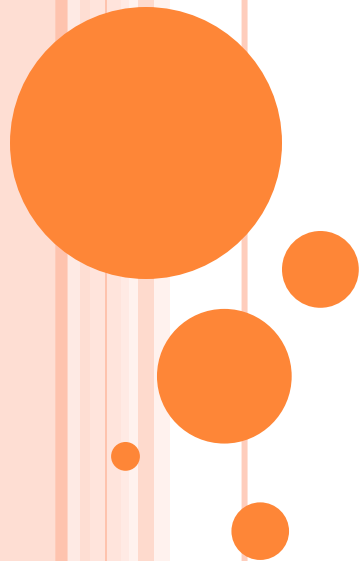


**SEMINARSKI RAD**

**MONITORING VLAGE ZEMLJIŠTA ISPOD  
INFILTRACIONOG REZERVOARA**



**Ivana Živković**

**Marko Petrović**

**Milan Banović**

**Miloš Todić**

**Nikola Perić**

## *SADRŽAJ:*

- Kalibracija postojećih sondi u zemljištu uzetom sa eksperimentalnog sliva u Beogradu
- Ugradnja sondi za vlagu zemljišta na eksperimentalnom slivu Beograd
- Kalibracija i ugradnja sondi za nivo vode u infiltracionom bazenu eksperimentalnog sliva Beograd
- Postavljanje sistema za monitoring
- Nalivanje infiltracionog bazena
- Analiza dobijenih rezultata



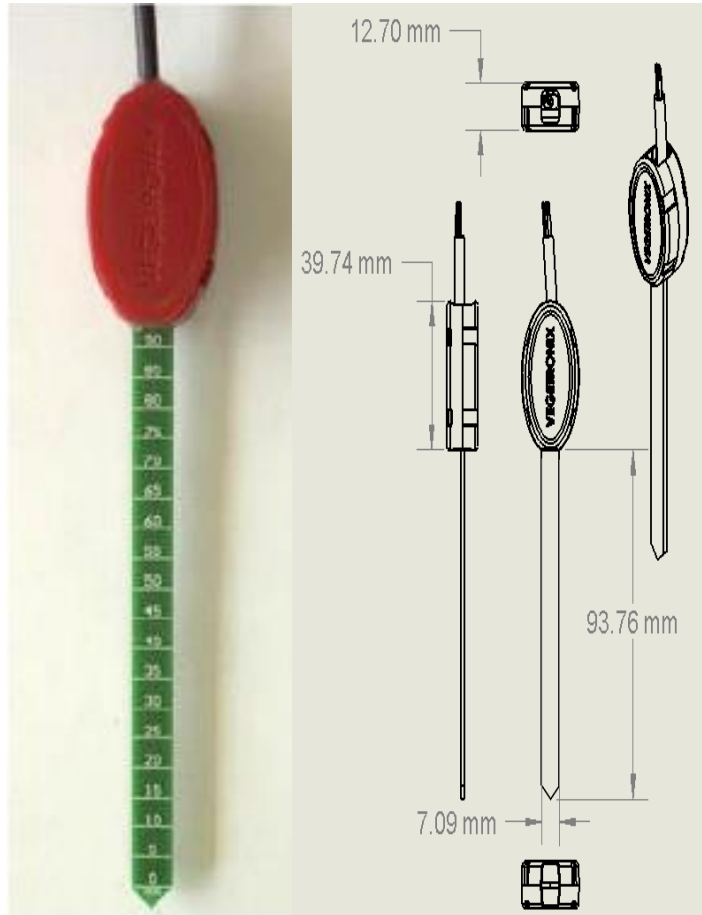
# *KALIBRACIJA SONDI*

## **Potrebna oprema :**

- Tri sonde Vegetronix VH 400 za merenje vlage
- Računar povezan sa logerom
- Dve graduisane kofe
- Sito proreza 5 mm
- Peć
- Četiri manje posude za uzimanje uzoraka
- Vaga
- Menzura



# KALIBRACIJA SONDI



Slika 1: Sonda Vegetronix VH 400 (dimenzije)



Slika 2: Loger sa 8 portova



# *KALIBRACIJA SONDI*

## **Postupak:**

- 1) Sitnjenje, prosejavanje i sušenje zemljišta do konstantne mase
- 2) Ugradnja uzorka u graduisanu kofu uz nabijanje u tri sloja
- 3) Postavljanje sonde u zemljište vertikalno i očitavanje rezultata  
(za očitane vrednosti napona uzima se da je vlažnost zemljišta jednaka nuli)
- 4) Mešanje zemljišta sa odmerenom količinom vode do homegenizacije mase u drugoj kofi
- 5) Ponovna ugradnja uzorka u graduisanu kofu



# KALIBRACIJA SONDI

## Postupak:

- 6) Postavljanje sonde i očitavanje rezultata
- 7) Odvajanje uzorka u manju posudu (najpre se meri masa posude, zatim masa uzorka u vlažnom stanju)
- 8) Ponavljanje postupaka 4) – 7) još tri puta
- 9) Sušenje četiri uzorka do konstantne mase i merenje suvih uzoraka
- 10) Računanje procenata vlažnosti za svaki uzorak :

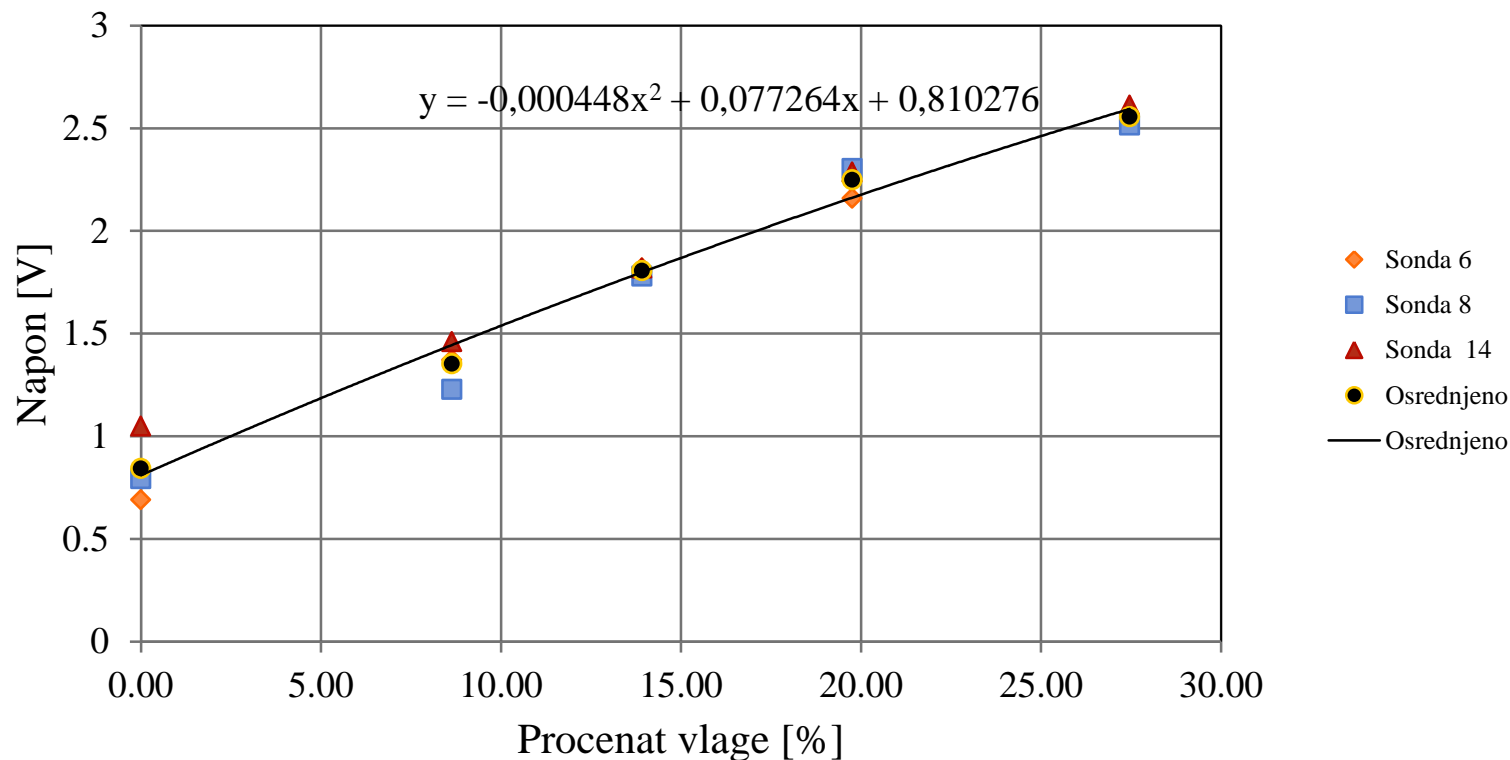
$$\omega' = \frac{(m_m - m_p) - (m_d - m_p)}{(m_d - m_p)} \times 100\%$$

$m_m$  – masa posude sa vlažnim uzorkom  
 $m_d$  – masa posude sa suvim uzorkom  
 $m_p$  – masa prazne posude

# KALIBRACIJA SONDI

## Rezultati:

### Kalibracioni podaci



Zavisnost između vlažnosti zemljišta i izlaznog napona:

$$\omega' = 1,446 \cdot U^2 + 10,25 \cdot U - 9,154 \quad [\%]$$



# PRINCIP RADA SONDI ZA VLAŽNOST

- Dielektrična metoda
- Sonda radi na principu kondenzatora
- Kapacitivnost kondenzatora povećava se sa faktorom  $k$  koji predstavlja dielektričnu konstantu, odnosno sa prisustvom dielektrika
- $k$  je višestuko veće za vodu nego za druge komponente tla, tako da njeno prisustvo povećava kapacitivnost





# POSTAVLJANJE SONDI

## Potrebna oprema :

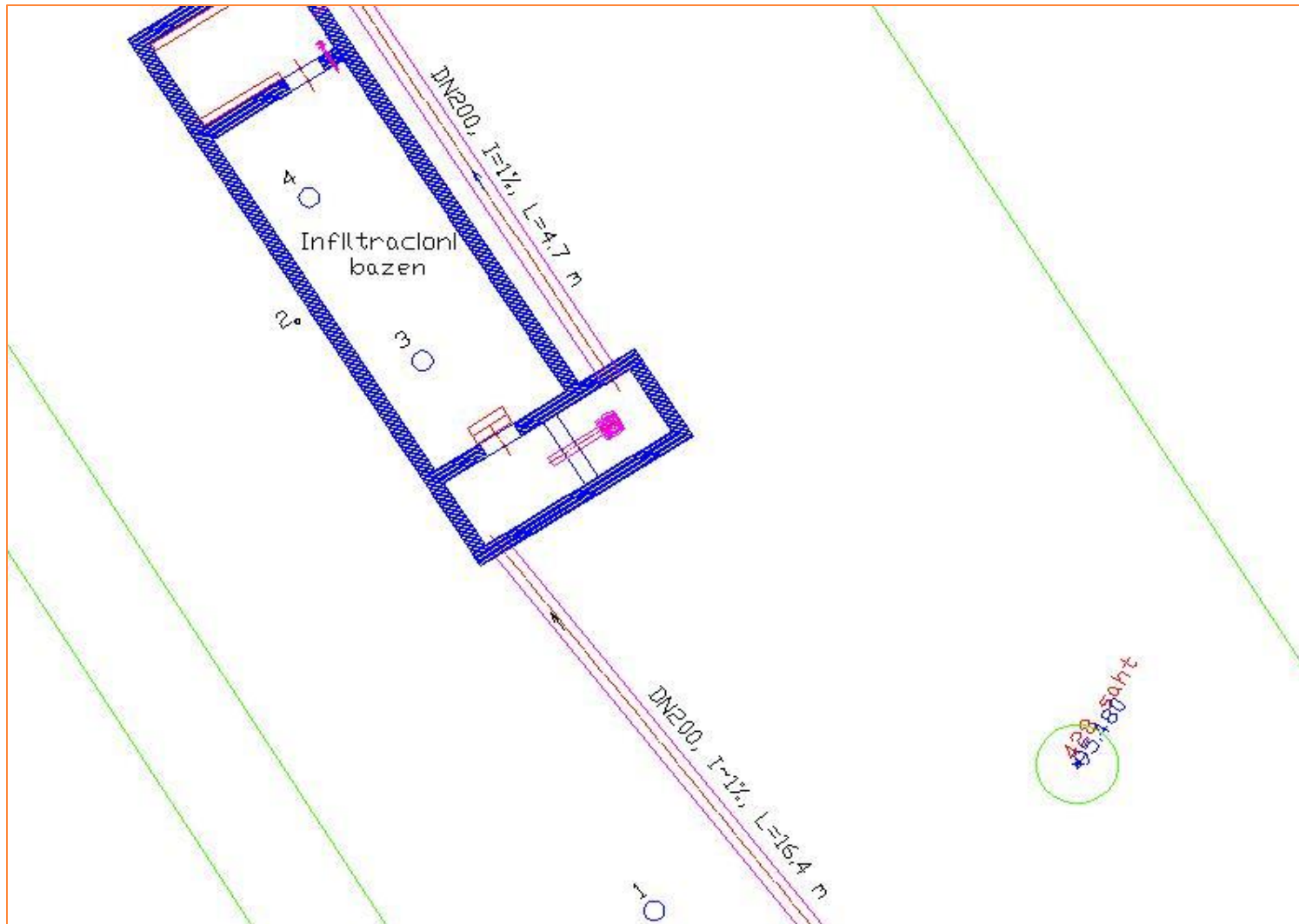
- Tri sonde Vegetronix VH 400 za vlažnost
- Tri sonde Vegetronix za temperaturu
- Bušeca garnitura
- Aparat za merenje napona – unimer



Slika 3: Sonda Vegetronix za temperaturu



# POSTAVLJANJE SONDI



Slika 4: Deo eksperimentalnog sliva



# *POSTAVLJANJE SONDI*

## **Šta je urađeno:**

- Izbušena je rupa cilindričnog oblika, prečnika  $\Phi$  200 mm, dubine 50 cm (na situaciji označeno 1)
- Postavljene su sonde za vlažnost i za temperaturu:
  - Sonde 1 na dubini od 45 cm
  - Sonde 2 na dubini od 30 cm
  - Sonde 3 na dubini od 15 cm
- Sonde iste vrste nisu u vertikali, postavljane su približno pod uglom od  $120^\circ$  u horizontalnom pravcu



# *POSTAVLJANJE SONDI*

- Pre postavljanja sonde na pojedinim dubinama proveren je napon uspomoc unimera ( greškom je izostavljeno za sondu 3)
- Nakon postavljanja sonde na pojedinim dubinama zemljište je nabijeno tako da oponaša prirodno stanje
- Sa postojećom opremom nije bilo moguće izbušiti još rupa, pa je nabavljena nova oprema sa Katedre za mehaniku tla

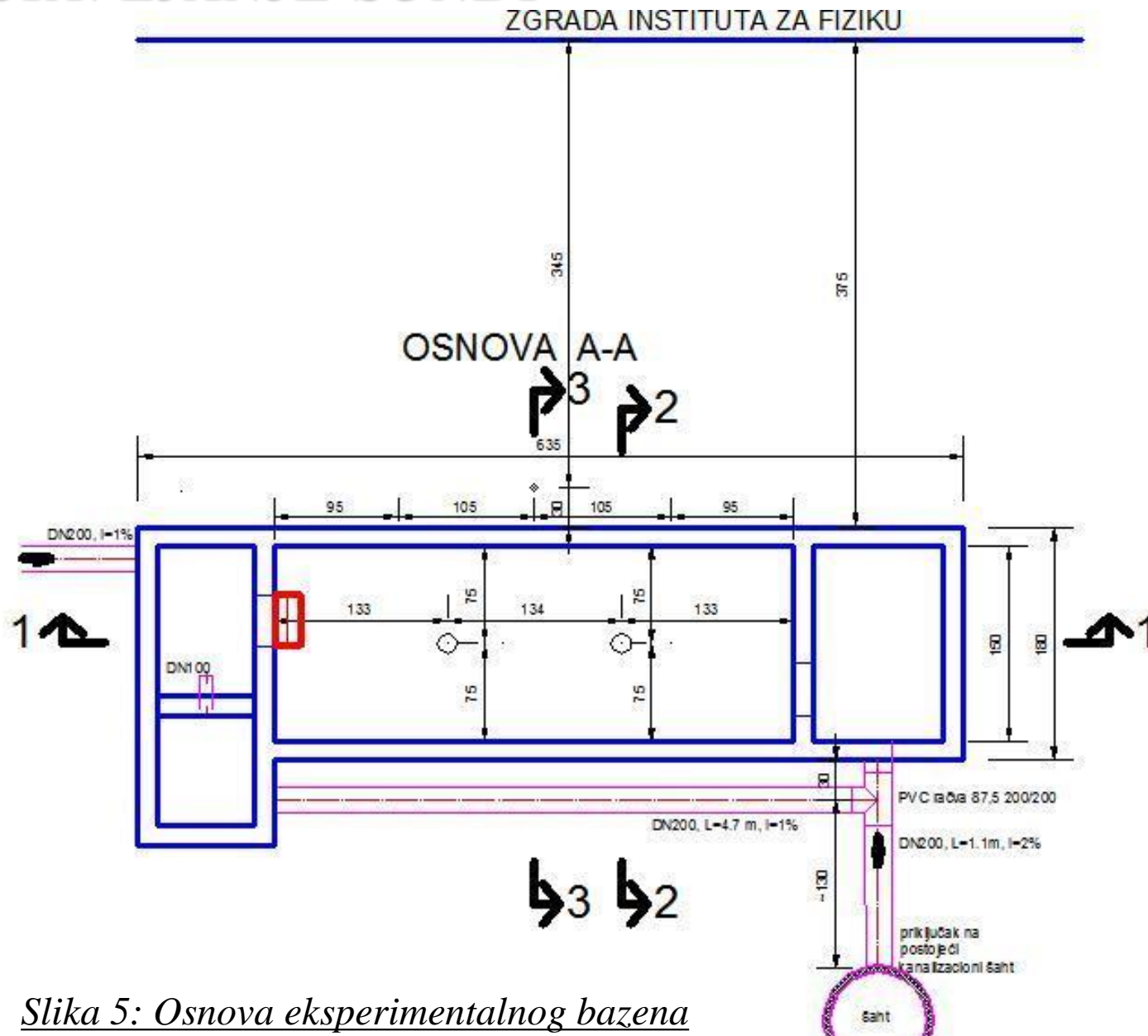
SLIKE

# *POSTAVLJANJE SONDI*

- Bušotina 2: dubine 2 m, prečnika 5 cm, udaljena na 30 cm spoljne od ivice bazena; postavljena sonda 10 za vlagu vertikalno na dubini 2 m
- Izbušene su rupe u infiltracionom bazenu, na 133 cm od ivice bazena po dužini i na 75 cm po širini (na situaciji označeno 3 i 4)
- Dubina je 150 cm, prečnik približno 15 cm
- Bušotina 3: Sonde 4 i 5 za vlažnost i temperaturu postavljene su na 150 i 100 vertikalno, a sonde 6 na 50 cm dubine horizontalno na već opisan način
- Bušotina 4: Sonde 7 i 8 za vlažnost postavljene su na 150 i 100 cm vertikalno, a sonde 7 za temperaturu i 9 za vlažnost na 50 cm horizontalno

SLIKE

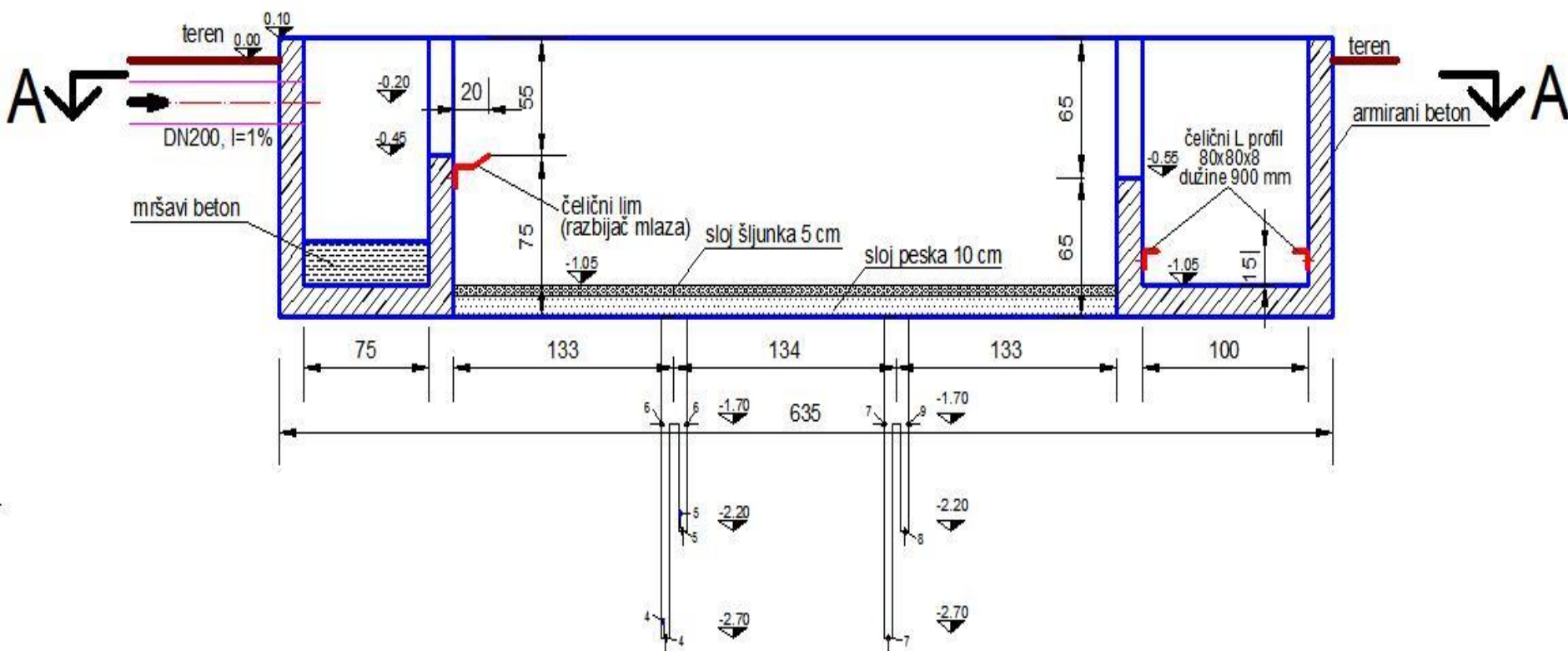
# POSTAVLJANJE SONDI



*Slika 5: Osnova eksperimentalnog bazena*

# POSTAVLJANJE SONDI

## PRESEK 1-1



*Slika 6: Podužni presek eksperimentalnog bazena*

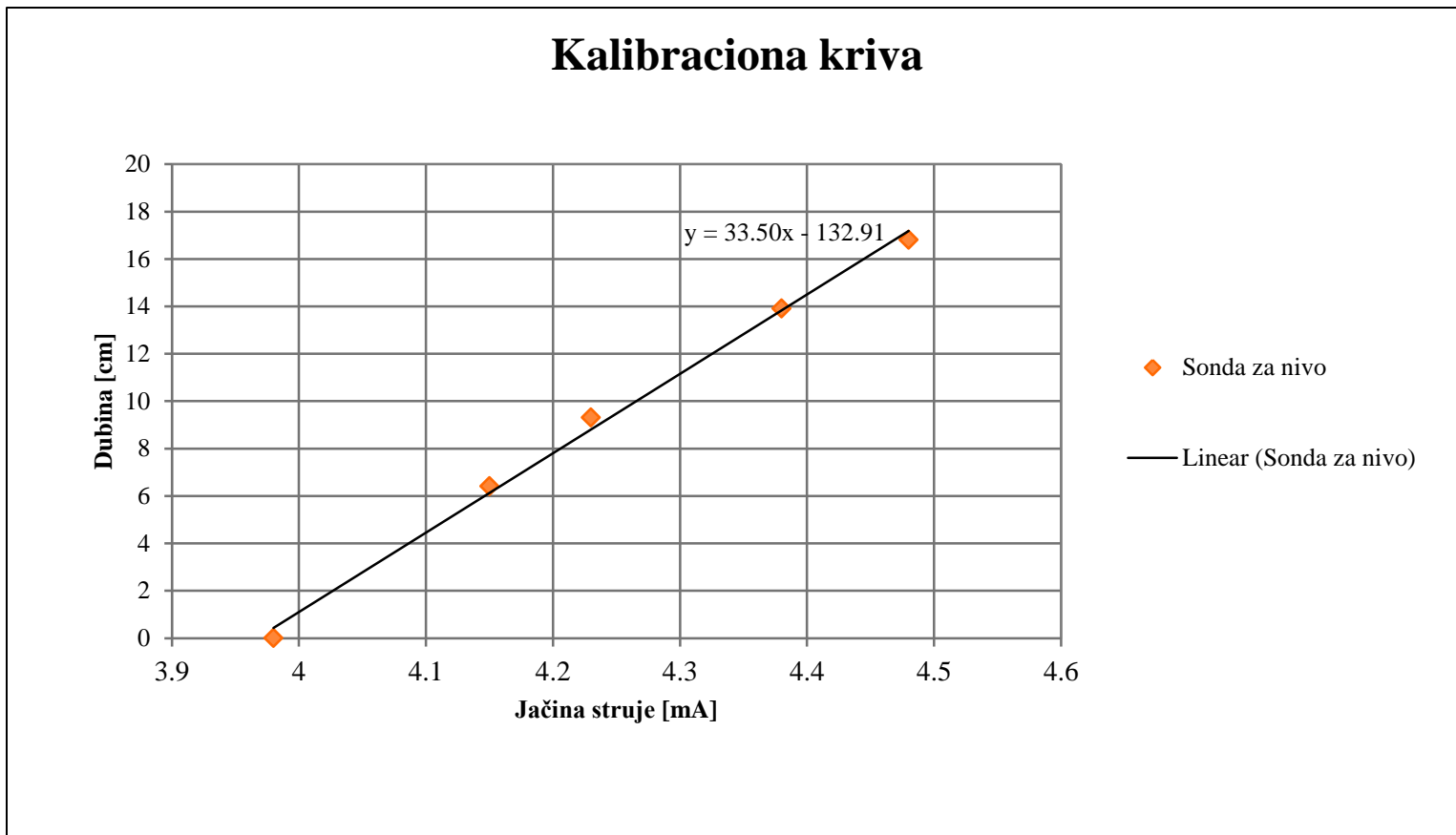
# MONITORING

- Tri logera Vegetronix
- Računar povezan sa logerima





# KALIBRACIJA SONDE ZA NIVO



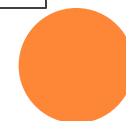
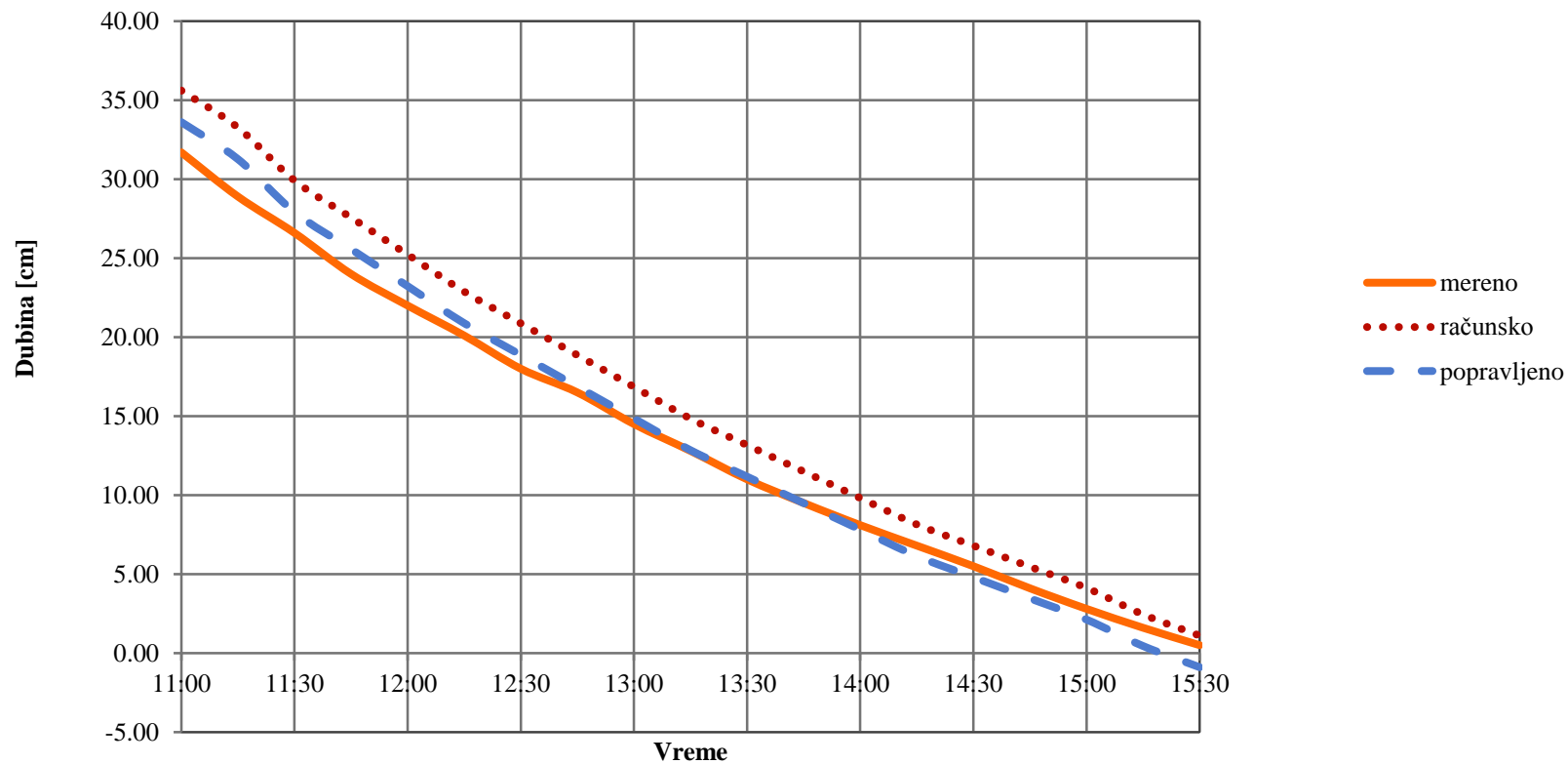
# *NALIVANJE INFILTRACIONOG BAZENA*

- Nalivanje je trajalo oko 40 minuta, protokom od oko 1,86 l/s
- Po prestanku nalivanja, prikupljeni su rezultati merenja
- Za svaku očitanu dubinu u bazenu, zabeležena i vrednost izlaznog signala sonde na svakih 15 min, dok se nije infiltrirala voda u bazenu
- Preuzeti su i rezultati merenja sonde za vlažnost i temperaturu zemljišta

Slike:

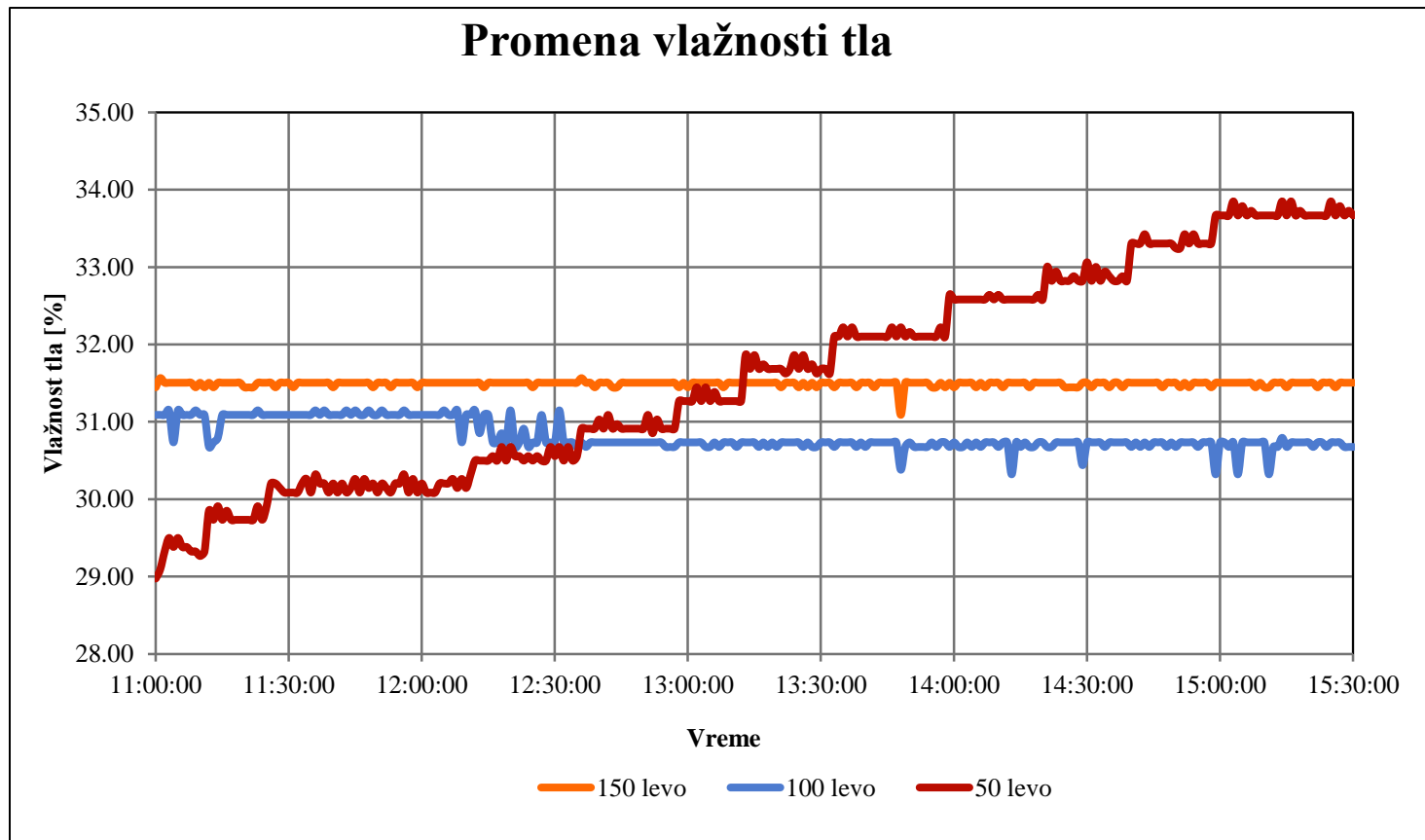
# ANALIZA REZULTATA MERENJA

## Izmerene i računске dubine u bazenu



# ANALIZA REZULTATA MERENJA

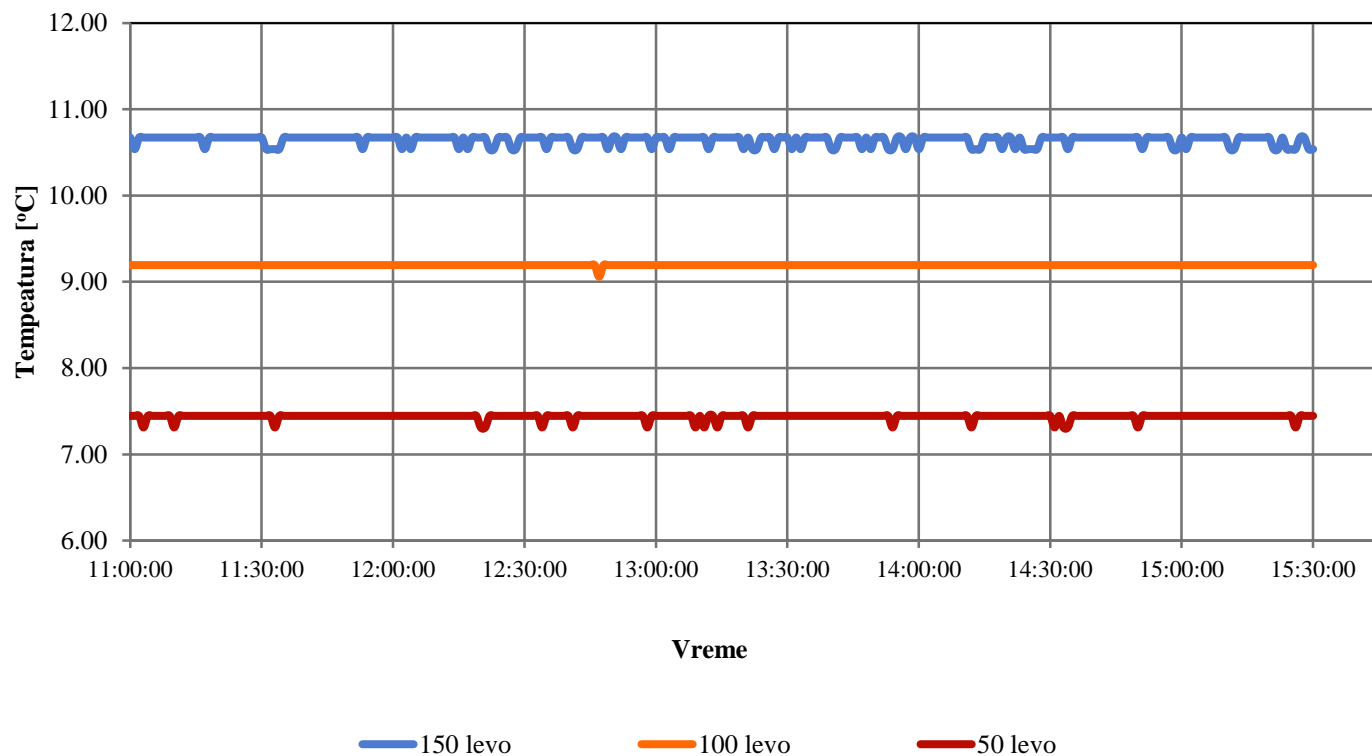
Loger 1: 4V, 5V, 6V, 4T, 5T, 6T



# ANALIZA REZULTATA MERENJA

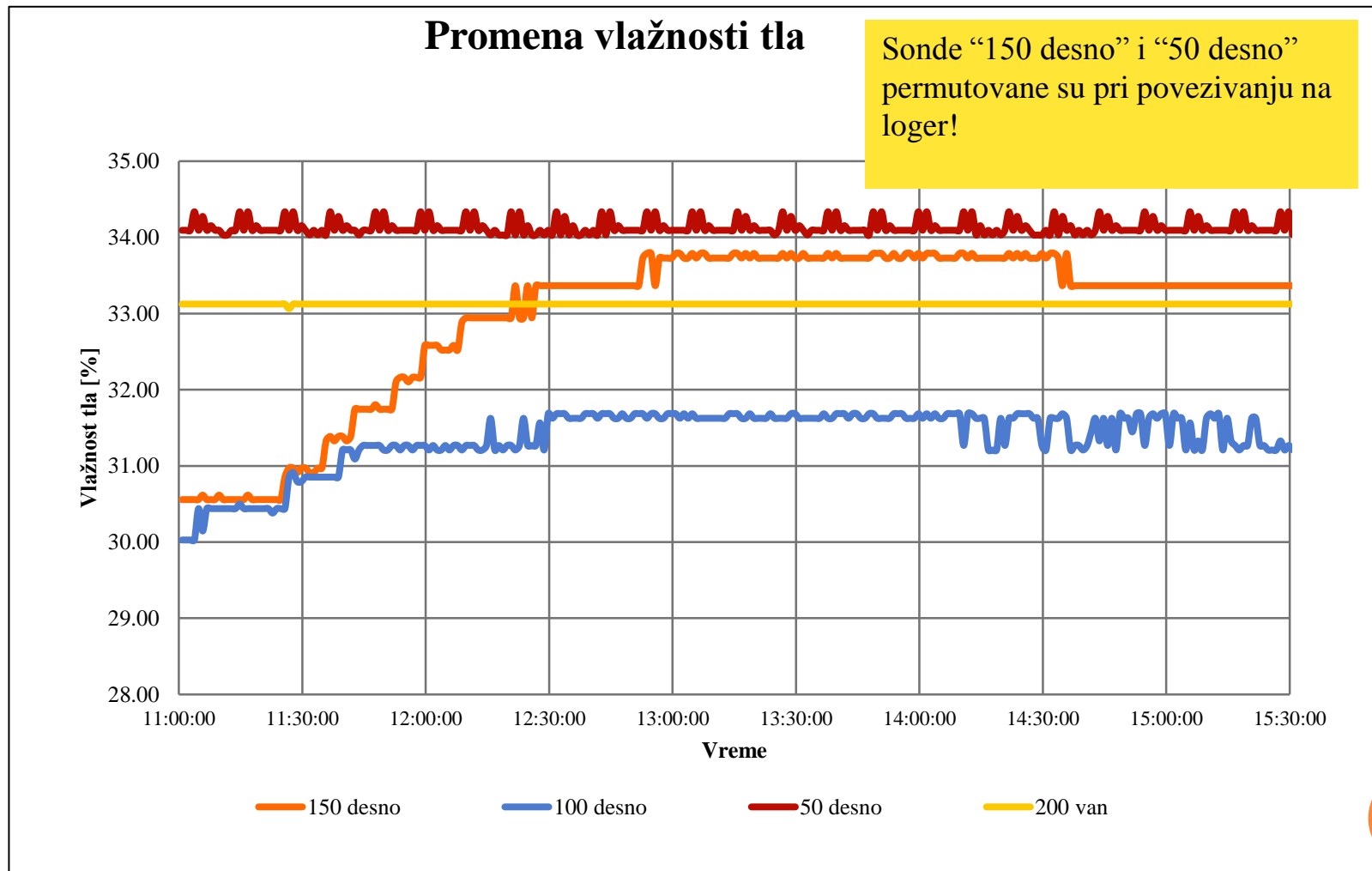
## Promena temperature

Očekivano bi bilo da sonda "50 levo" pokaže promenu temperature!



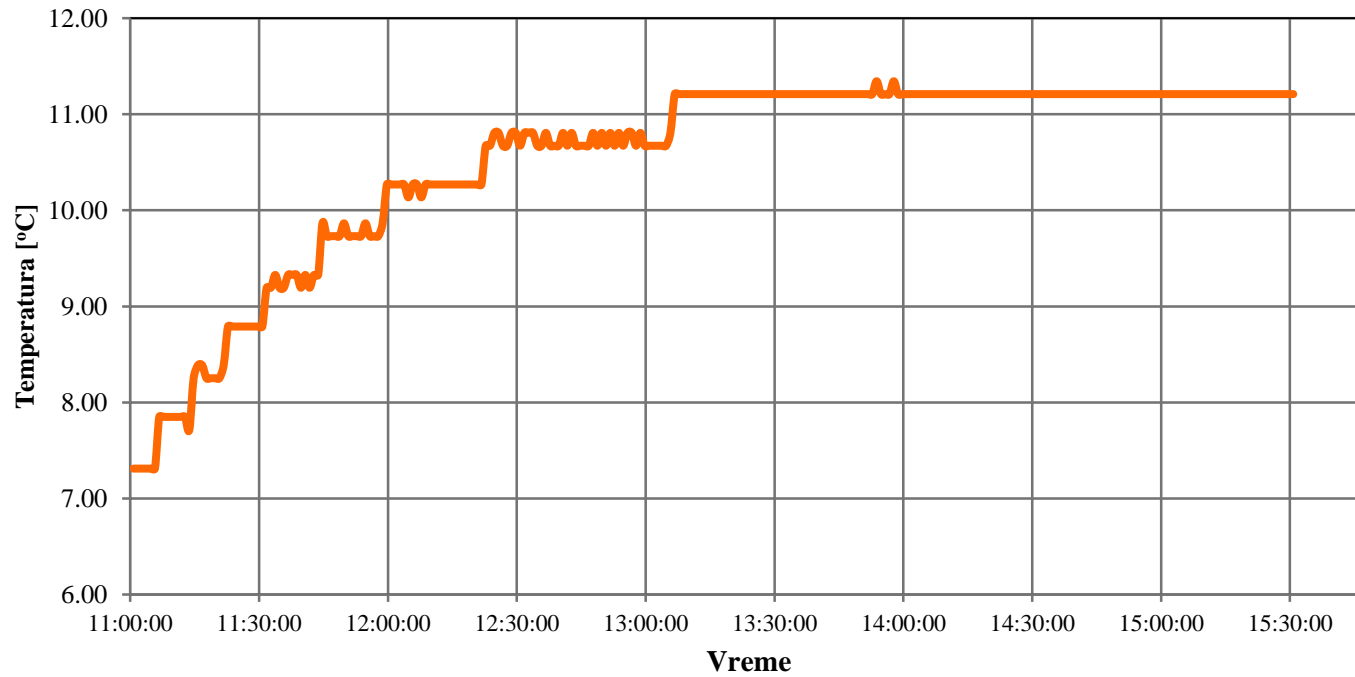
# ANALIZA REZULTATA MERENJA

Loger 2: 7V, 8V, 9V, 10V, 7T



# ANALIZA REZULTATA MERENJA

## Promena temperature

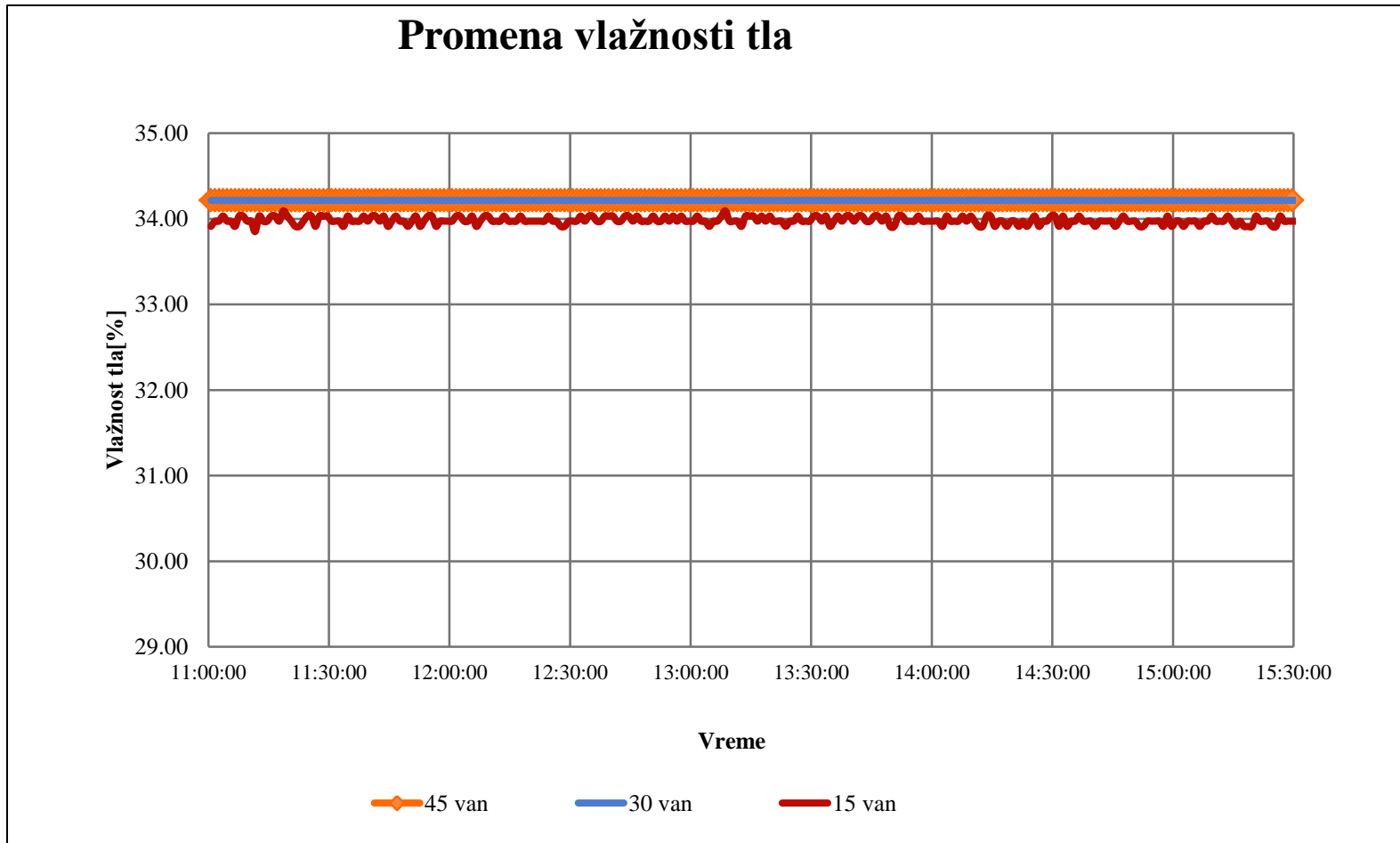


— 50 desno



# ANALIZA REZULTATA MERENJA

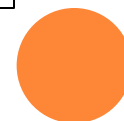
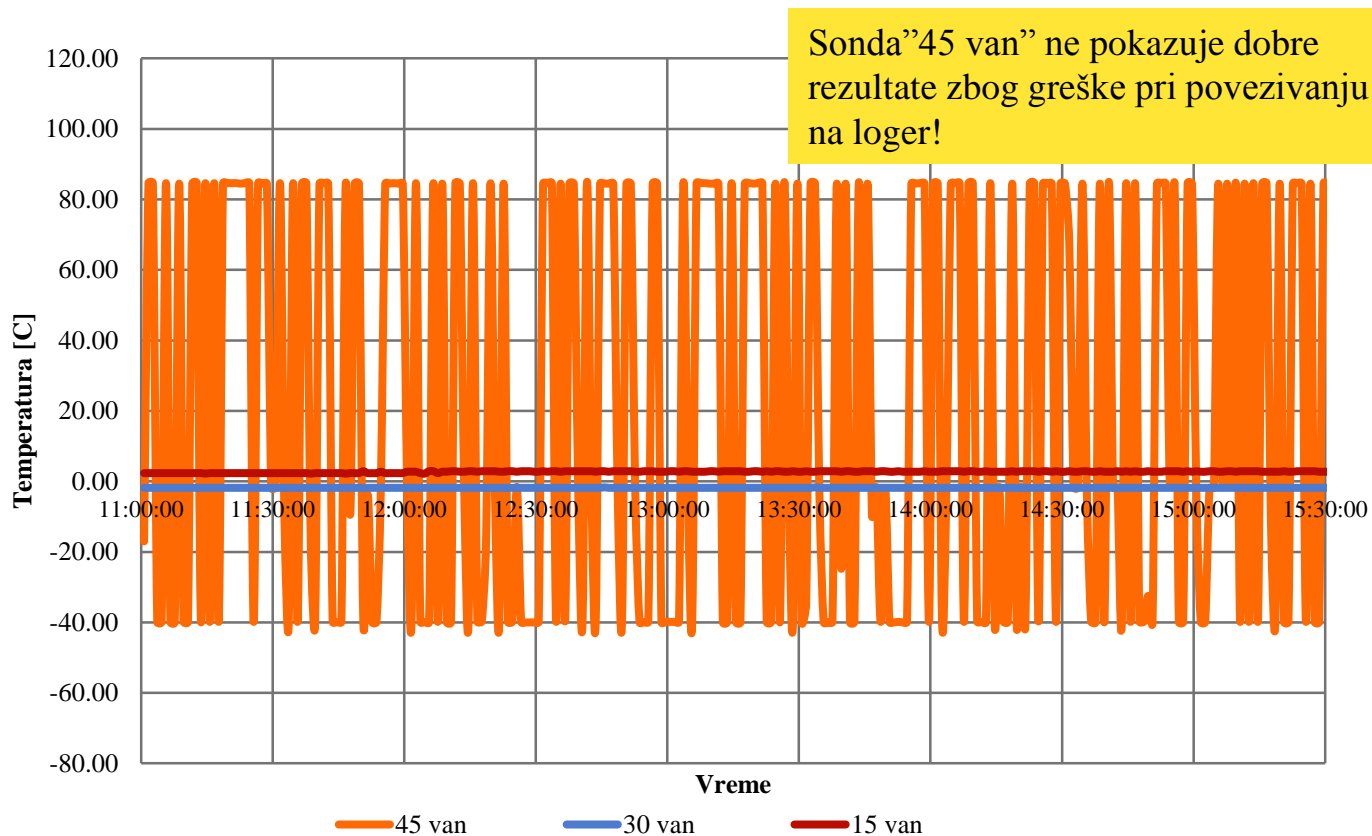
Loger 3: 1V, 2V, 3V, 1T, 2T,3T





# ANALIZA REZULTATA MERENJA

## Promena temperature



# ZAKLJUČAK

Mogući problemi:

- Zasićenost zemljišta
- Moguća greška pri obeležavanju portova i sondi
- Loša povezanost sonde na loger

Dalji rad:

- Utvrditi i otkloniti eventualne nepravilnosti
- Ponoviti nalivanje bazena u prolećnom (ne kišnom) periodu



Hvala na pažnji!

