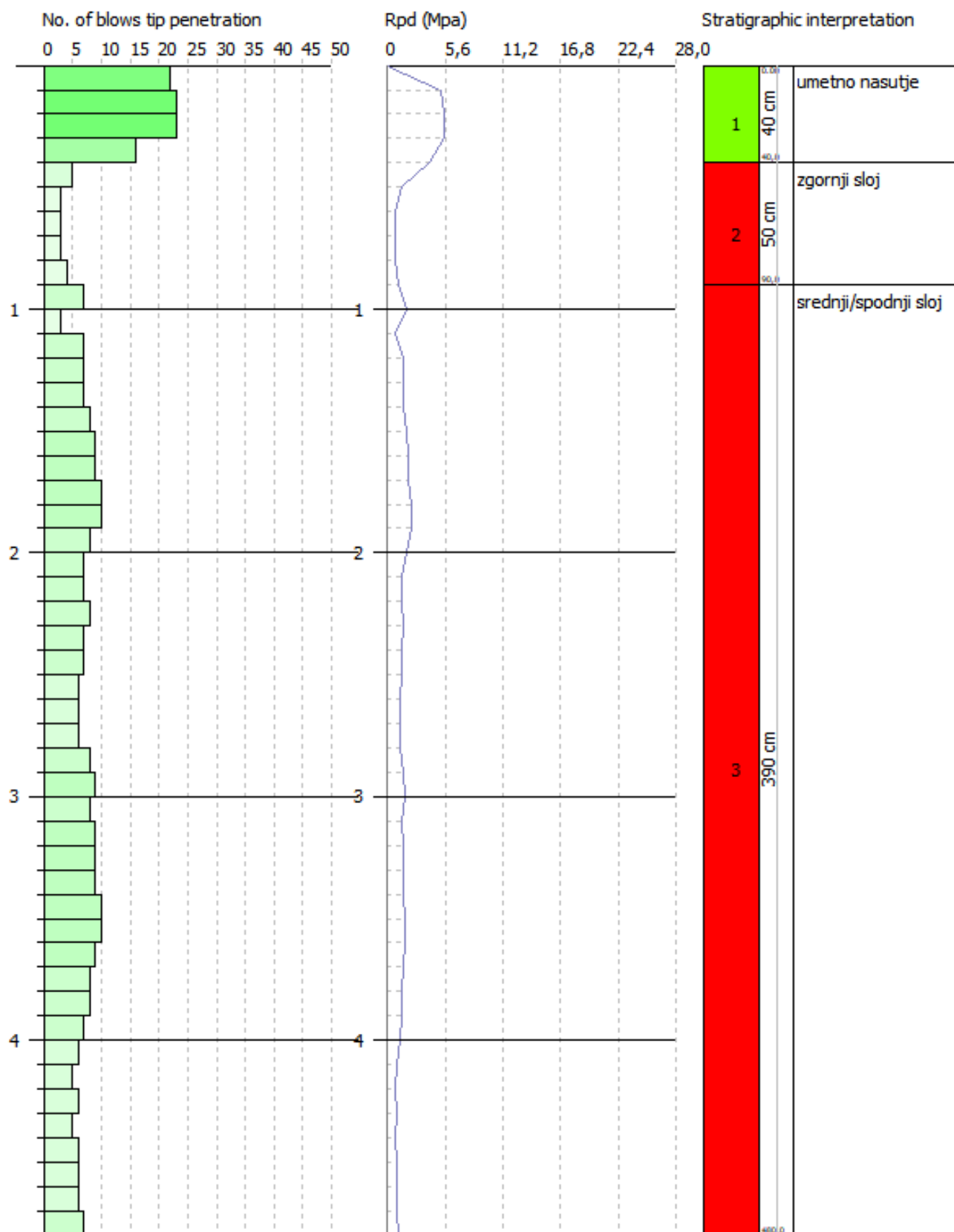


DYNAMIC PENETRATION TEST DPL 4
Equipment used... DPL (light)

Customer: Občina Kostanjevica na Krki
 Site: Ministerialni dvorec
 Location: 7/1 in 7/2 k.o. 1331

Date: 20. 07. 2022

Scale 1:23





DYNAMIC PENETRATION TEST

Customer: Obcina Kostanjevica na Krki Site: Ministerialni dvorec Location: k.o. 7/1 in 7/2 k.o. 1331	
--	--

Equipment technical characteristics DPL (light)

Regulation ref.	DIN 4094
Weight of striking mass	10 Kg
Freefall height	0,50 m
Weight of striking system	3,3 Kg
Diameter of cone tip	35,68 mm
Area of tip base	10 cm ²
Rod length	1 m
Weight of rods /m	2,4 Kg/m
Depth first rod joint	1,00 m
Tip penetration	0,10 m
Number of blow by tip	N(10)
Correlation coeff.	0,76
Coating/Slurries	No
Cone tip angle	90 °

Geomehanske karakteristike

PRILOGA 3

ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DPL 1**COHESIVE SOIL S****Undrained cohesion**

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Cu (KPa)
Layer (2) zgornji sloj	10,79	1,80-2,30	Terzaghi-Peck	71,39
Layer (3) srednji sloj	6,18	2,30-5,30	Terzaghi-Peck	37,85
Layer (4) spodnji sloj	17,1	5,30-5,70	Terzaghi-Peck	113,17

Qc (CPT Cone resistance)

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Qc (Mpa)
Layer (2) zgornji sloj	10,79	1,80-2,30	Robertson (1983)	2,12
Layer (3) srednji sloj	6,18	2,30-5,30	Robertson (1983)	1,21
Layer (4) spodnji sloj	17,1	5,30-5,70	Robertson (1983)	3,35

Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Eed (Mpa)
Layer (2) zgornji sloj	10,79	1,80-2,30	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	10,97
Layer (3) srednji sloj	6,18	2,30-5,30	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,36
Layer (4) spodnji sloj	17,1	5,30-5,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	17,28

Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Ey (Mpa)
Layer (2) zgornji sloj	10,79	1,80-2,30	Schultze	10,17
Layer (3) srednji sloj	6,18	2,30-5,30	Schultze	4,97
Layer (4) spodnji sloj	17,1	5,30-5,70	Schultze	17,28

Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Unit weight (KN/m3)
Layer (2) zgornji sloj	10,79	1,80-2,30	Meyerhof	19,52
Layer (3) srednji sloj	6,18	2,30-5,30	Meyerhof	17,85
Layer (4) spodnji sloj	17,1	5,30-5,70	Meyerhof	20,50

Saturated unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Saturated unit weight (KN/m ³)
Layer (2) zgornji sloj	10,79	1,80-2,30	Meyerhof	21,48
Layer (3) srednji sloj	6,18	2,30-5,30	Meyerhof	18,53
Layer (4) spodnji sloj	17,1	5,30-5,70	Meyerhof	22,56

COHESIONLESS SOIL S

Shear resistance angle

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Angle of friction (°)
Layer (1) Umetno nasutje	18,62	0.00-1,80	18,62	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32,32

Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Young's modulus (Mpa)
Layer (1) Umetno nasutje	18,62	0.00-1,80	18,62	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	21,62

Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Oedometric module (Mpa)
Layer (1) Umetno nasutje	18,62	0.00-1,80	18,62	Farrent 1963	12,96

Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Unit Weight (KN/m ³)
Layer (1) Umetno nasutje	18,62	0.00-1,80	18,62	Meyerhof ed altri	15,50

Saturated unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Saturated weight (KN/m ³)
Layer (1) Umetno nasutje	18,62	0.00-1,80	18,62	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,45

Poisson's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Poisson
Layer (1) Umetno nasutje	18,62	0.00-1,80	18,62	(A.G.I.)	0,32

Dynamic shear modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	G (Mpa)
Layer (1) Umetno nasutje	18,62	0.00-1,80	18,62	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	73,18

ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DPL 2

COHESIVE SOIL S

Undrained cohesion

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Cu (KPa)
Layer (1) zgornji sloj	7,66	0.00-1,40	Terzaghi-Peck	46,97
Layer (2) srednji sloj	5,74	1,40-3,60	Terzaghi-Peck	35,21
Layer (3) spodnji sloj	8,36	3,60-4,70	Terzaghi-Peck	55,31

Qc (CPT Cone resistance)

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Qc (Mpa)
Layer (1) zgornji sloj	7,66	0.00-1,40	Robertson (1983)	1,50
Layer (2) srednji sloj	5,74	1,40-3,60	Robertson (1983)	1,13
Layer (3) spodnji sloj	8,36	3,60-4,70	Robertson (1983)	1,64

Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Eed (Mpa)
Layer (1) zgornji sloj	7,66	0.00-1,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	7,84
Layer (2) srednji sloj	5,74	1,40-3,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	5,92
Layer (3) spodnji sloj	8,36	3,60-4,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8,54

Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Ey (Mpa)
Layer (1) zgornji sloj	7,66	0.00-1,40	Schultze	6,64
Layer (2) srednji sloj	5,74	1,40-3,60	Schultze	4,47
Layer (3) spodnji sloj	8,36	3,60-4,70	Schultze	7,43

Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Unit weight (KN/m3)
Layer (1) zgornji sloj	7,66	0.00-1,40	Meyerhof	18,53
Layer (2) srednji sloj	5,74	1,40-3,60	Meyerhof	17,65
Layer (3) spodnji sloj	8,36	3,60-4,70	Meyerhof	18,73

Saturated unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Saturated unit weight (KN/m ³)
Layer (1) zgornji sloj	7,66	0,00-1,40	Meyerhof	18,63
Layer (2) srednji sloj	5,74	1,40-3,60	Meyerhof	18,44
Layer (3) spodnji sloj	8,36	3,60-4,70	Meyerhof	20,59

ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DPL 3

COHESIVE SOIL S

Undrained cohesion

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Cu (KPa)
Layer (2) zgornji sloj	10,03	1,00-1,50	Terzaghi-Peck	66,39
Layer (3) srednji sloj	6,67	1,50-3,80	Terzaghi-Peck	40,89
Layer (4) spodnji sloj	14,87	3,80-4,70	Terzaghi-Peck	98,46

Qc (CPT Cone resistance)

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Qc (Mpa)
Layer (2) zgornji sloj	10,03	1,00-1,50	Robertson (1983)	1,97
Layer (3) srednji sloj	6,67	1,50-3,80	Robertson (1983)	1,31
Layer (4) spodnji sloj	14,87	3,80-4,70	Robertson (1983)	2,92

Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Eed (Mpa)
Layer (2) zgornji sloj	10,03	1,00-1,50	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	10,21
Layer (3) srednji sloj	6,67	1,50-3,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	6,85
Layer (4) spodnji sloj	14,87	3,80-4,70	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	15,05

Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Ey (Mpa)
Layer (2) zgornji sloj	10,03	1,00-1,50	Schultze	9,31
Layer (3) srednji sloj	6,67	1,50-3,80	Schultze	5,52
Layer (4) spodnji sloj	14,87	3,80-4,70	Schultze	14,77

Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Unit weight (KN/m ³)
Layer (2) zgornji sloj	10,03	1,00-1,50	Meyerhof	19,32
Layer (3) srednji sloj	6,67	1,50-3,80	Meyerhof	18,04
Layer (4) spodnji sloj	14,87	3,80-4,70	Meyerhof	20,20

Saturated unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Saturated unit weight (KN/m ³)
Layer (2) zgornji sloj	10,03	1,00-1,50	Meyerhof	21,28
Layer (3) srednji sloj	6,67	1,50-3,80	Meyerhof	18,53
Layer (4) spodnji sloj	14,87	3,80-4,70	Meyerhof	22,26

COHESIONLESS SOILS

Shear resistance angle

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Angle of friction (°)
Layer (1) Umetno nasutje	19,25	0.00-1,00	19,25	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	32,5

Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Young's modulus (Mpa)
Layer (1) Umetno nasutje	19,25	0.00-1,00	19,25	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	22,34

Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Oedometric module (Mpa)
Layer (1) Umetno nasutje	19,25	0.00-1,00	19,25	Farrent 1963	13,40

Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Unit Weight (KN/m ³)
Layer (1) Umetno nasutje	19,25	0.00-1,00	19,25	Meyerhof ed altri	15,57

Saturated unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Saturated weight (KN/m ³)
Layer (1) Umetno nasutje	19,25	0.00-1,00	19,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,50

Poisson's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Poisson
Layer (1) Umetno nasutje	19,25	0.00-1,00	19,25	(A.G.I.)	0,32

Dynamic shear modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	G (Mpa)
Layer (1) Umetno nasutje	19,25	0.00-1,00	19,25	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	74,68

ESTIMATE TEST GEOTECHNICAL PARAMETERS DPL 4

COHESIVE SOIL S

Undrained cohesion

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Cu (KPa)
Layer (2) zgornji sloj	2,74	0,40-0,90	Terzaghi-Peck	16,77
Layer (3) srednji/spodnji sloj	5,65	0,90-4,80	Terzaghi-Peck	34,62

Qc (CPT Cone resistance)

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Qc (Mpa)
Layer (2) zgornji sloj	2,74	0,40-0,90	Robertson (1983)	0,54
Layer (3) srednji/spodnji sloj	5,65	0,90-4,80	Robertson (1983)	1,11

Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Eed (Mpa)
Layer (2) zgornji sloj	2,74	0,40-0,90	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	2,92
Layer (3) srednji/spodnji sloj	5,65	0,90-4,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	5,83

Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Ey (Mpa)
Layer (2) zgornji sloj	2,74	0,40-0,90	Schultze	1,09
Layer (3) srednji/spodnji sloj	5,65	0,90-4,80	Schultze	4,37

Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Unit weight (KN/m3)
Layer (2) zgornji sloj	2,74	0,40-0,90	Meyerhof	15,89
Layer (3) srednji/spodnji sloj	5,65	0,90-4,80	Meyerhof	17,55

Saturated unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	Correlation	Saturated unit weight (KN/m3)
Layer (2) zgornji sloj	2,74	0,40-0,90	Meyerhof	18,24
Layer (3) srednji/spodnji sloj	5,65	0,90-4,80	Meyerhof	18,44

COHESIONLESS SOIL S

Shear resistance angle

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Angle of friction (°)
Layer (1) umetno nasutje	15,96	0.00-0,40	15,96	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31,56

Young's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Young's modulus (Mpa)
Layer (1) umetno nasutje	15,96	0.00-0,40	15,96	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	18,54

Oedometric module

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Oedometric module (Mpa)
Layer (1) umetno nasutje	15,96	0.00-0,40	15,96	Farrent 1963	11,11

Unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Unit Weight (KN/m3)
Layer (1) umetno nasutje	15,96	0.00-0,40	15,96	Meyerhof ed altri	15,20

Saturated unit weight

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Saturated weight (KN/m3)
Layer (1) umetno nasutje	15,96	0.00-0,40	15,96	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,27

Poisson's modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	Poisson
Layer (1) umetno nasutje	15,96	0.00-0,40	15,96	(A.G.I.)	0,32

Dynamic shear modulus

Description	NSPT	Layer depth (m)	N. Calculation	Correlation	G (Mpa)
Layer (1) umetno nasutje	15,96	0.00-0,40	15,96	Robertson e Campanella (1983) e Imai	66,60