

SOLARNA ELEKTRANA BOMARK PAK ISPITIVANJE NOSIVOSTI NOSAČA SOLARNIH PANELA izvještaj



SLT-05-20
Zagreb, srpanj 2020

Geotest d.o.o.
direktor
Emil Kirš, mag.ing.aedif.

A blue ink signature is written over a rectangular stamp. The stamp contains the GEO EST logo and the company's name and address: "GEO EST d.o.o., Brezovička cesta 48E Zagreb, OIB: 94281049855".

GEO EST
d.o.o., Brezovička cesta 48E
Zagreb, OIB: 94281049855

GRAĐEVINA:

Solarna elektrana BOMARK PAK

PREDMET IZVJEŠTAJA:

Ispitivanje profila na tlačnu, vlačnu i horizontalnu silu

NARUČITELJ:

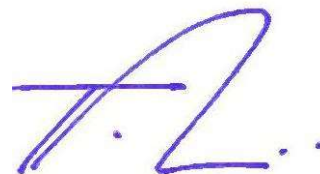
E.ON Solar d.o.o.
Capraška 6, 10 000 Zagreb

IZVOĐAČ ISPITIVANJA:

Geotest d.o.o.
Brezovička cesta 48E, HR-10 000 Zagreb

ISPITIVANJE I:
OBRADA PODATAKA

Vedran Tomac, ing.građ.
Tehnički voditelj laboratorija:
Toma Morović, ing. građ.



Zagreb, srpanj 2020.

M.P .

Geotest d.o.o.
direktor

GEO  **EST**
d.o.o., Brezovička cesta 48E
Zagreb, OIB: 94281049855



Emil Kirš, mag.ing.aedif.

Sadržaj:

1	OPĆI DOKUMENTI	4
2	ISPITNI ZADATAK	7
3	OPIS ISPITIVANJA	7
4	OPREMA ZA ISPITIVANJE	7
5	TLOCRTNA DISPOZICIJA ISPITNIH MJESTA	8
6	TIPSKI PROFIL ZA ZABIJANJE U TLO	9
7	REZULTATI MJERENJA	10
7.1	DIJAGRAMI SILE I POMAKA	10
7.1.1	VLAK	28
7.1.2	TLAK	19
7.1.3	HORIZONTALNA SILA	11
7.2	TABLIČNI PREGLED REZULTATA	36
7.3	MJERENJE MOMENATA SAVIJANJA KOD ISPITIVANJA HORIZONTALNOM SILOM	37
8	INTERPRETACIJA REZULTATA-ZAKLJUČAK	39
9	FOTOGRAFIJE	40

1 OPĆI DOKUMENTI

REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS:

080821379

OIB:

94281049855

TVRTKA:

1 GEOTEST društvo s ograničenom odgovornošću za ispitivanje građevinskih materijala i konstrukcija

1 GEOTEST d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

2 Zagreb (Grad Zagreb)
Brezovička cesta 48 E

PRAVNI OBLIK:

1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 * - ispitivanje materijala i konstrukcija u građevinarstvu
- 1 * - ispitivanje betona, stijena i tla
- 1 * - pružanje usluga informacijskog društva
- 1 * - računalne i srodne djelatnosti
- 1 * - iznajmljivanje uredskih strojeva i opreme, uključujući i računala
- 1 * - iznajmljivanje programske opreme
- 1 * - iznajmljivanje strojeva i opreme bez rukovatelja i predmeta za osobnu uporabu i kućanstvo
- 1 * - proizvodnja, popravak i održavanje računala i periferne opreme
- 1 * - projektiranje, izrada, puštanje u rad i održavanje informatičkih sustava
- 1 * - provođenje geotehničkih istraživanja radova (bušenje, mjerenje)
- 1 * - izrada geotehničkih projekata i elaborata
- 1 * - kupnja i prodaja robe
- 1 * - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 1 * - zastupanje inozemnih tvrtki
- 1 * - projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
- 1 * - nadzor nad gradnjom
- 1 * - promidžba (reklama i propaganda)
- 2 * - proizvodnja mjernih instrumenata
- 2 * - sudsko vještačenje za graditeljstvo

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

D004, 2015-09-04 08:35:40

Stranica: 1 od 2



REPUBLIKA HRVATSKA
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 Toma Morović, OIB: 30295434015
Zagreb, Stjepana Ljubića-Vojvode 16
- 1 - jedini osnivač d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 2 Emil Kirš, OIB: 21185415455
Zagreb, Ulica grada Mainza 33
- 2 - direktor
- 2 - zastupa pojedinačno i samostalno od 22.07.2015. godine

TEMELJNI KAPITAL:

- 1 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Izjava o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 28.11.2012. godine.
- 2 Odlukom člana društva od 22.07.2015. godine mijenja se čl. 4 Izjave o osnivanju d.o.o. od 28.11.2012. godine odredbe koje se odnose na predmet poslovanja društva.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	26.03.15	2014	01.01.14 - 31.12.14	GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU Tt	Datum	Naziv suda
0001 Tt-12/17466-6	21.12.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0002 Tt-15/22208-5	27.08.2015	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	31.03.2014	elektronički upis
eu /	26.03.2015	elektronički upis

U Zagrebu, 04. rujna 2015.

Ovlaštena osoba



2 ISPITNI ZADATAK

U sklopu građevinskih radova za sunčanu elektranu BOMARK PAK u Ludbregu u tlo će se zabijati tipski čelični profili na koje će se montirati solarni paneli.

Po narudžbi izvođača pilota (E.ON Solar d.o.o.) obavili smo 22 statička testa nosivosti 7 zabijenih profila na pet pozicija raspoređenih na lokaciji buduće sunčane elektrane. U nastavku iznosimo izvještaj o provedenom ispitivanju.

3 OPIS ISPITIVANJA

Prilikom odabira ispitnih režima i u ostalim detaljima provedbe ispitivanja i validiranja uvažene su smjernice relevantnih normi (HRN EN ISO 22477-1, ASTM D3966/D3966M-07(2013) i ASTM D3689-90(1995)) te upute projektanta konstrukcije.

Mjerenja svih elektroničkih instrumenata kontinuirano su snimana frekvencijom 2 uzorka/s preko višekanalnog 24-bitnog A/D pretvarača na računalo uz istovremeni prikaz na zaslonu prijenosnog računala u realnom vremenu.

4 OPREMA ZA ISPITIVANJE

Za ostvarivanje sile korištena je mala hidraulična preša kapaciteta 40 kN hoda 100 mm, te visokotlačna pumpa kapaciteta 300 bar.

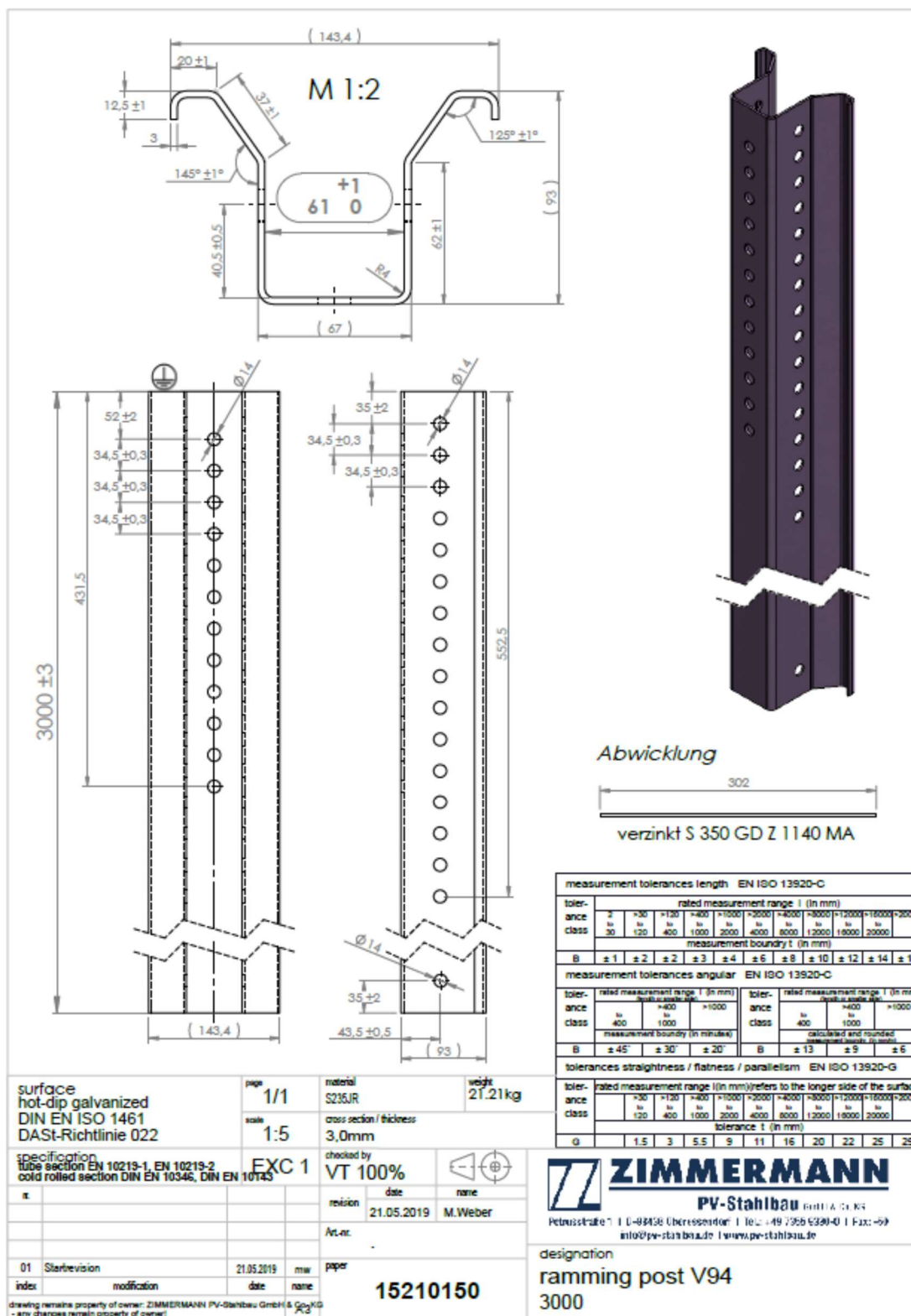
Za mjerenje sile korištene su tlačne ćelije "S" izvedbe kapaciteta 15 kN i 20 kN te pripadajući indikator sile TEAC TD 01.

Pomake profila mjerili smo el. pretvornicima NOVOTECHNIK TEX 150, hoda 150 mm, rezolucije <0,001 mm montiranim na geodetskim stativima.

5 TLOCRTNA DISPOZICIJA ISPITNIH MJESTA



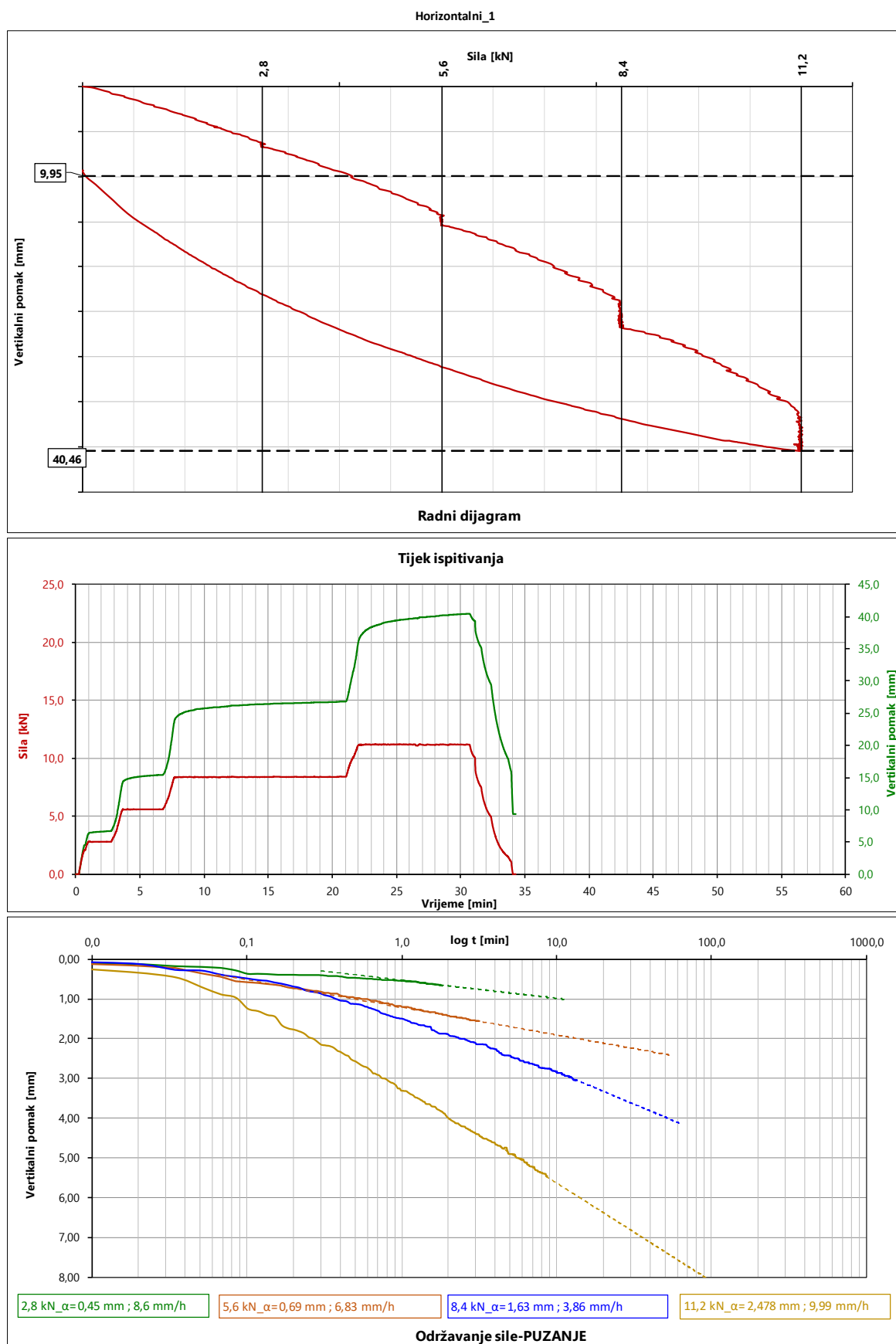
6 TIPSKI PROFIL ZA ZABIJANJE U TLO

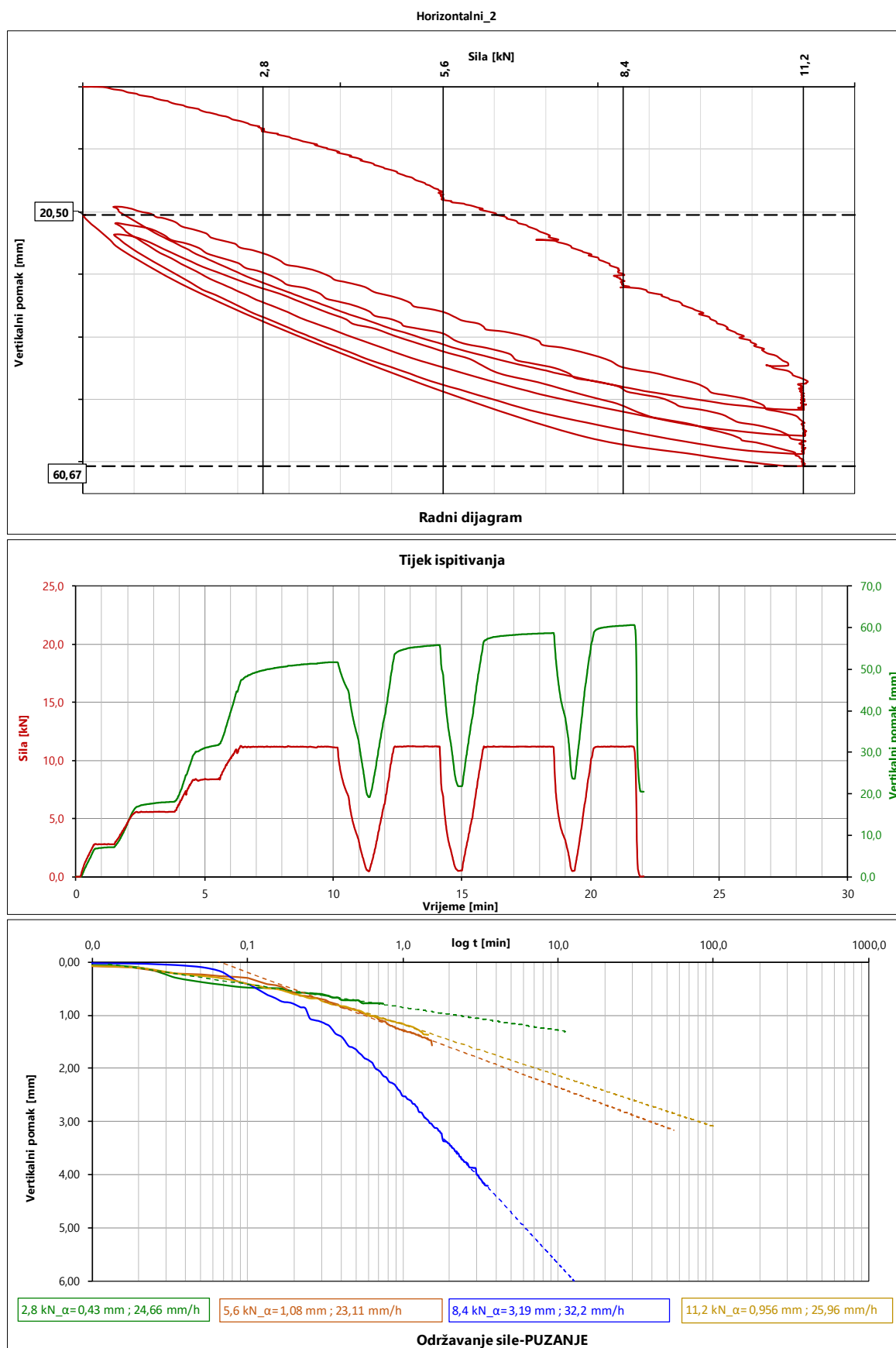


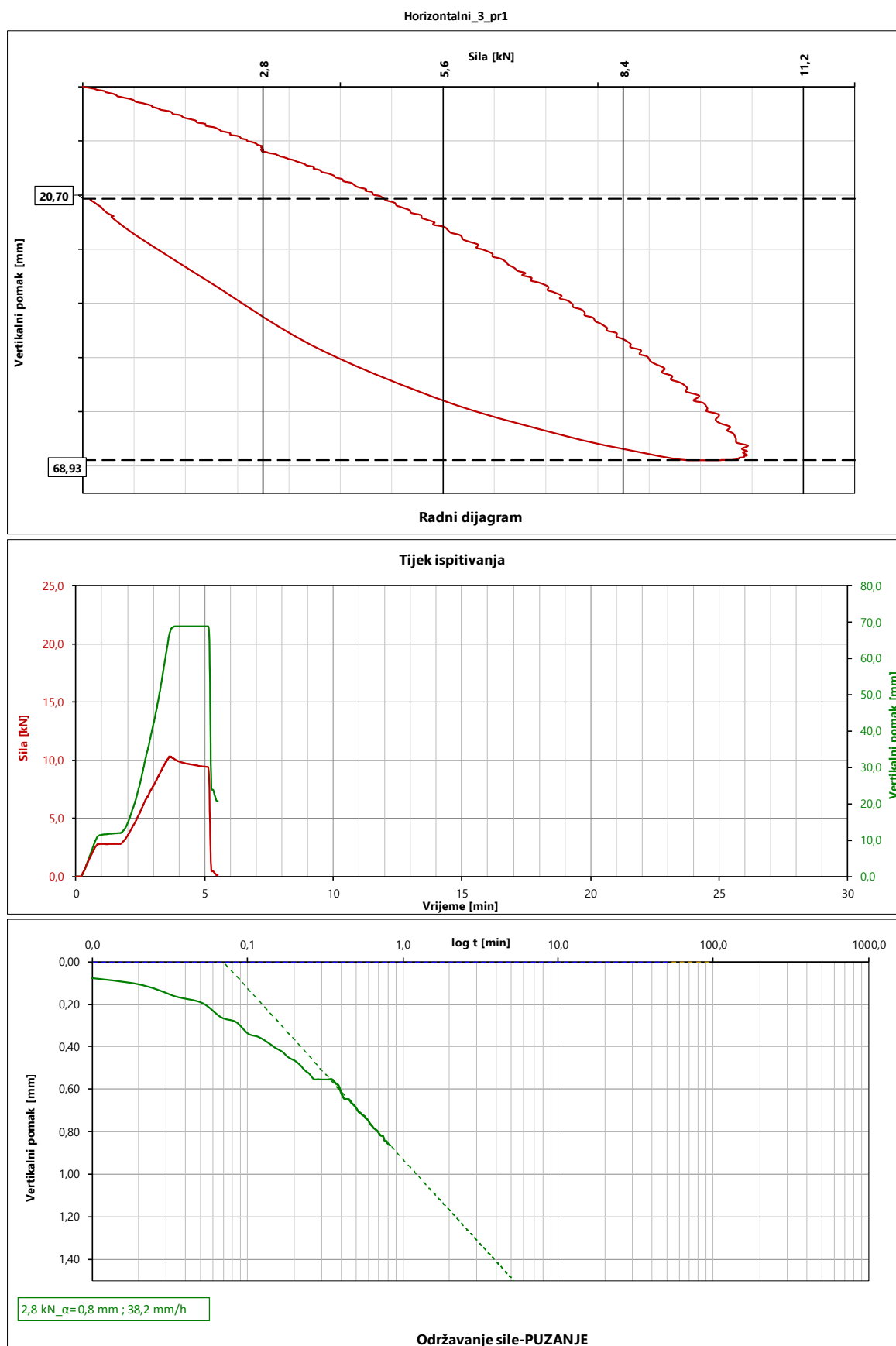
7 REZULTATI MJERENJA

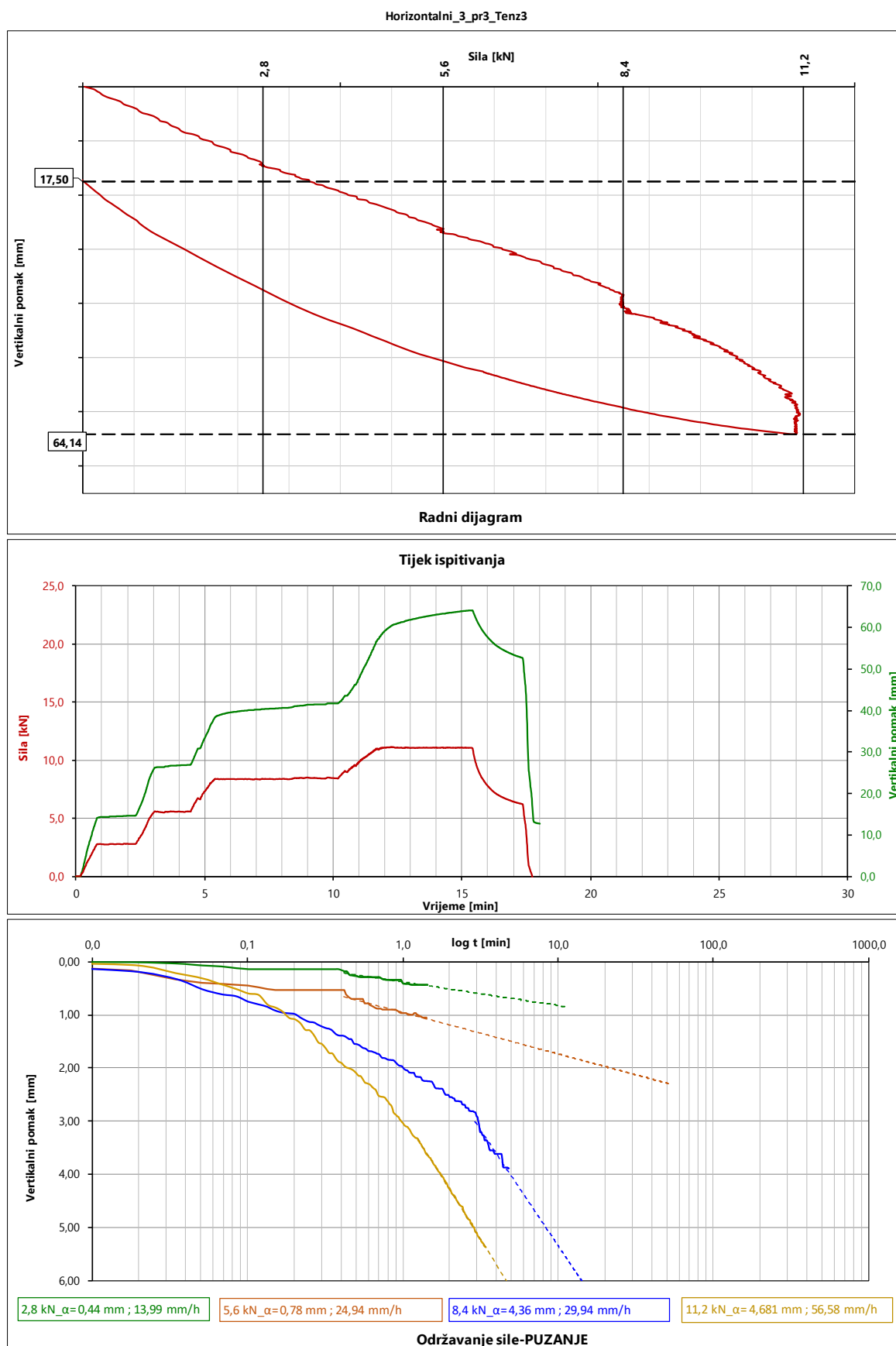
7.1 DIJAGRAMI SILE I POMAKA

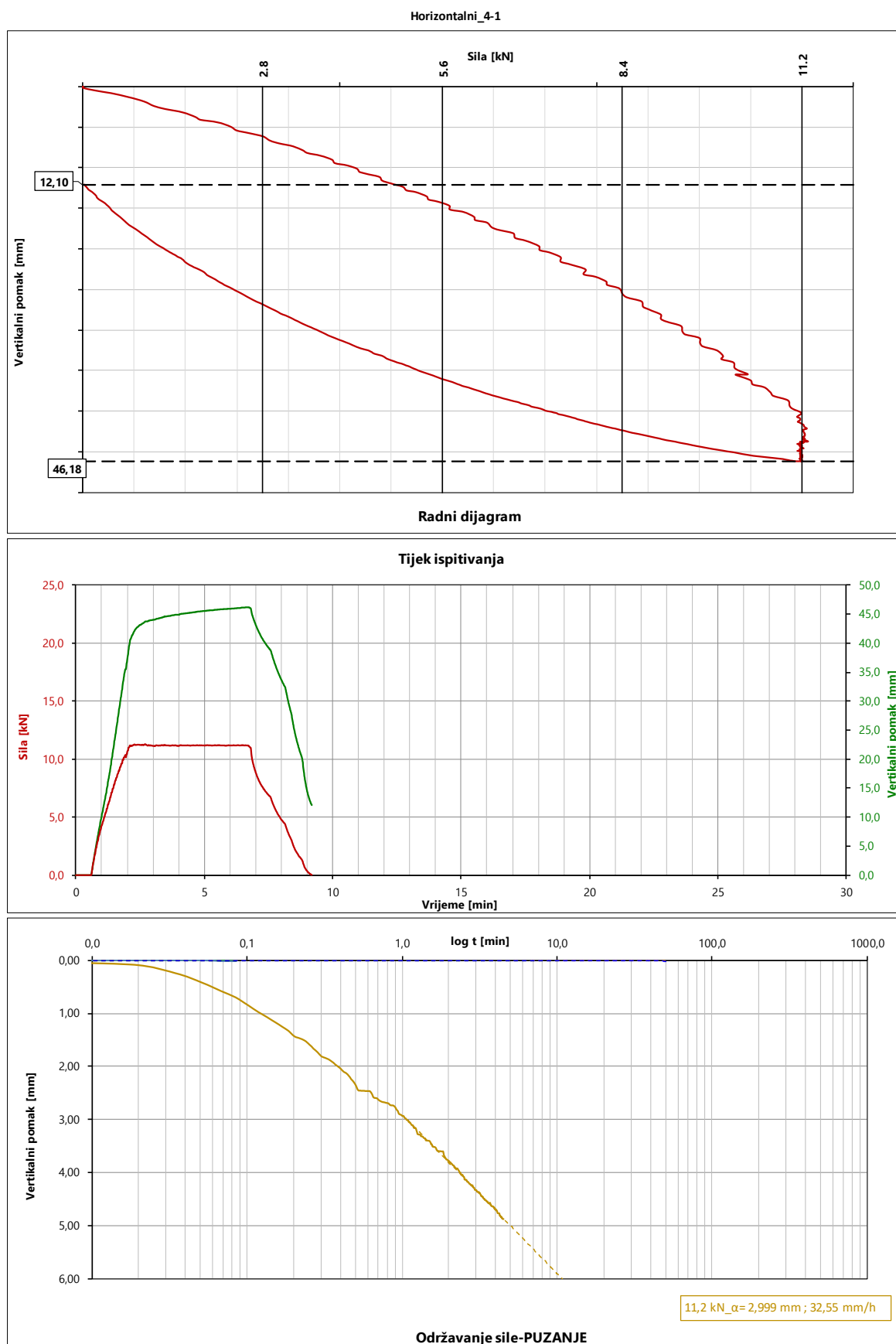
7.1.1 HORIZONTALNA SILA

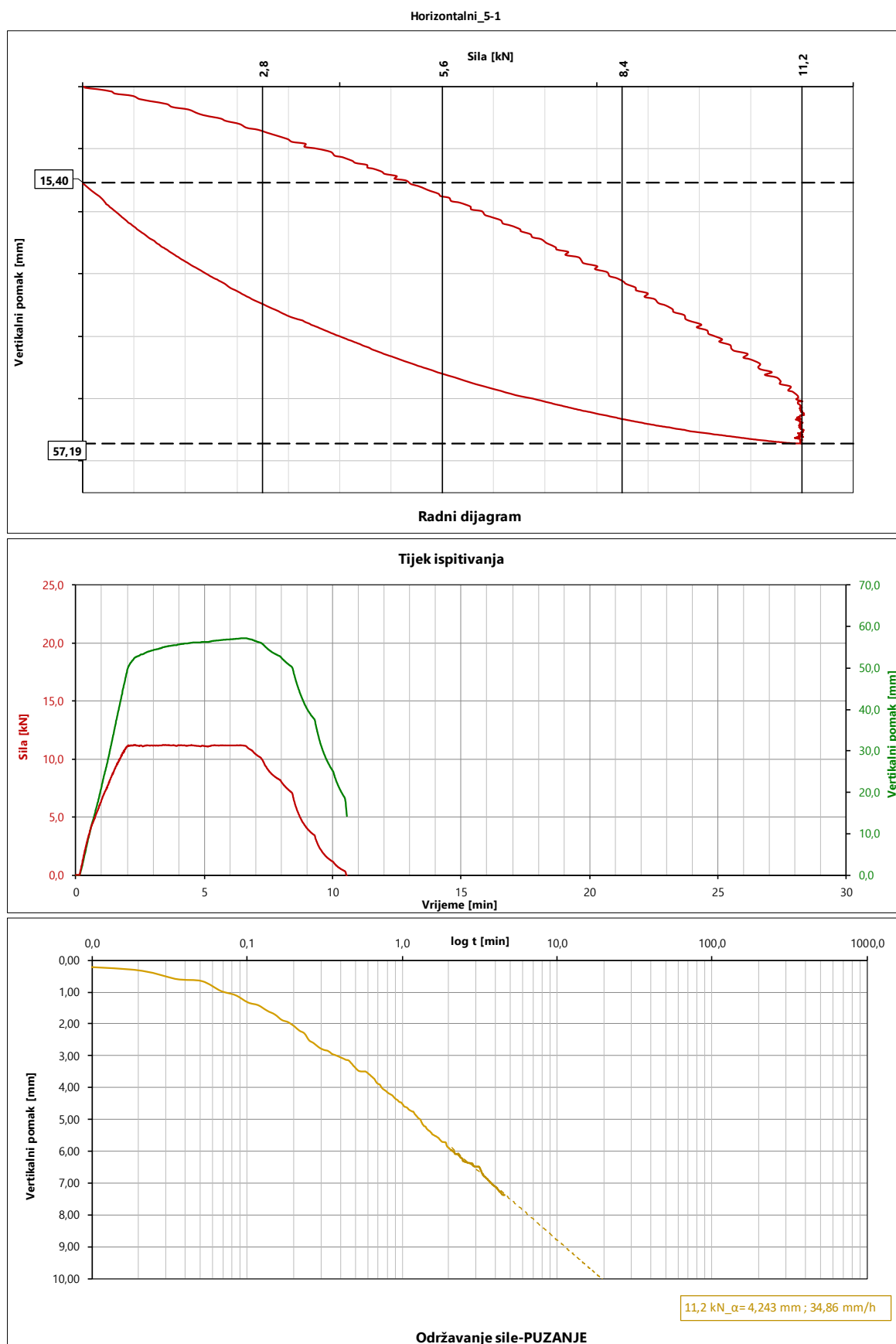


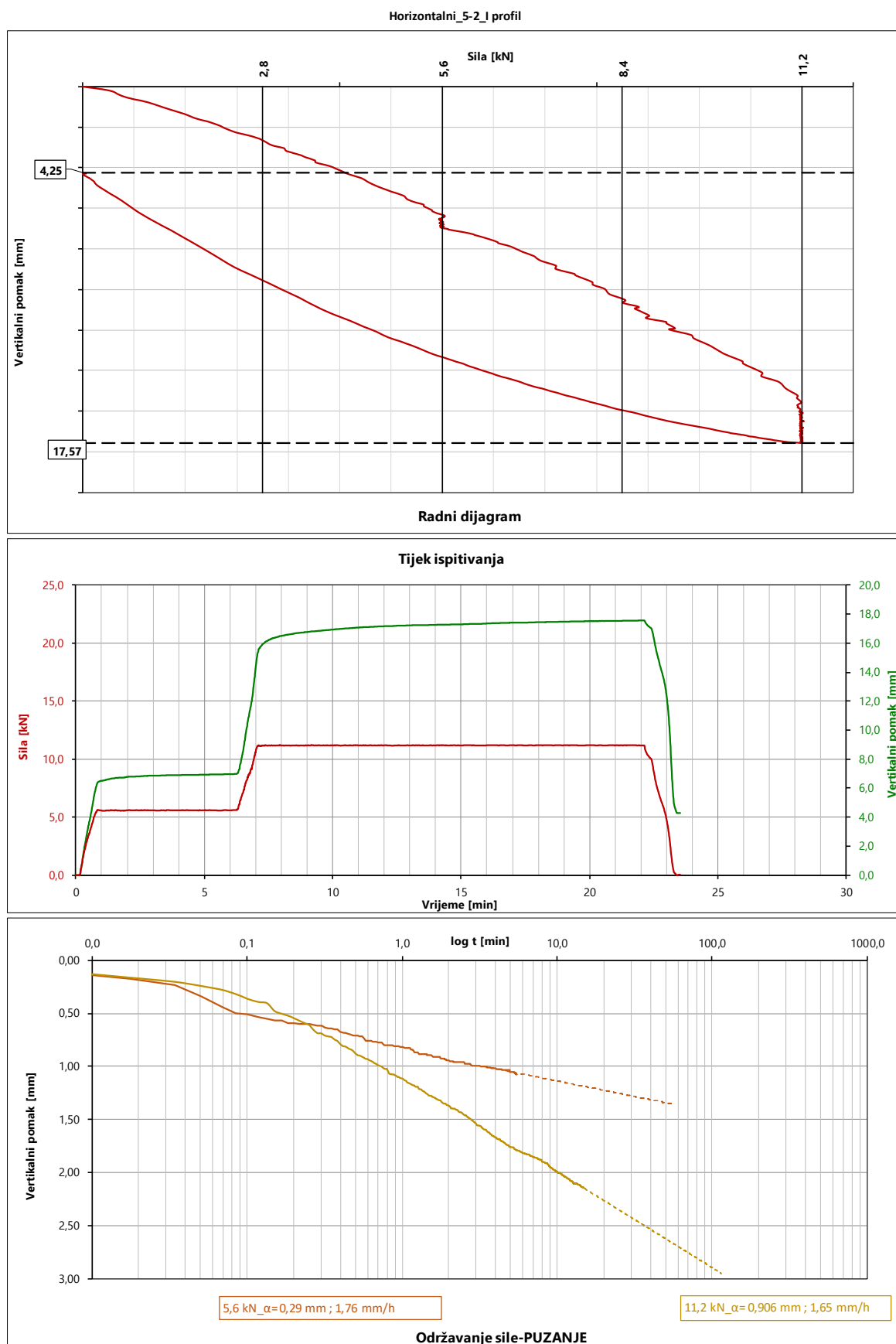




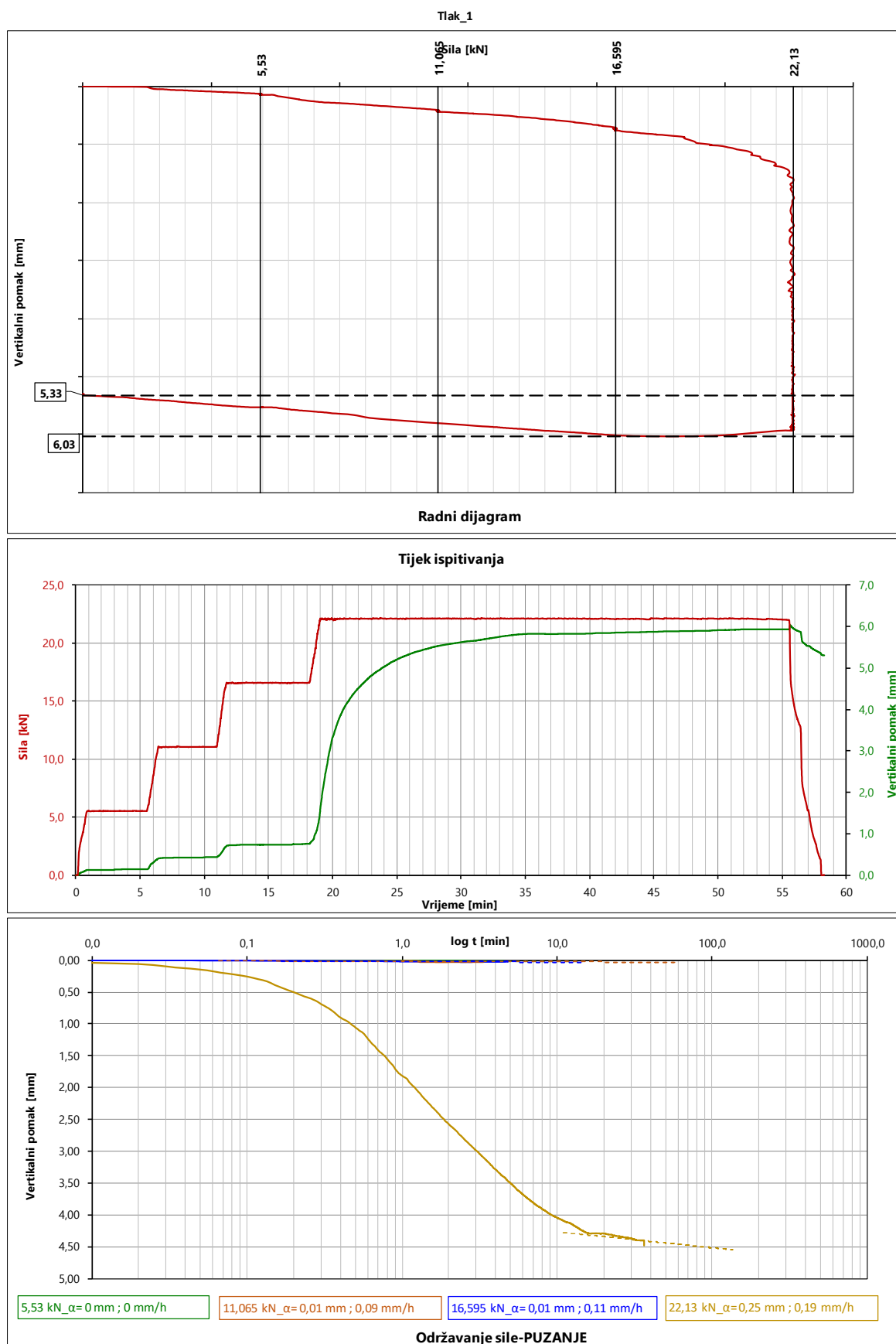


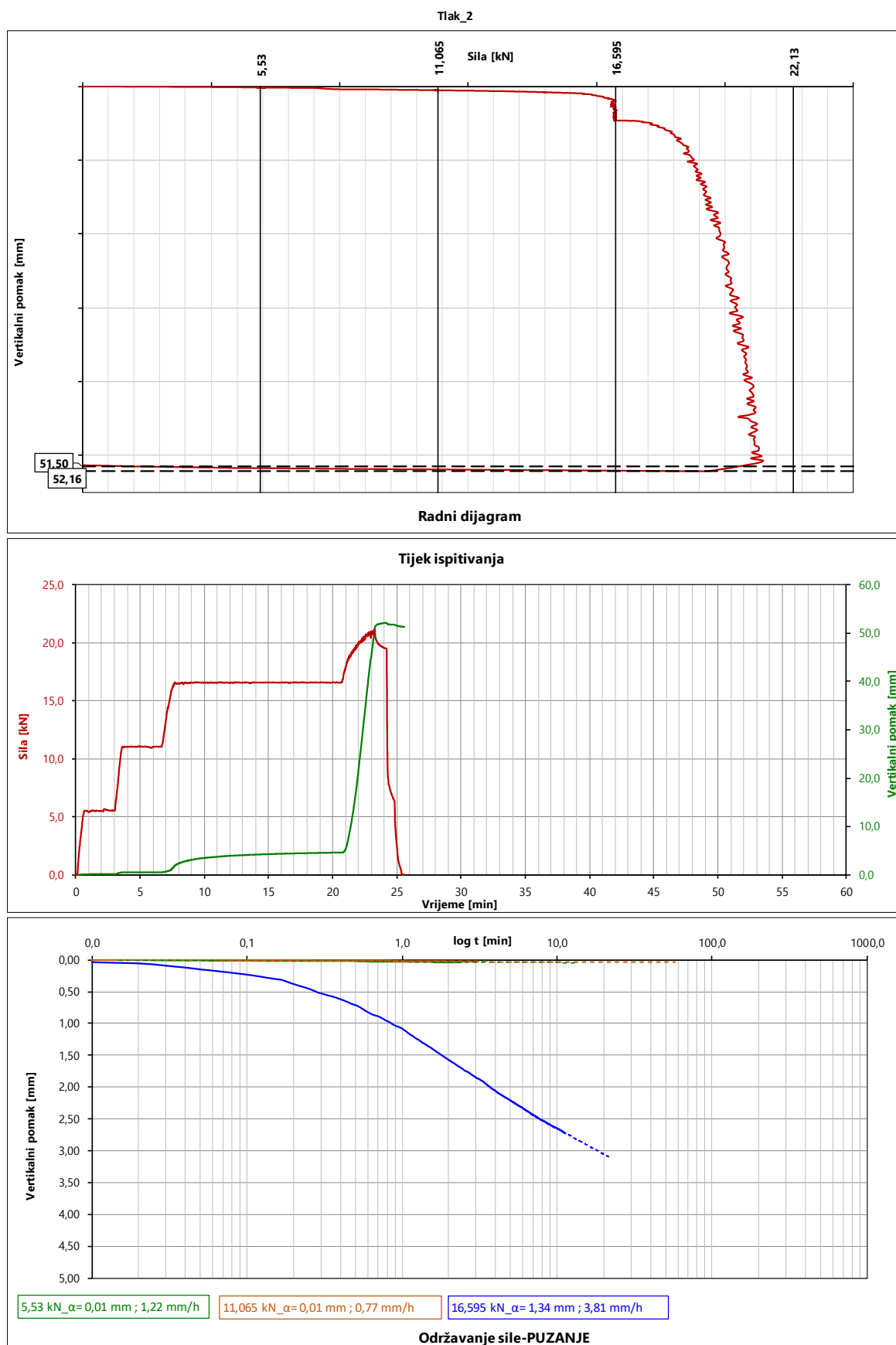


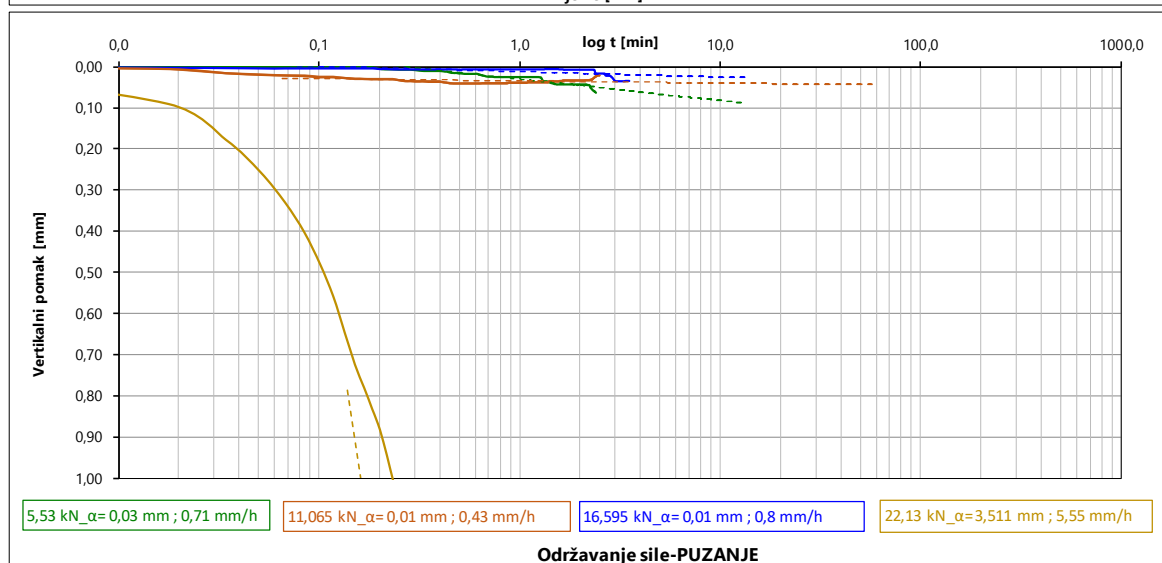
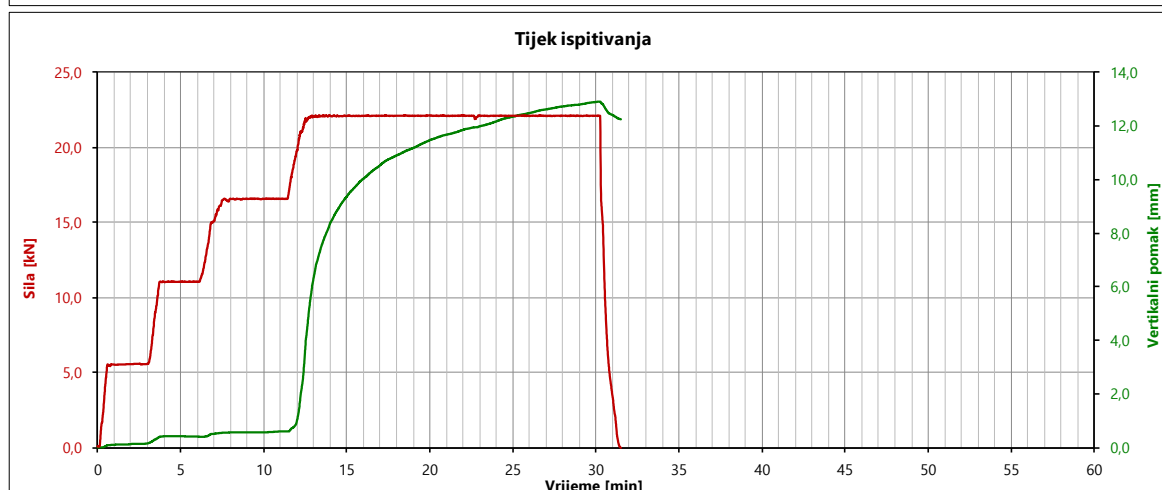
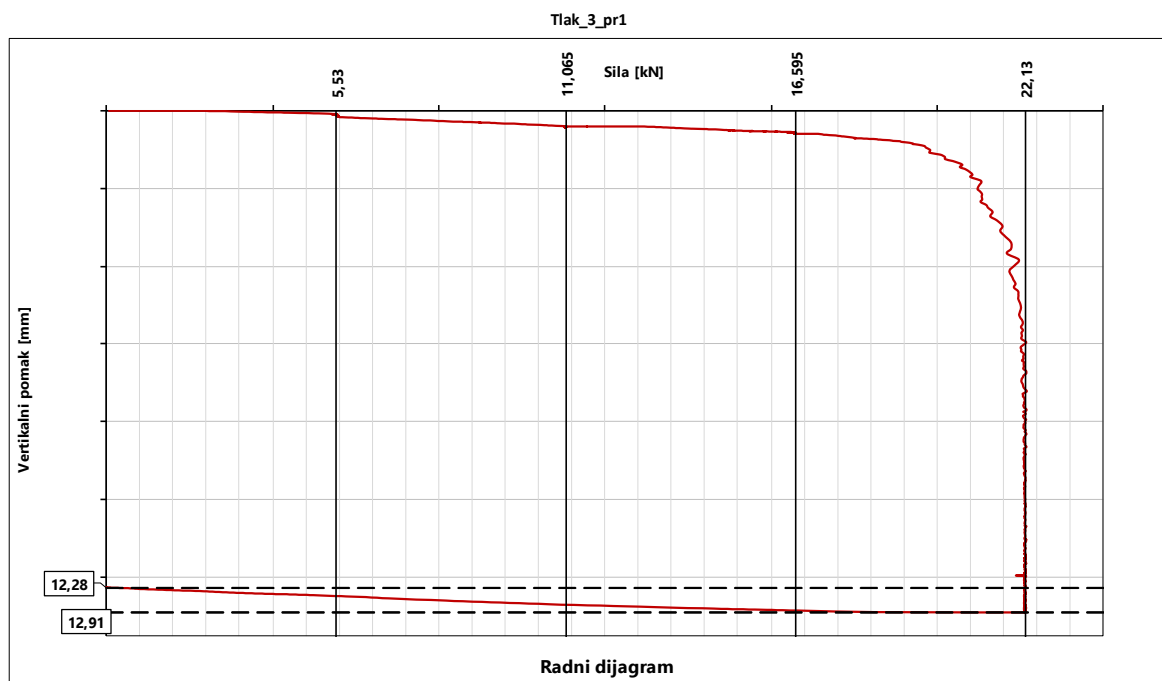


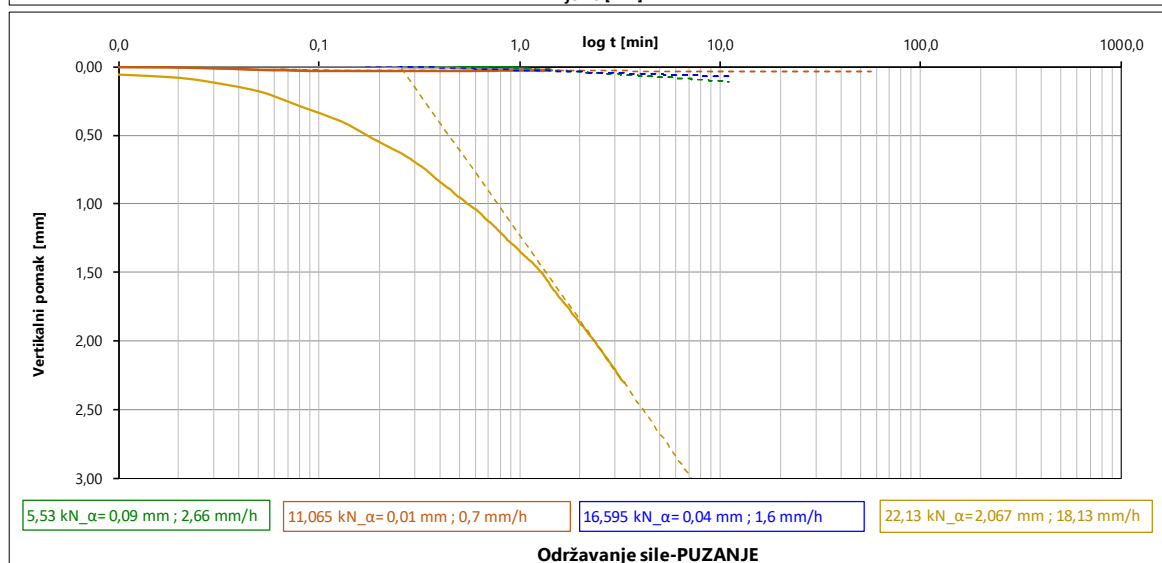
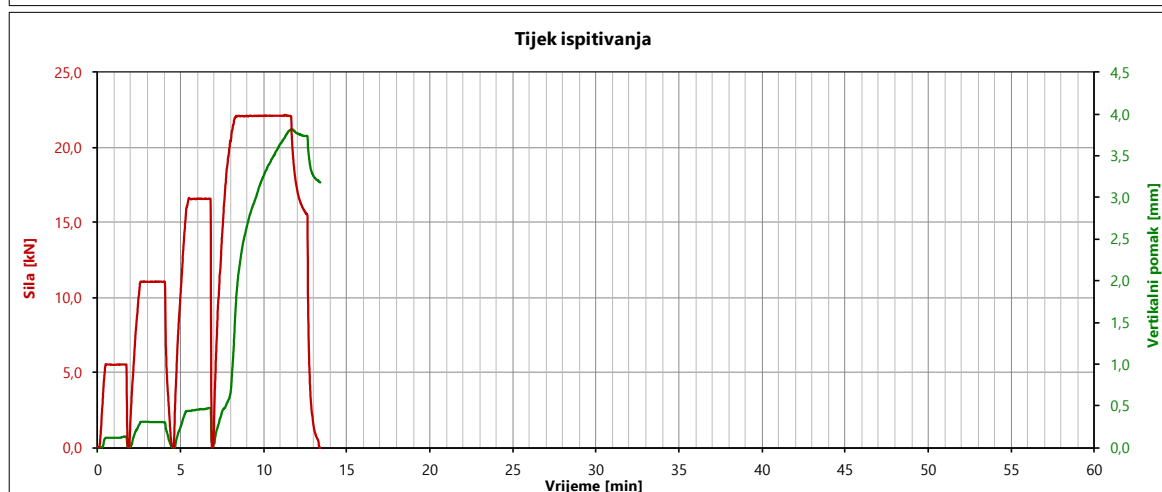
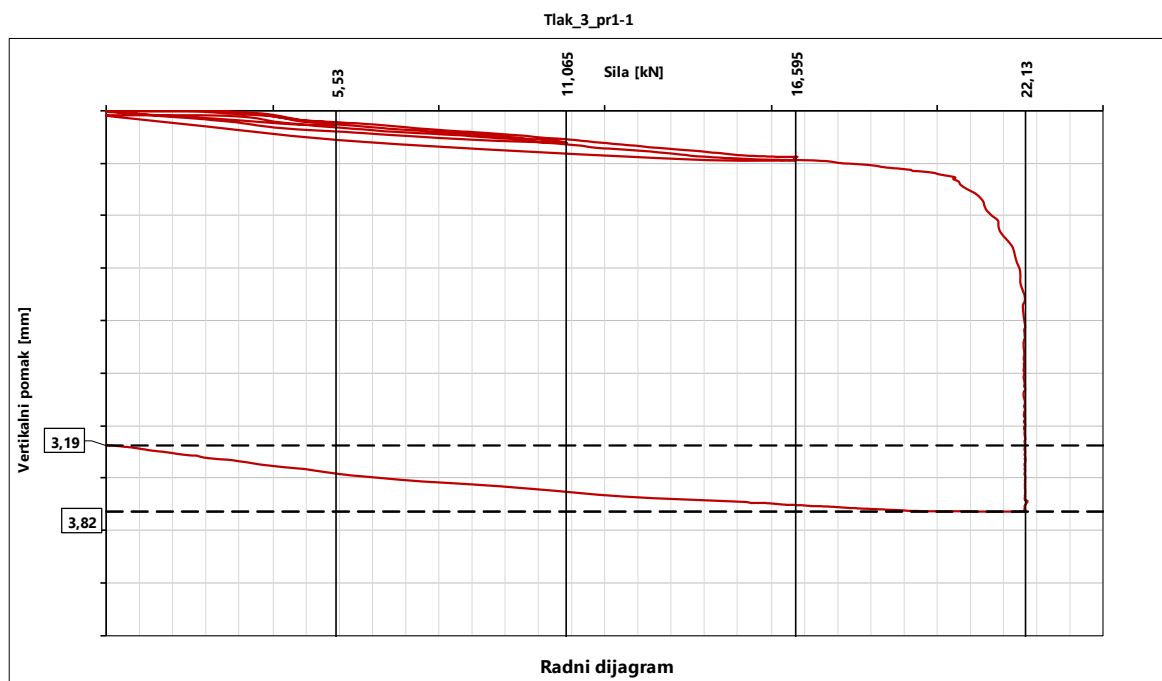


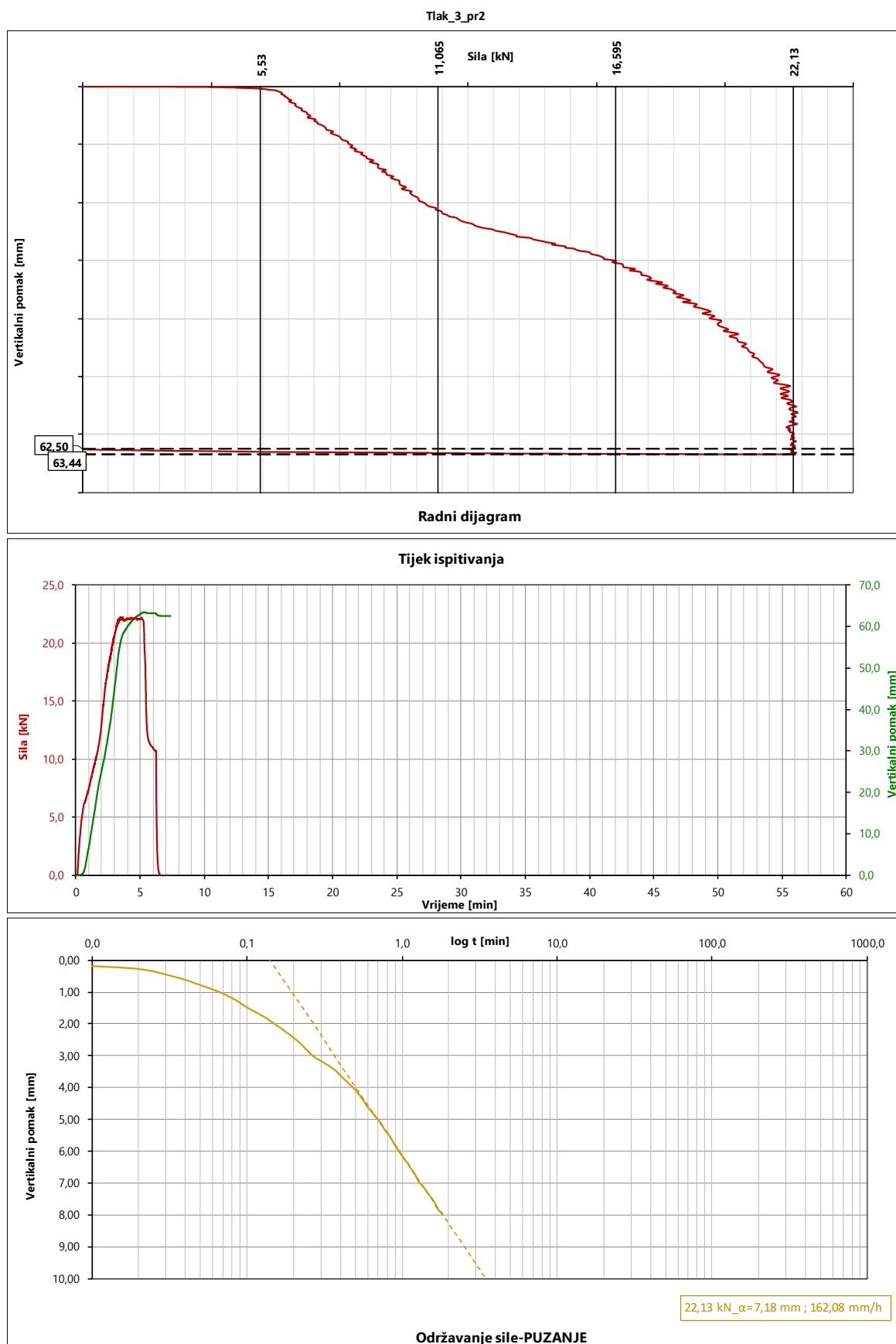
7.1.2 TLAK

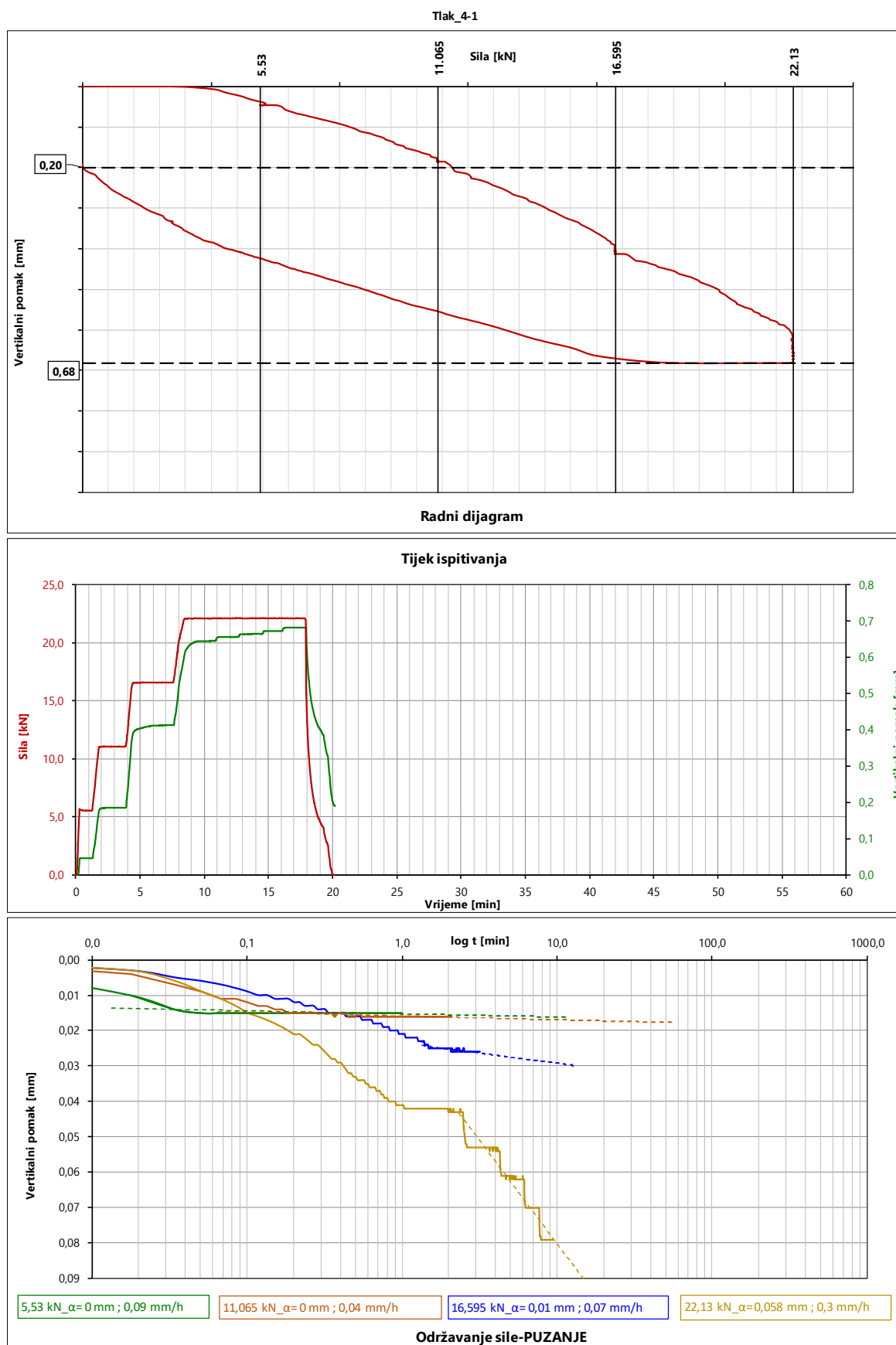


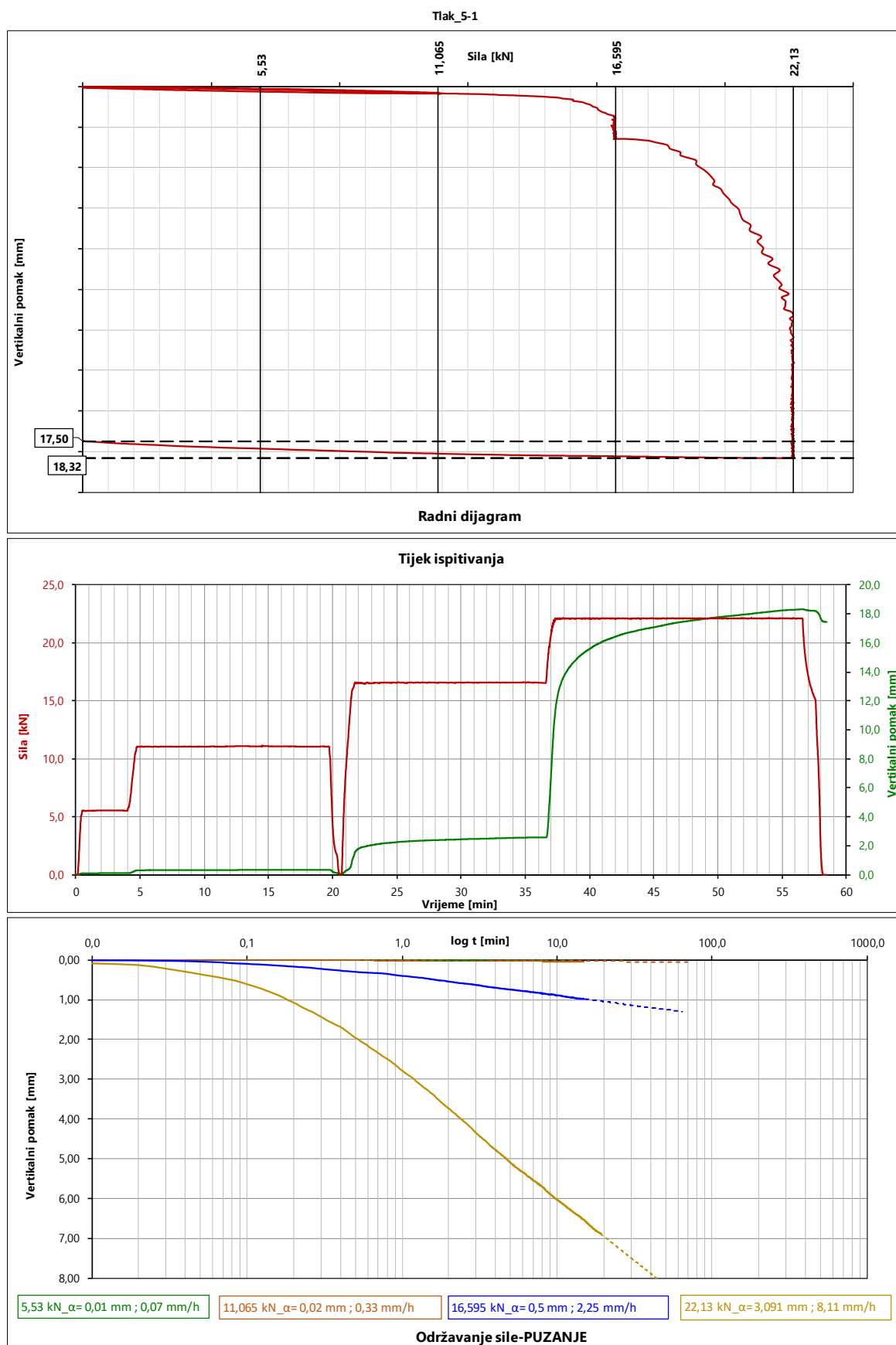


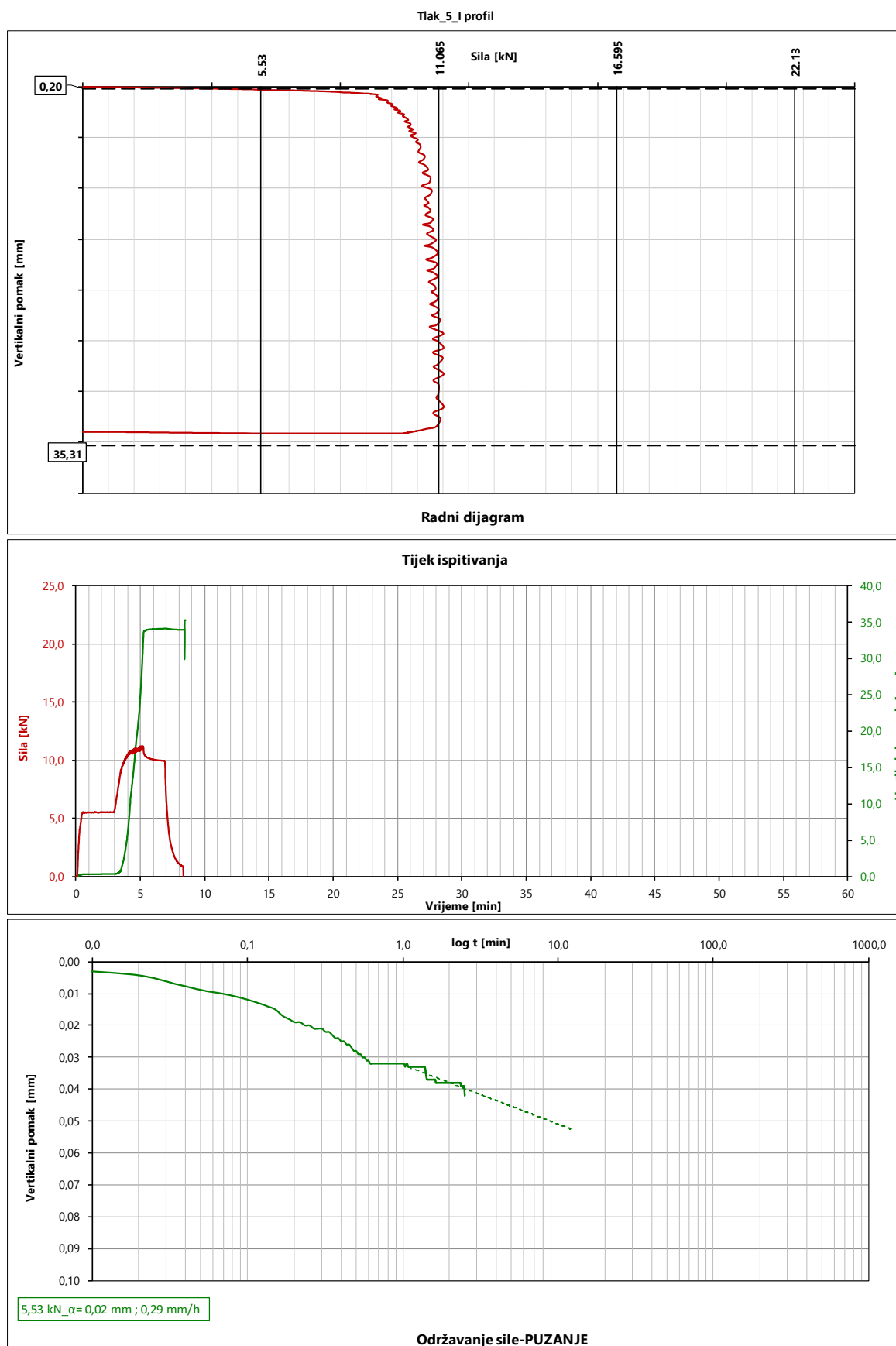




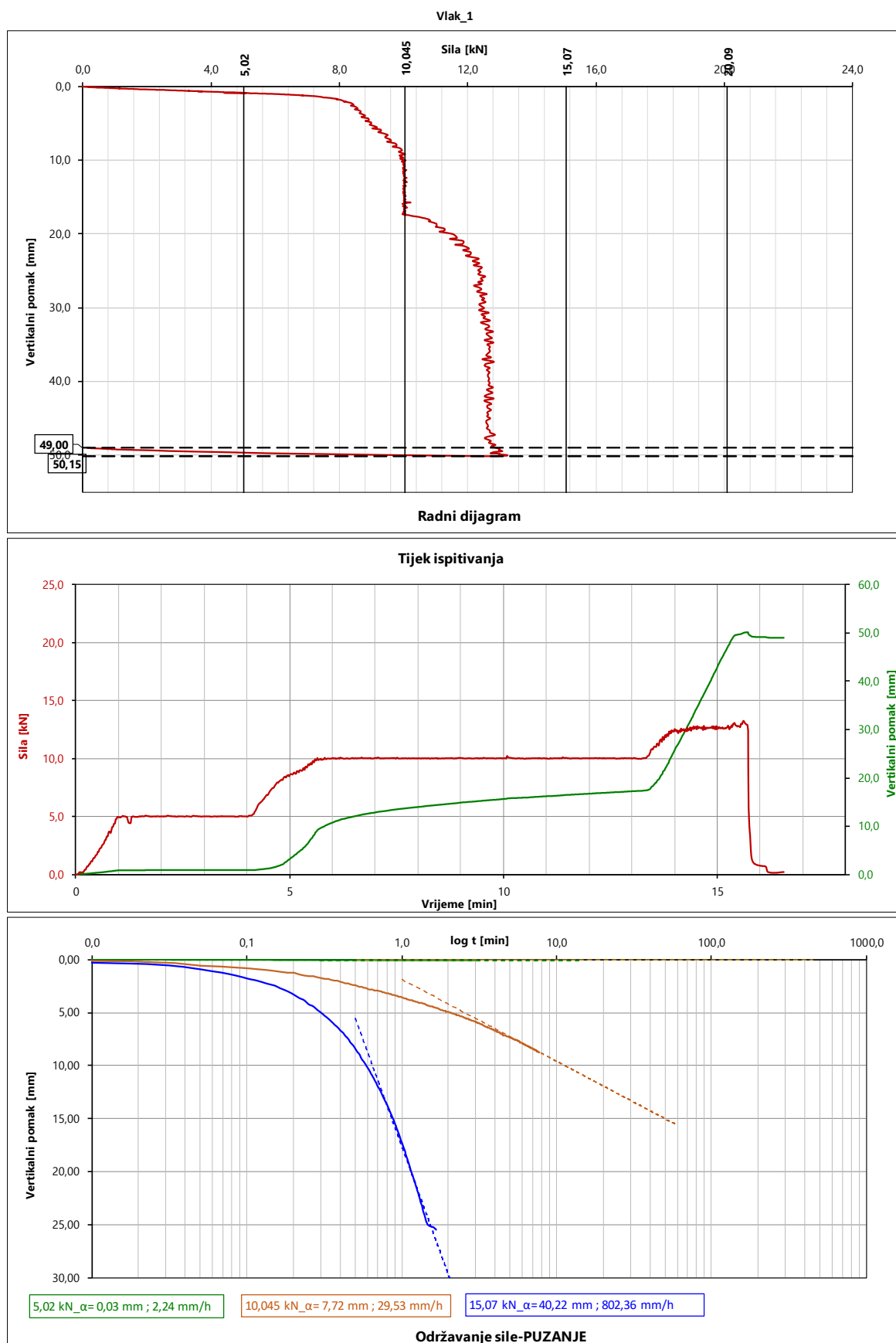


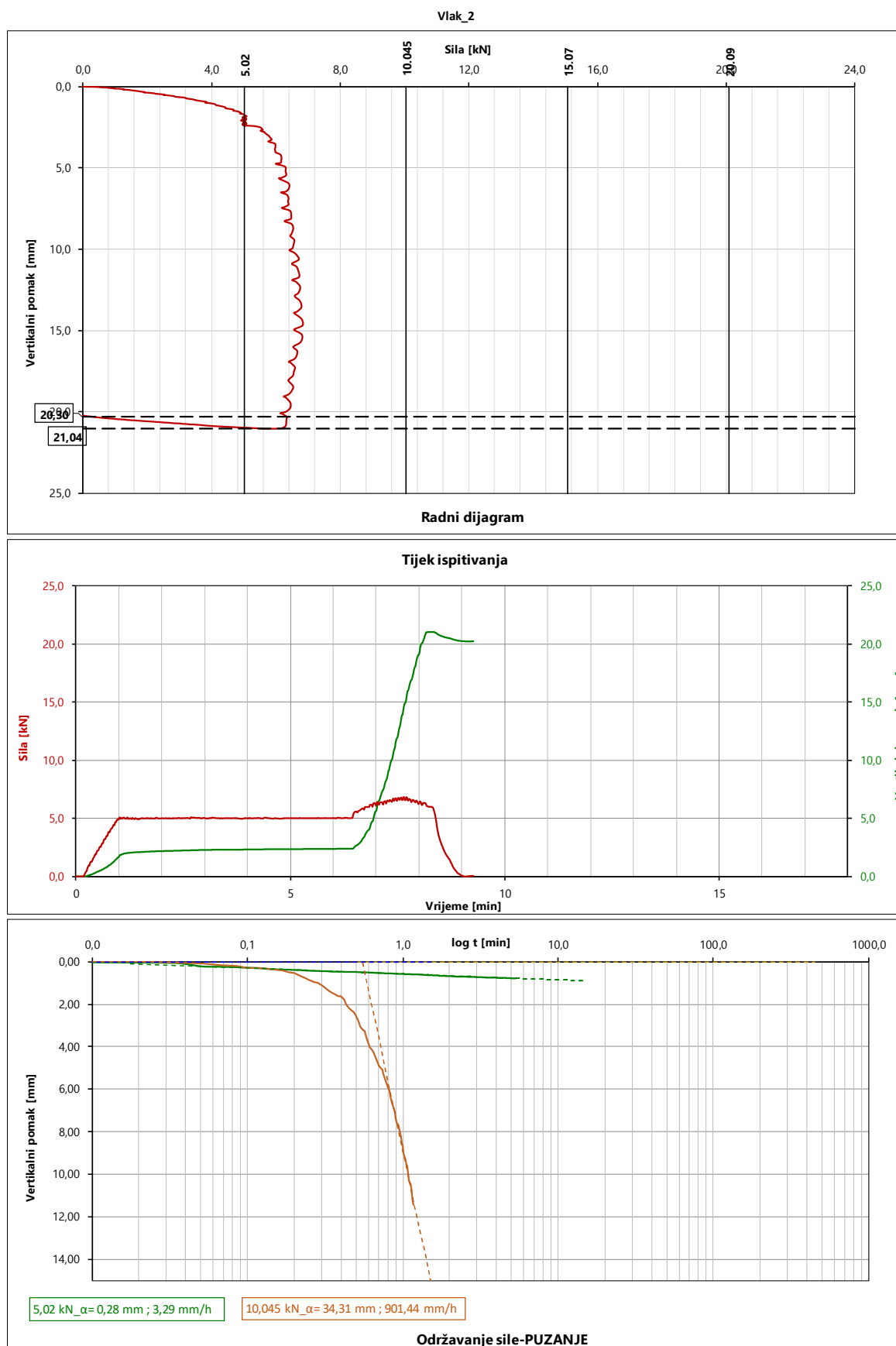


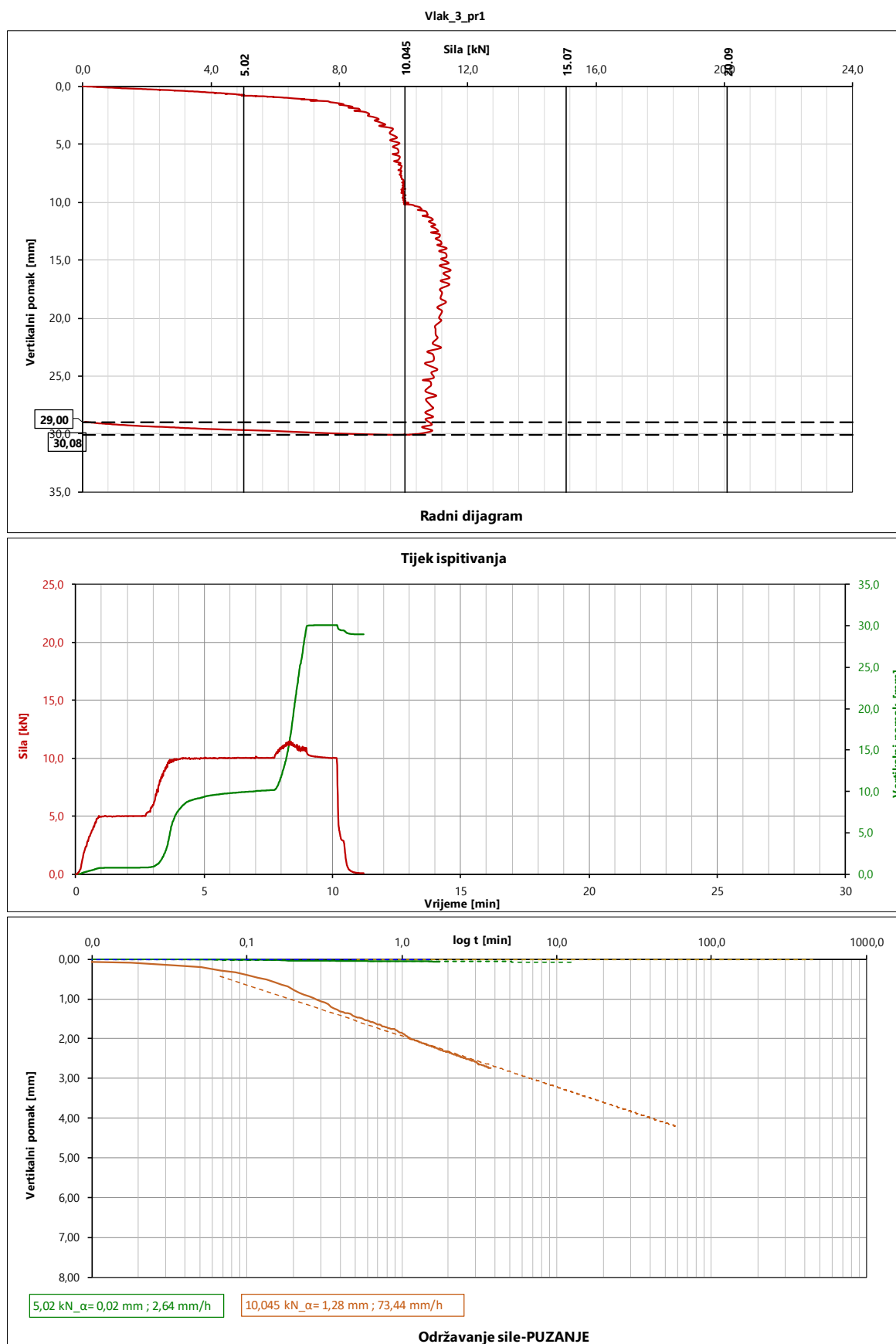


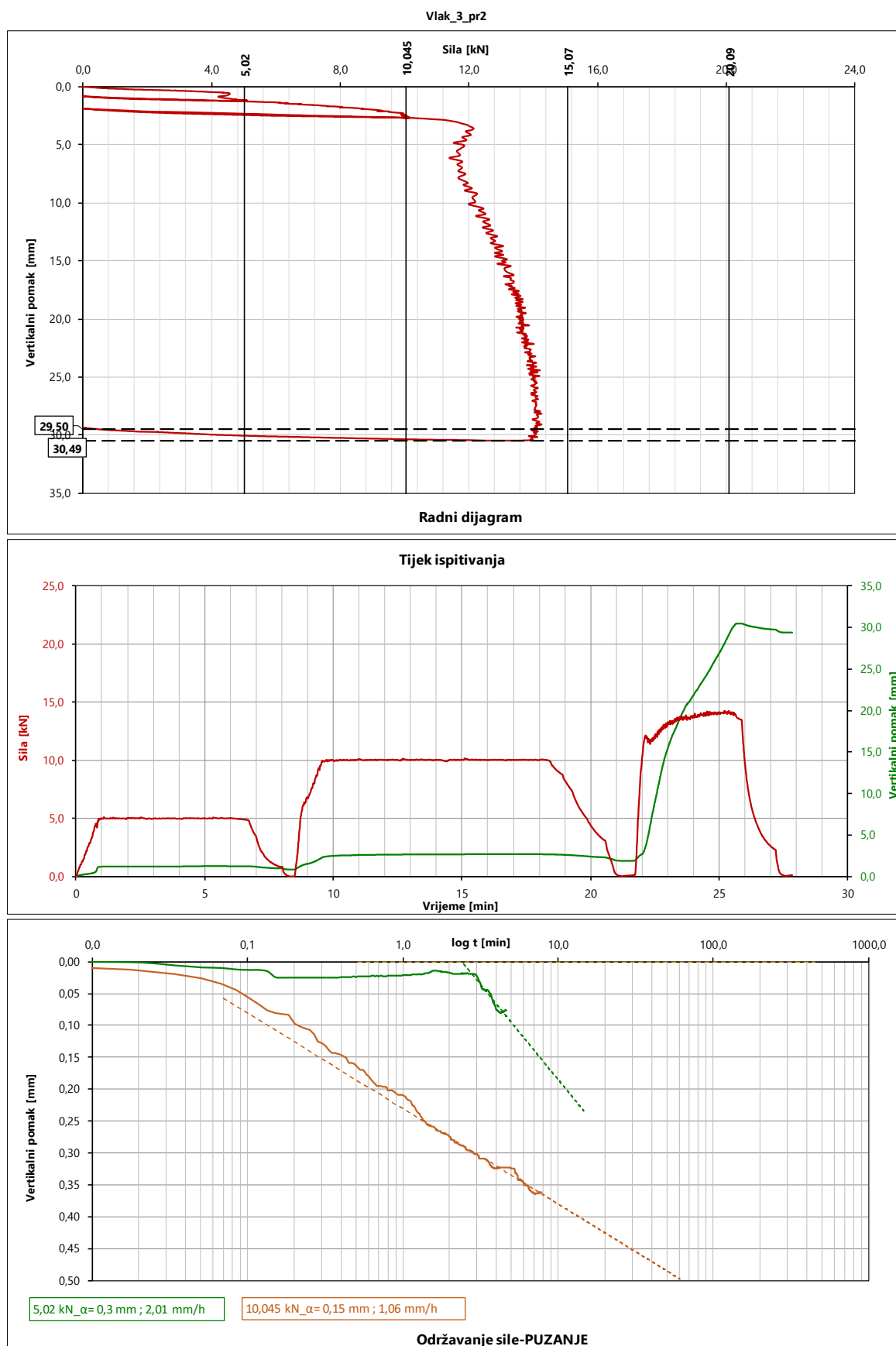


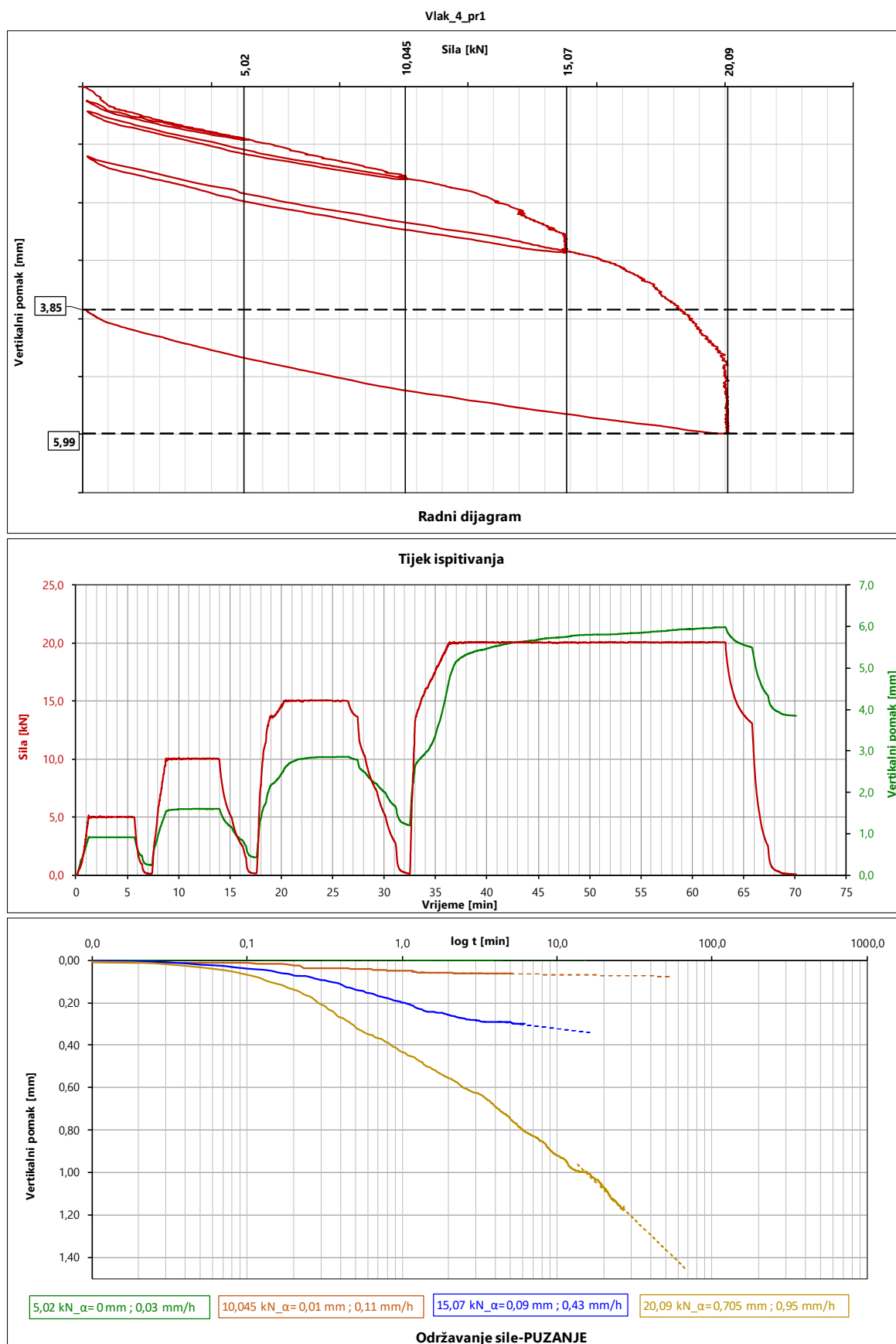
7.1.3 VLAK

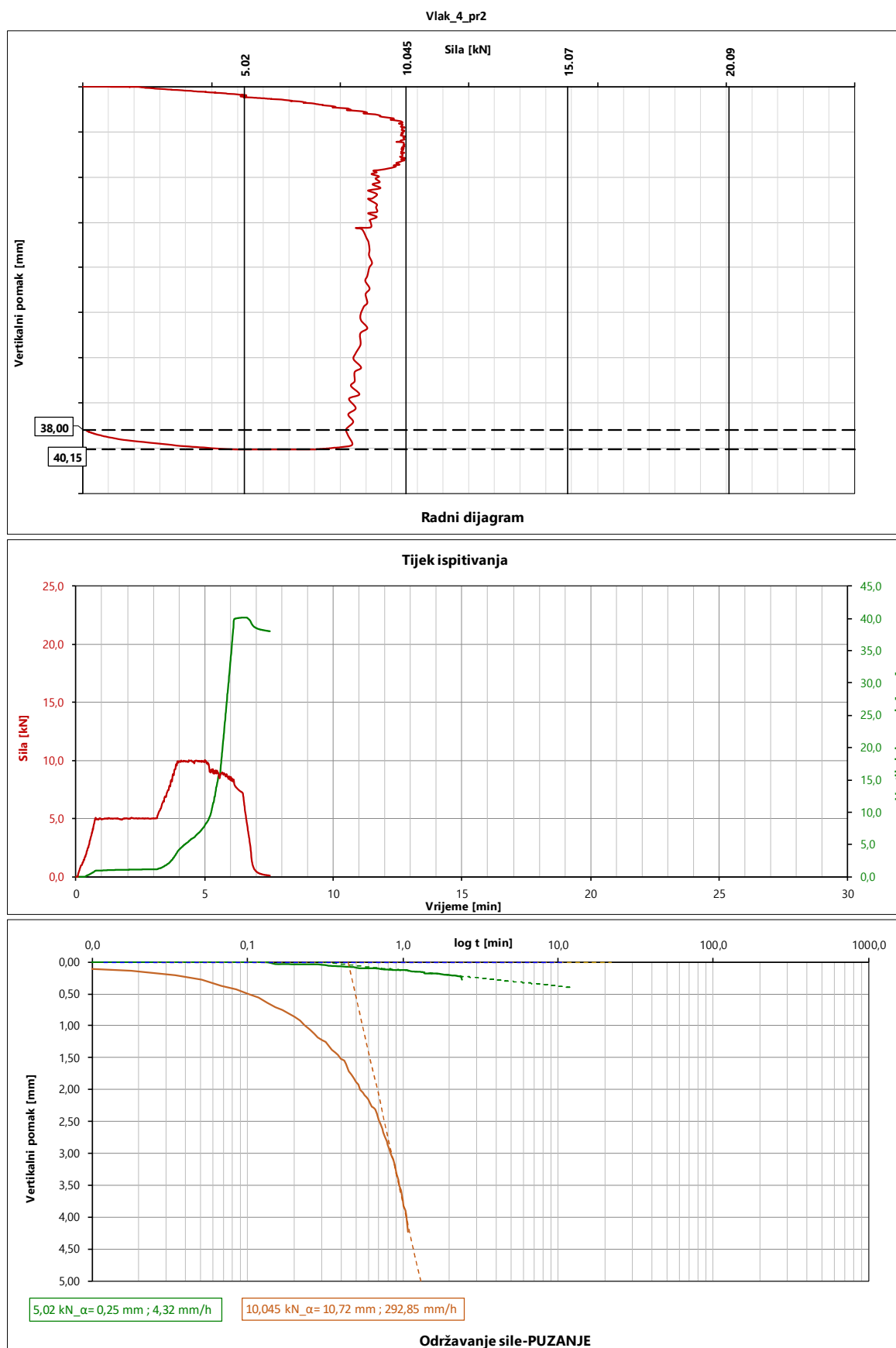


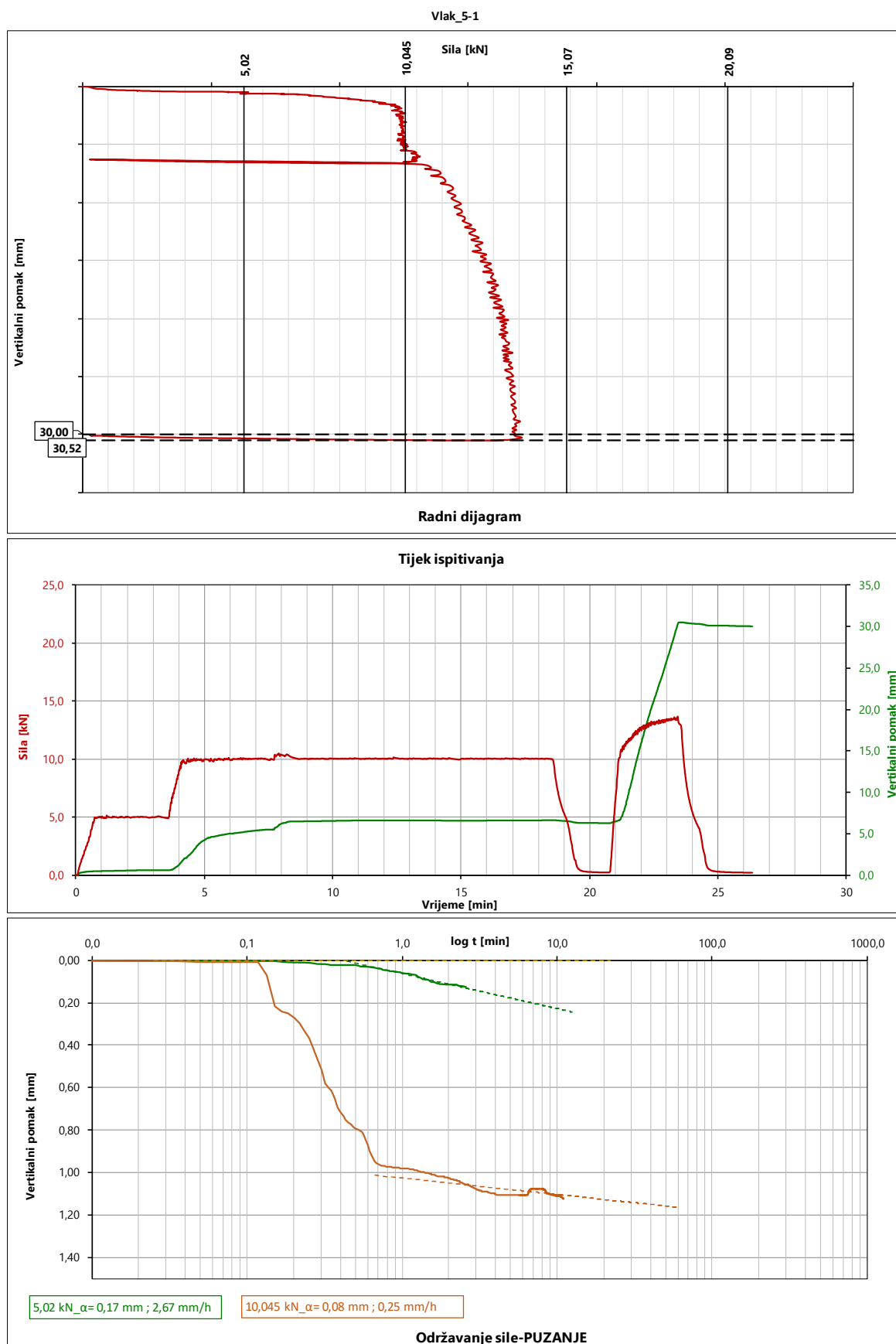












7.2 TABLIČNI PREGLED REZULTATA

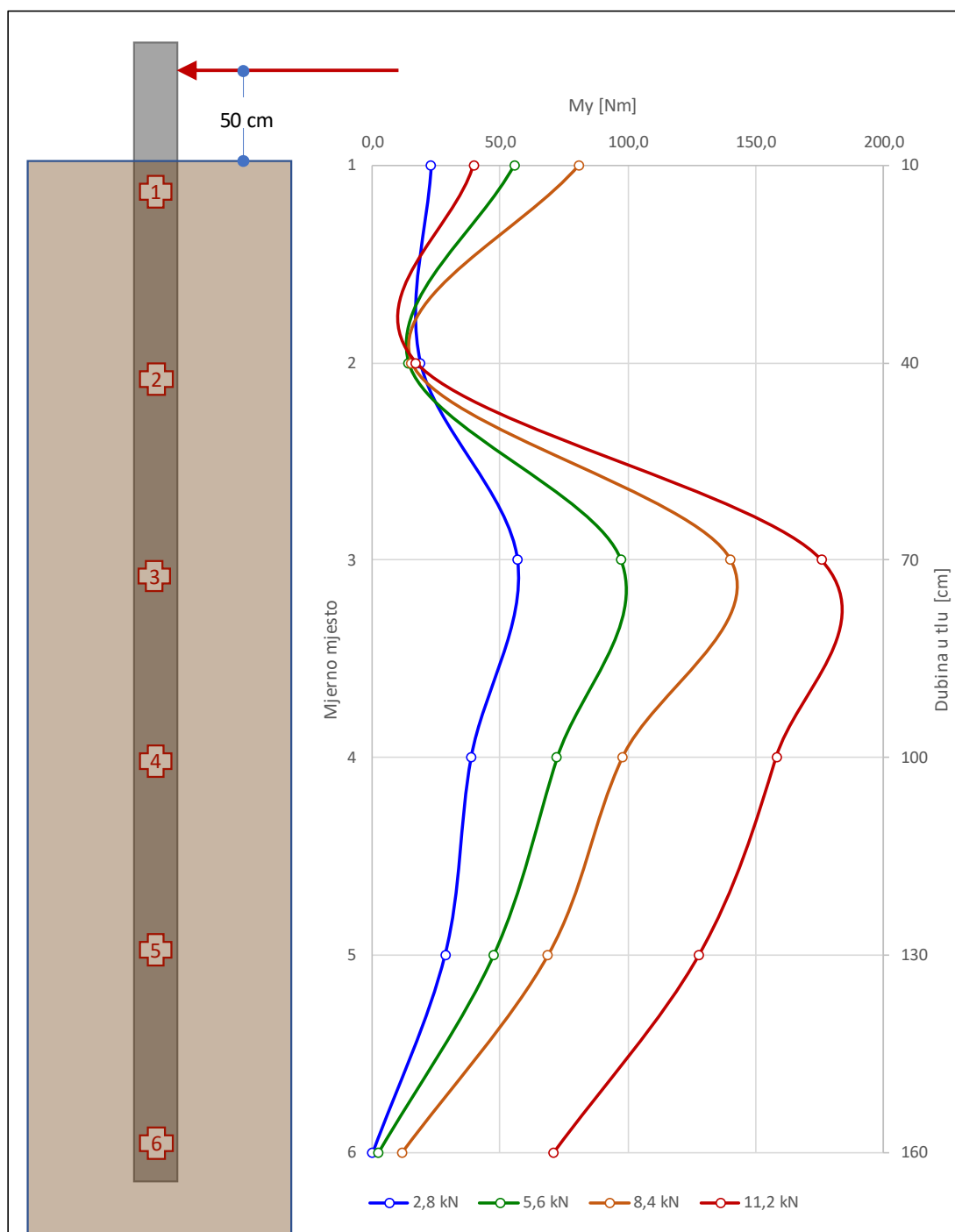
Tip testa	Pozicija	Duljina profila cm	Zabijena duljina cm	Kota hvatišta sile (tlo=0) cm	Kota mjerenja pomaka cm	Ispitna sila kN	Ukupna deformacija mm	Trajna deformacija mm	Završna stopa puzanja, α mm	Napomena
horizontalni	1	230	165	50	50	11,2	40,46	9,95	2,48	
horiz/ciklički	2	230	165	50	50	11,2	60,67	20,50	0,96	
horizontalni	3-1	270	205	50	50	11,2	68,93	20,70	0,80	
horizontalni s tenz.	3-3	230	165	50	50	11,2	64,14	17,50	4,68	
horizontalni	4-1	270	205	50	50	11,2	46,18	12,10	3,00	
horizontalni	5-1	270	205	50	50	11,2	27,19	15,40	4,24	
horizontalni-I profil	5-2_i	300	250	50	50	11,2	17,57	4,25	0,82	
tlačni	1	230	165	10	45	22,13	6,03	5,33	0,25	zadovoljio
tlačni	2	230	165	10	45	22,13	52,16	51,50	1,34	popustio nakon 16,6 kN
tlačni	3-1	270	205	10	45	22,13	12,91	12,28	3,51	popustio nakon 16,6 kN
tlačni-ciklički	3-1	270	205	10	45	22,13	3,82	3,19	2,07	popustio nakon 16,6 kN
tlačni	3-2	270	245	5	25	22,13	63,44	62,50	7,18	popustio
tlačni	4-1	270	205	10	45	22,13	0,68	0,20	0,06	zadovoljio
tlačni	5-1	270	205	10	45	22,13	18,32	17,50	3,09	popustio nakon 16,6 kN
tlačni	5-2_i	300	250	50	50	22,13	35,31	0,20	0,02	popustio nakon 5,5 kN
vlačni	1	230	165	5	60	20,09	50,15	49,00	7,72	popustio nakon 5,02 kN
vlačni	2	230	165	5	60	20,09	21,04	20,30	34,31	popustio nakon 5,02 kN
vlačni	3-1	270	205	5	60	20,09	30,08	29,00	1,28	popustio nakon 10,05 kN
vlačni	3-2	270	245	5	60	20,09	30,49	29,50	0,15	popustio nakon 10,05 kN
vlačni	4-1	270	205	5	60	20,09	5,99	3,90	0,71	zadovoljio
vlačni	4-2_p	270	150	5	60	20,09	40,15	38,00	10,72	popustio nakon 5,02 kN
vlačni	5-1	270	205	5	60	20,09	30,52	30,00	0,08	popustio nakon 10,05 kN

7.3 MJERENJE MOMENATA SAVIJANJA KOD ISPITIVANJA HORIZONTALNOM SILOM

ε mm/mm	OD VRHA: [cm]	85	103	131	159	187	215
		1	2	3	4	5	6
	0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
	2,8	4,87E-06	3,97E-06	1,21E-05	8,19E-06	6,03E-06	0,00E+00
	5,6	1,18E-05	2,96E-06	2,06E-05	1,53E-05	1,01E-05	5,03E-07
	8,4	1,71E-05	3,27E-06	2,96E-05	2,07E-05	1,46E-05	2,51E-06
	11,2	8,39E-06	3,62E-06	3,72E-05	3,35E-05	2,71E-05	1,51E-05
	0	-1,95E-05	8,19E-06	1,01E-06	-2,34E-05	7,04E-06	1,31E-05

E= 210000		N/mm ²		I _y = 1,05E+06 mm ⁴		W _y = 2,25E+04	
σ N/mm ²	OD VRHA: [cm]	85	103	131	159	187	215
		1	2	3	4	5	6
	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2,8	1,0	0,8	2,5	1,7	1,3	0,0
	5,6	2,5	0,6	4,3	3,2	2,1	0,1
	8,4	3,6	0,7	6,2	4,3	3,1	0,5
	11,2	1,8	0,8	7,8	7,0	5,7	3,2
	0	-4,1	1,7	0,2	-4,9	1,5	2,7

$\sigma = \epsilon \times E$ $\sigma = M / W_y$	My Nm	OD TLA:	10	40	70	100	130	160
			1	2	3	4	5	6
		0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		2,8 kN	23,0	18,7	56,9	38,7	28,5	0,0
		5,6 kN	55,5	14,0	97,2	72,3	47,4	2,4
		8,4 kN	80,9	15,4	139,9	97,7	68,8	11,9
		11,2 kN	39,6	17,1	175,7	158,2	128,0	71,1
		0	-92,0	38,7	4,7	-110,3	33,2	61,7



8 INTERPRETACIJA REZULTATA-ZAKLJUČAK

Ispitivanje je u potpunosti uspješno i prikupljeni su kvalitetni podaci.

Osnovni pokazatelj sposobnosti nosivog elementa u tlu da dugoročno preuzme projektirane sile je mjera puzanja na stupnjevima opterećenja od interesa, tj. ostvarenje pomaka pri konstantnoj sili.

$$\alpha_i = (s_i - s_{i-1}) / \log(t_i / t_{i-1}).$$

gdje je

α_i	koeficijent puzanja sidra
s_i	aksijalni pomak glave sidra izmjeren u trenutku t_i
t_i	vrijeme održavanja konstantne sile

VLAK:

Samo je jedan profil, na lokaciji broj 4, izdržao maksimalnu ispitnu silu od 20,09 kN. Ostalih šest profila na mogu preuzeti opterećenje maksimalne vlačne sile.

TLAK:

Samo dva od sedam ispitanih profila, na lokacijama broj jedan i četiri, zadovoljila su i mogu preuzeti maksimalnu tlačnu silu od 22,13 kN.

HORIZONTALNA SILA:

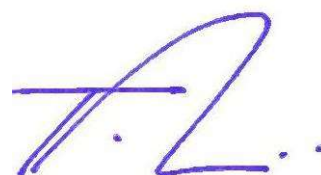
Za sve ispitane tipske profile horizontalni otklon uslijed djelovanja horizontalne sile dosegao je neprihvatljivo velike vrijednosti. Značajno manji otklon i trajna deformacija postignut je zabijanjem "I" profila **IFE 120** na dubinu 2,5 m.

MOMENTI SAVIJANJA:

Na profil smo montirali 6 tenzometarskih mjernih mostova u konfiguraciji "Wheatstone full-bridge", ukupno 24 tenzometra. Na svakom mjernom mjestu dva su unutarnje te dva sa vanjske strane profila. Cilj je bio utvrditi na kojoj dubini momenti savijanja iščezavaju. Mostove smo zaštitili kompozitom od staklenog tkanja i epoksidne smole. Na taj način smo tijekom horizontalnog testa izmjerili relativne uzdužne deformacije profila na različitim dubinama u tlu, te izveli odgovarajuće momente savijanja za poznate statičke karakteristike profila. **Rezultati pokazuju da je čvrstoća temeljnog tla toliko slaba da su se već na trećem stupnju sile momenti neočekivano pojavili čak i na najdubljem mjernom mjestu 15 cm od ruba profila.**

Tehnički voditelj laboratorija

Geotest d.o.o.



Toma Morović, ing. građ.

9 FOTOGRAFIJE



tlačni test



horizontalni test



trajna deformacija nakon horizontalnog testa

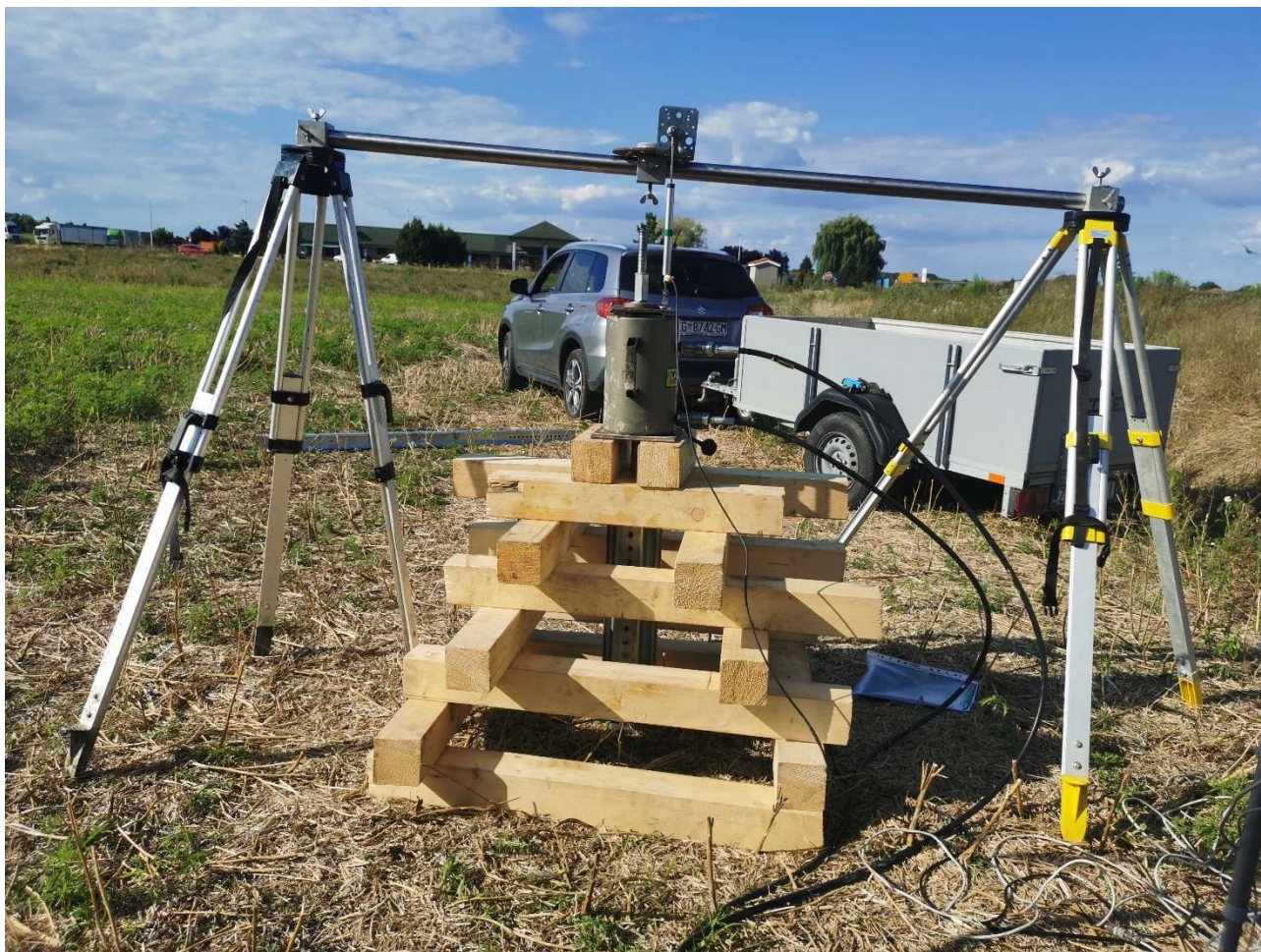


profil ugrađen u PUR pjenu



horizontalni test sa mjerenjem savijanja pomoću tenzometara





vlačni test



"I" Profil