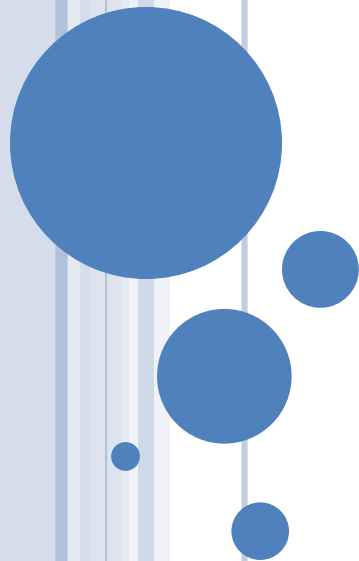


MASTER RAD

Numeričko **modeliranje** i
laboratorijska verifikacija
vertikalne infiltracije
u pijesku

Student: Ana Đačić 597/11

Mentor: Miloš Stanić



SADRŽAJ

- Uvod
- **Metode za mjerenje vlažnosti**
- Kapacitivne sonde
- Vegatronix sonde
- Pripreme mjerenja
- Mjerna instalacija
- **Računski model**
- **Zaključci**



UVOD

- **Vlažnost zemljišta**
- Cilj testa
- Laboratorijski dio testa
 - ✓ **Kretanje vlažnog fronta**
 - ✓ **Određivanje koeficijenta infiltracije**
 - ✓ Ispitivanje granulometrijskog sastava
- **Računski dio testa**



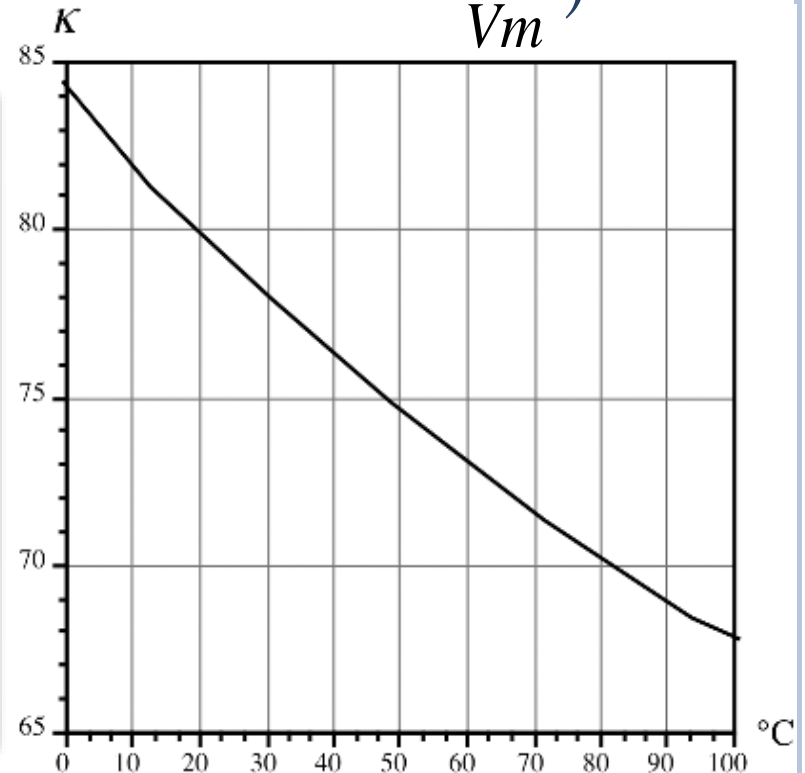
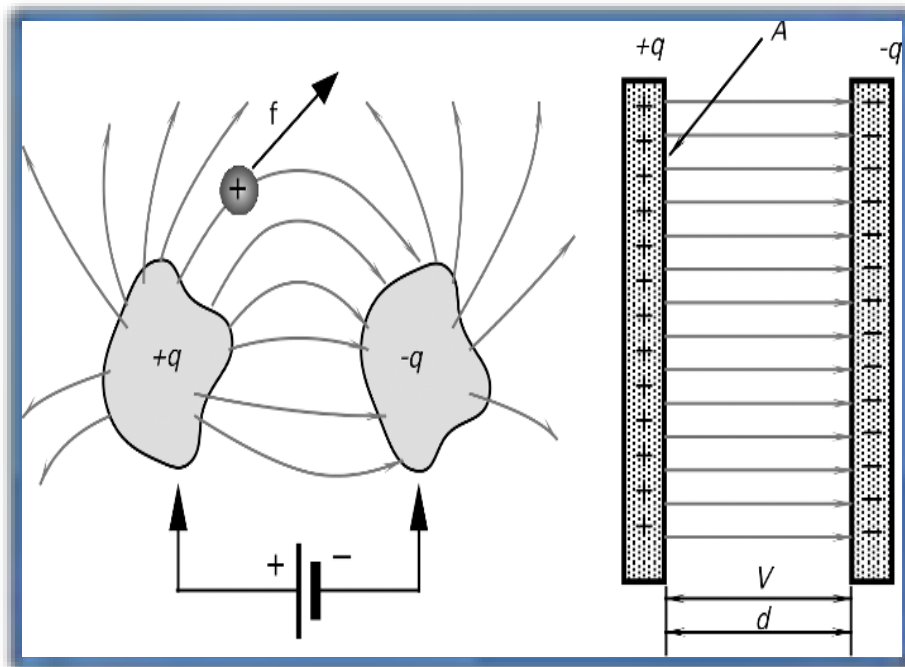
METODE ZA MJERENJE VLAŽNOSTI

- Direktne metode
- Indirektne metode
 - Daljinske metode
 - **Geofizičke metode**
 - ✓ Mikrotalasna
 - ✓ Tenziometar
 - ✓ Neutronske
 - ✓ Instrumenti zasnovani na električnom otporu
 - ✓ **Dialektrične metode (FDR i TDR)**
 - ✓ Metod zasnovan na faznom pomaku
 - ✓ Toplotne sonde



KAPACITIVNE SONDE

- Kondenzator
- Kapacitivnost
- Dialektrična konstanta ($\epsilon_0 = 8.8541878176 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$)



VEGATRONIX SONDE

- Izlazni napon od 0 do 3 V
- Osrednjeno čitanje duž sonde
- Mogućnost mjerenja nivoa vode
- Povezivnje na računar preko logera



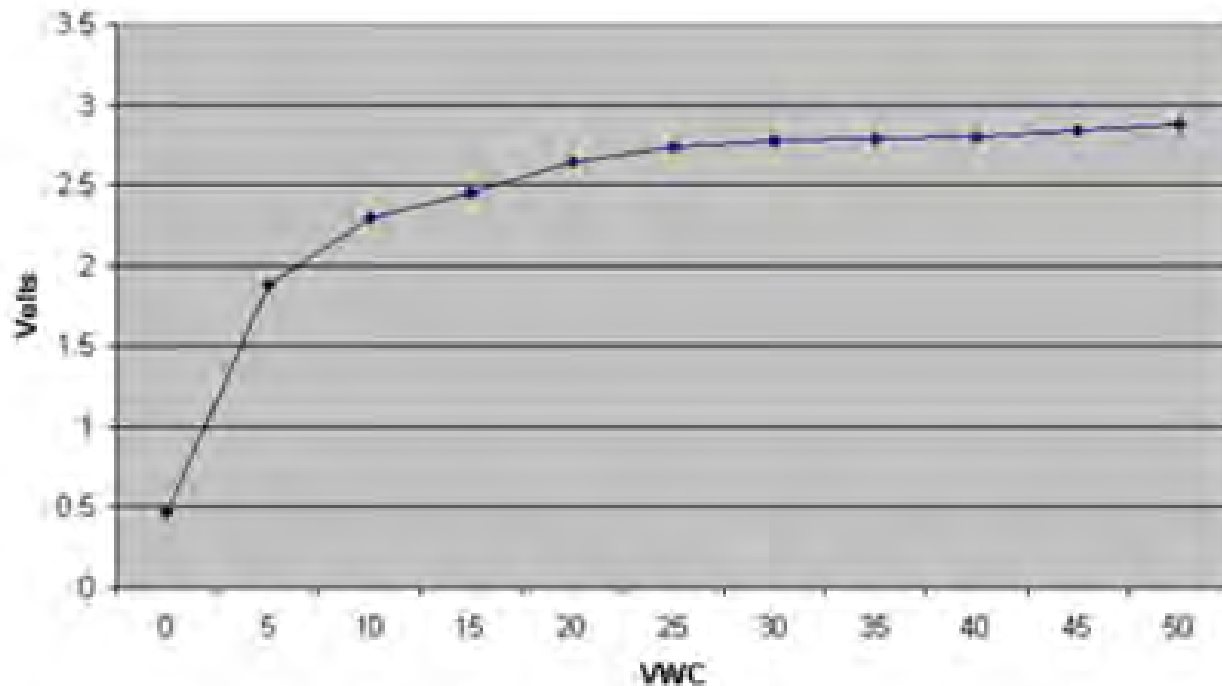
VEGATRONIX SONDE

- Kalibracione krive date od strane proizvođača

- ✓ Za temperaturu

$$T = \text{napon} * 41.67 - 40 \text{ [}^\circ\text{C]}$$

- ✓ Za vlažnost zemljišta



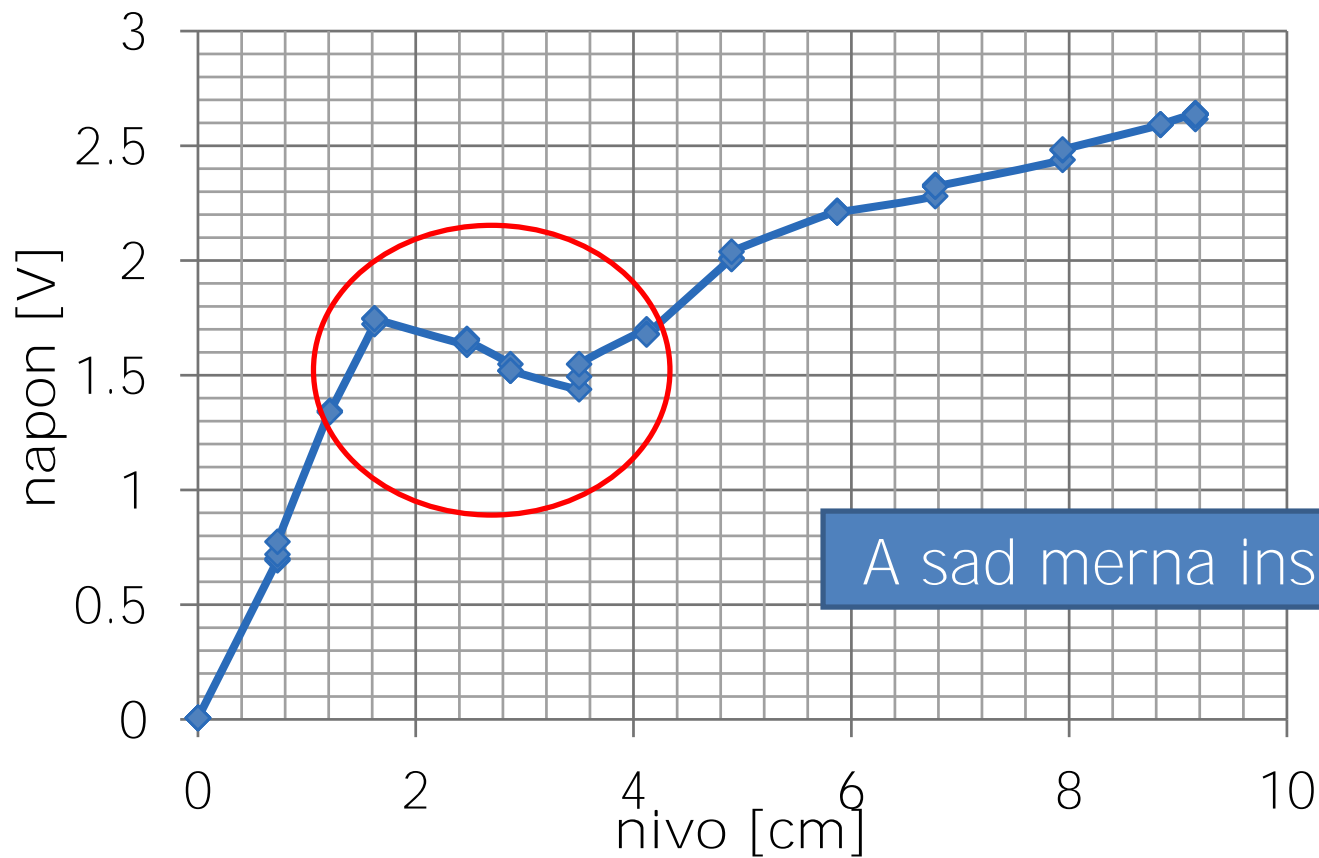
PRIPREME MJERENJA

- **Provjera uticaja vremena „zagrijavanja“ sonde**
- Uticaji drugih predmeta na rad sonde
- Provjera ponovljivosti mjerenja
- Provjera uticaja temperature



PRIPREME MJERENJA

- Mjerenje nivoa vode **pomoću** Vegatronix sonde za mjerenje **vlažnosti**

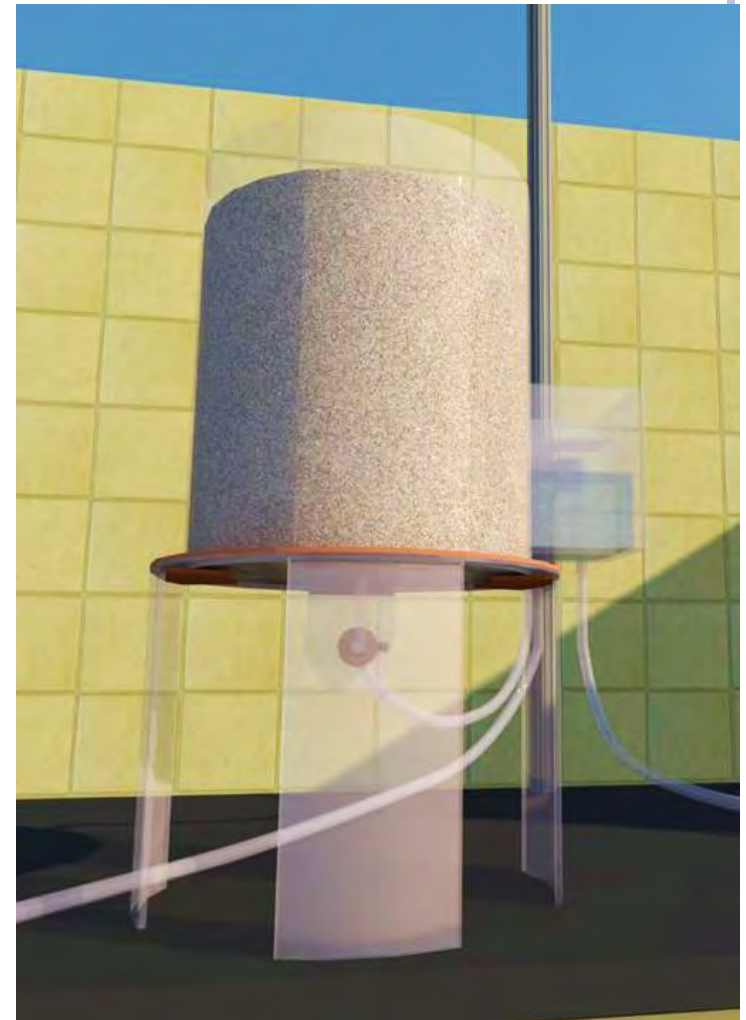
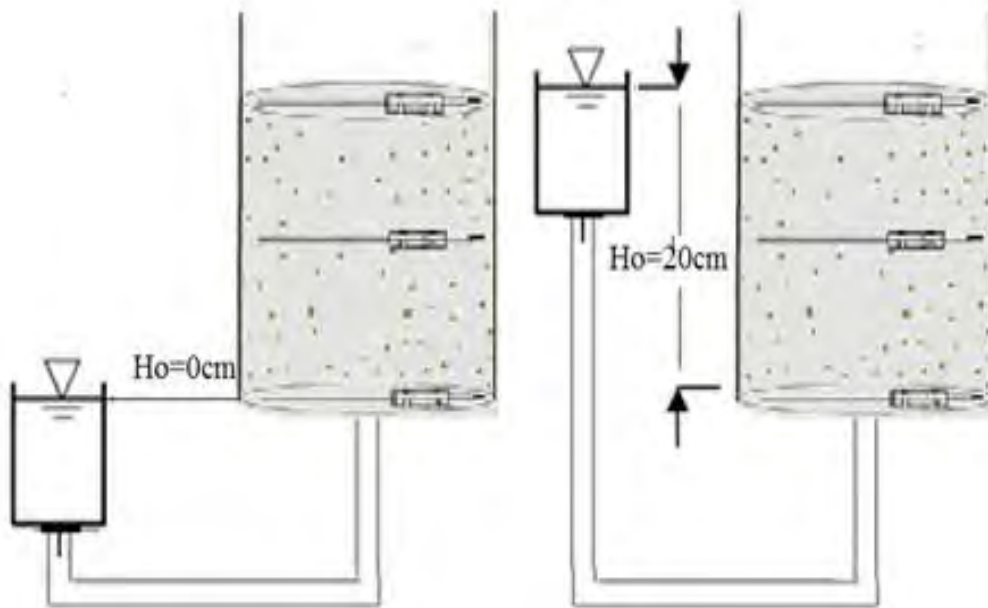


A sad merna instalacija...

MJERNA INSTALACIJA I METODE MJERENJA KRETANJE VLAŽNOG FRONTA

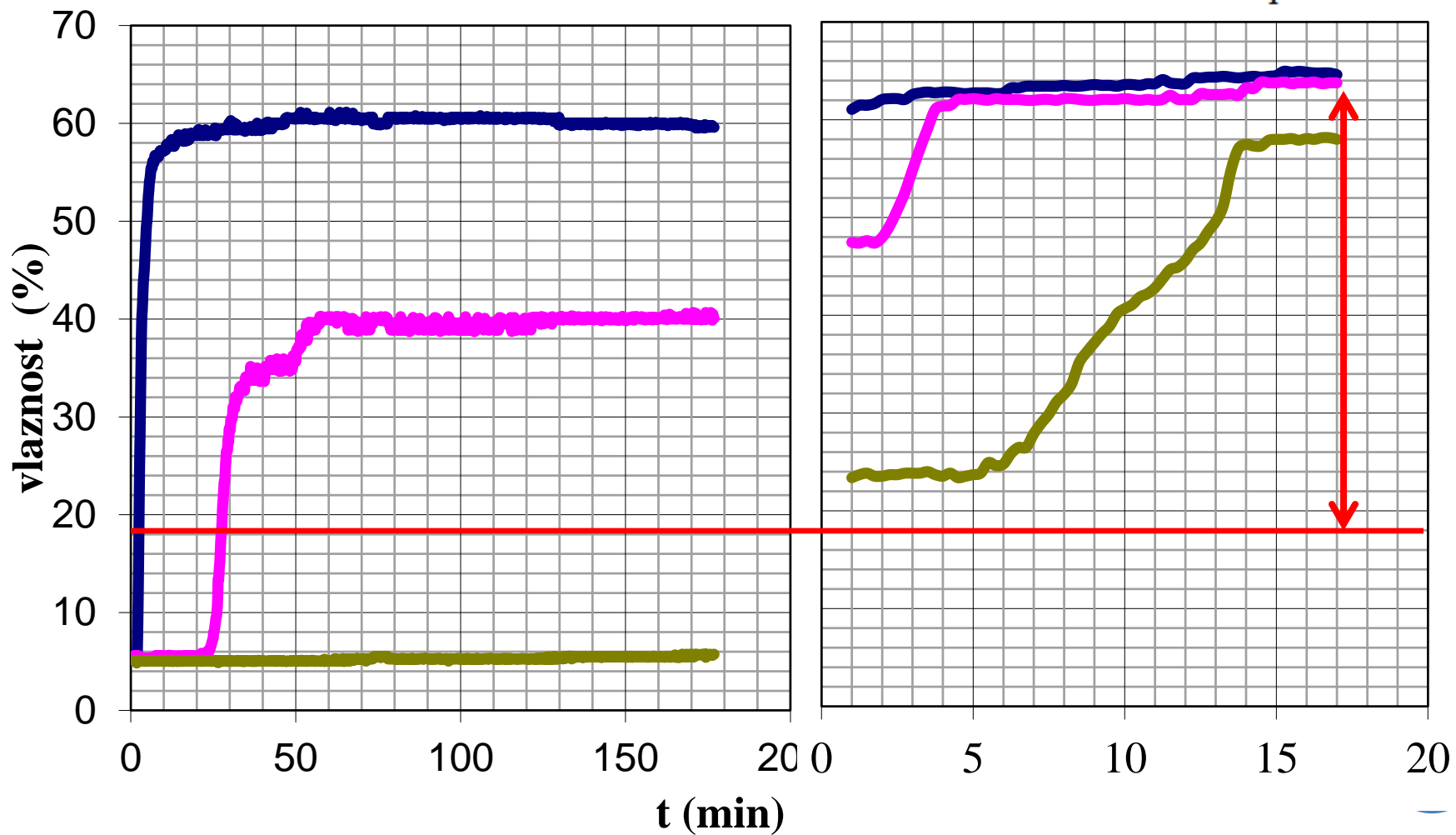
INSTALACIJA

- Mjerna instalacija
- Mjerenje vlažnosti po slojevima
- Mjerenje ukupne težine (kontrola)
- Faze eksperimenta
- Sušenje uzoraka u peći

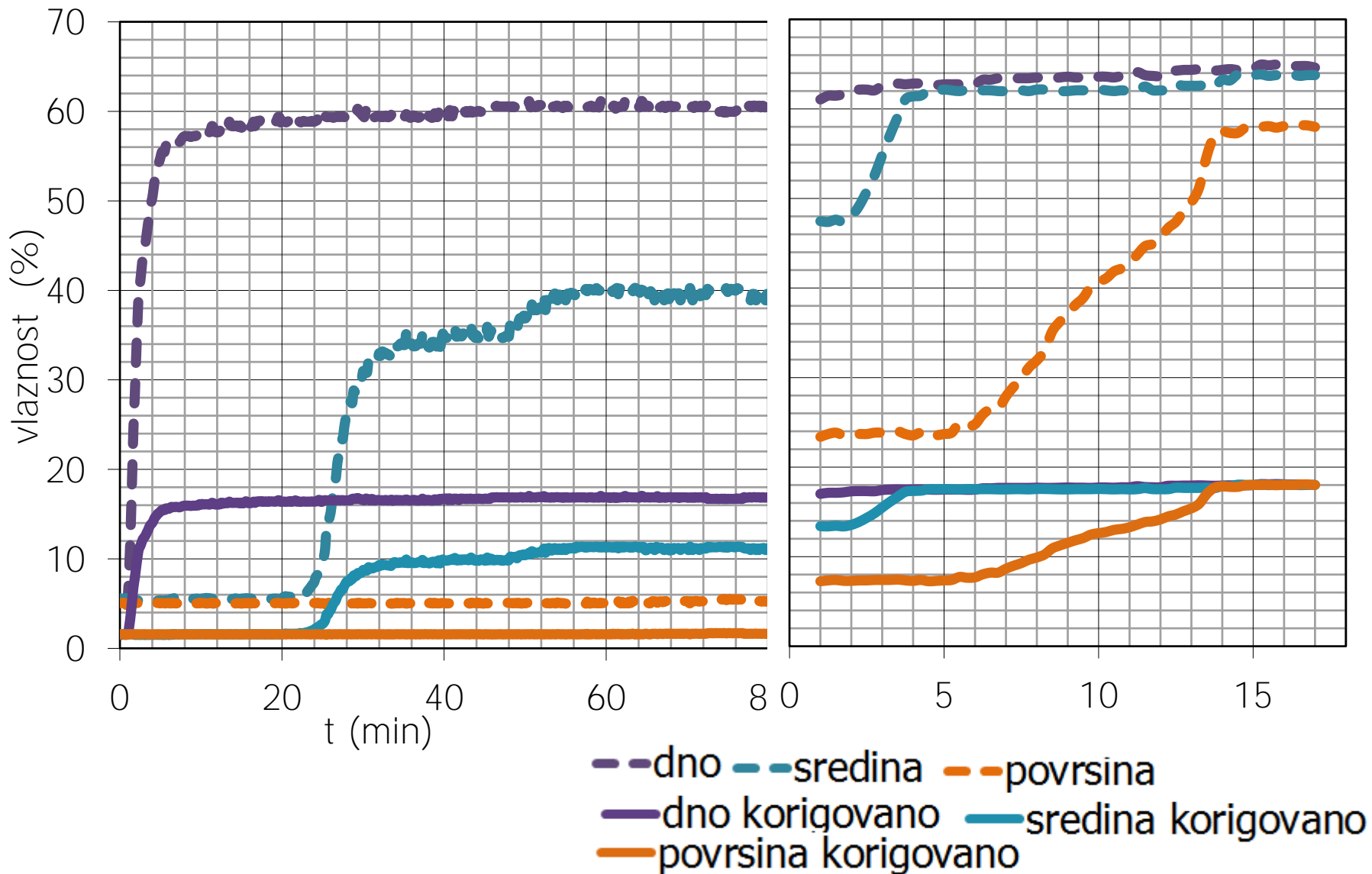


MJERNA INSTALACIJA I METODE MJERENJA KRETANJE VLAŽNOG FRONTA REZULTATI ZA SITAN PIJESAK

— dno
— sredina
— površina



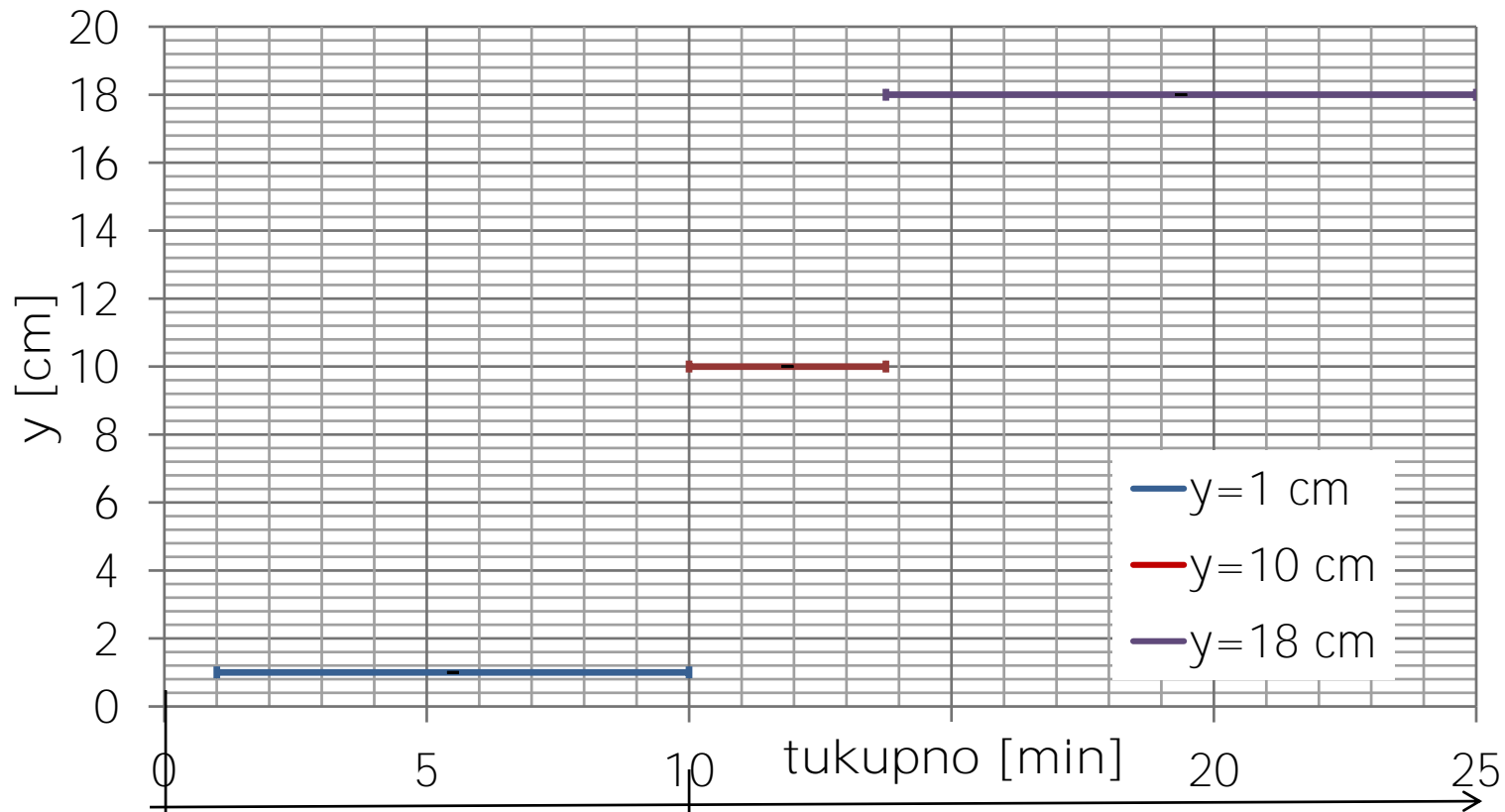
MJERNA INSTALACIJA I METODE MJERENJA KRETANJE VLAŽNOG FRONTA REZULTATI ZA SITAN PIJESAK



MJERNA INSTALACIJA I METODE MJERENJA

GRANICE PROLASKA **VLAŽNOG** FRONTA

REZULTATI ZA SITAN PIJESAK



pomjeranje **vlažnog** fronta u toku kapilarnog penjanja

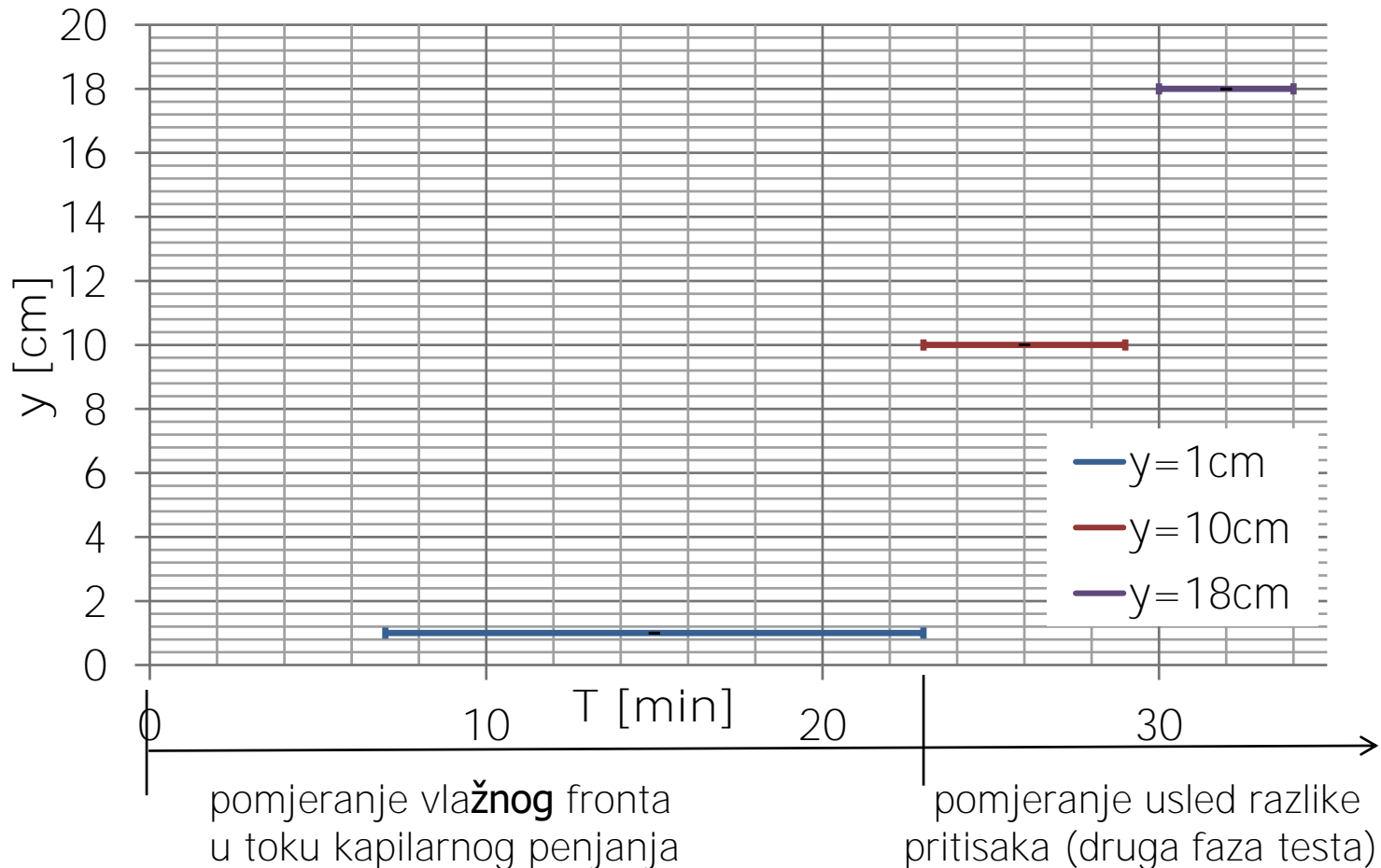
pomjeranje **vlažnog** fronta usled razlike pritiska (druga faza testa)



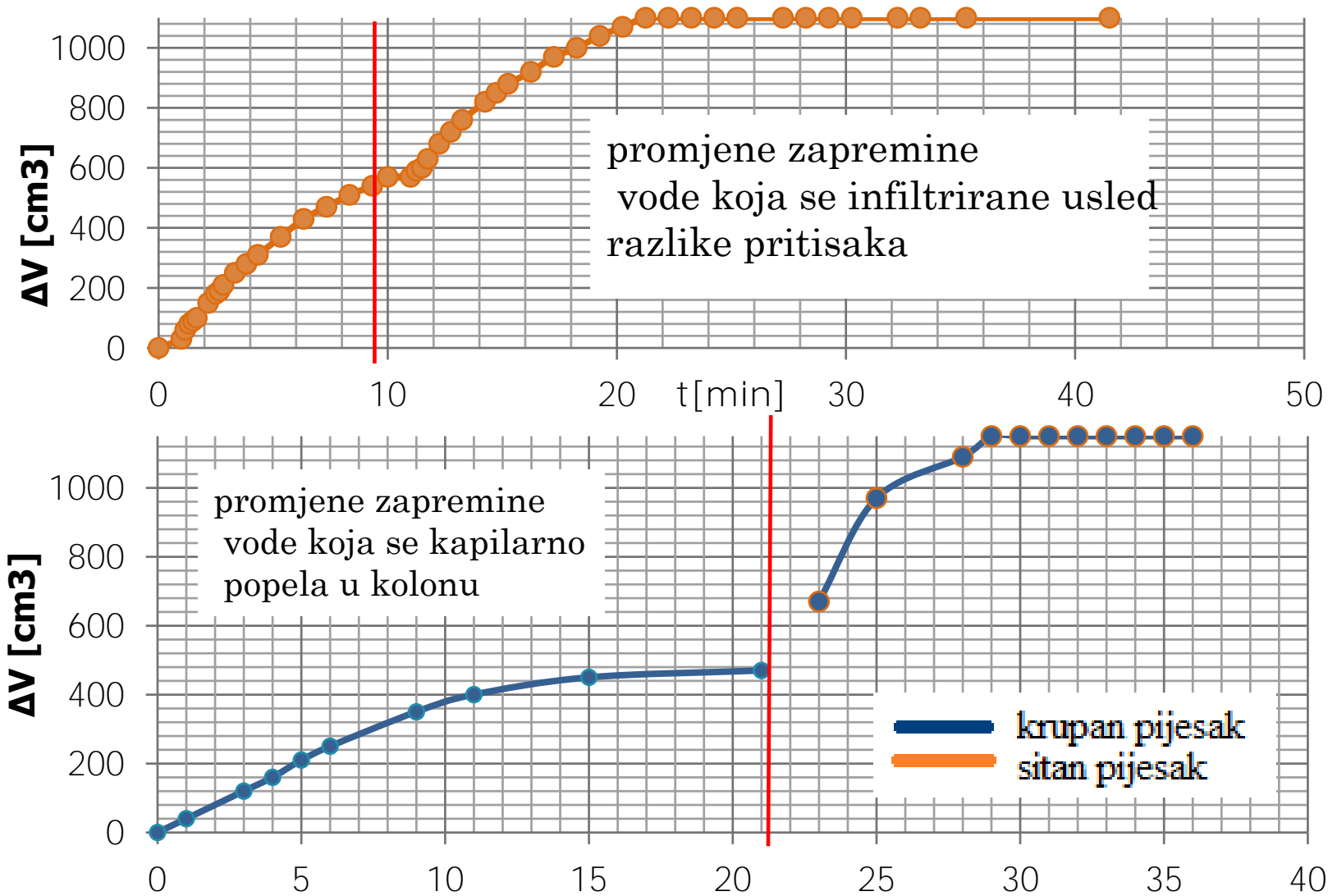
MJERNA INSTALACIJA I METODE MJERENJA

GRANICE PROLASKA **VLAŽNOG** FRONTA

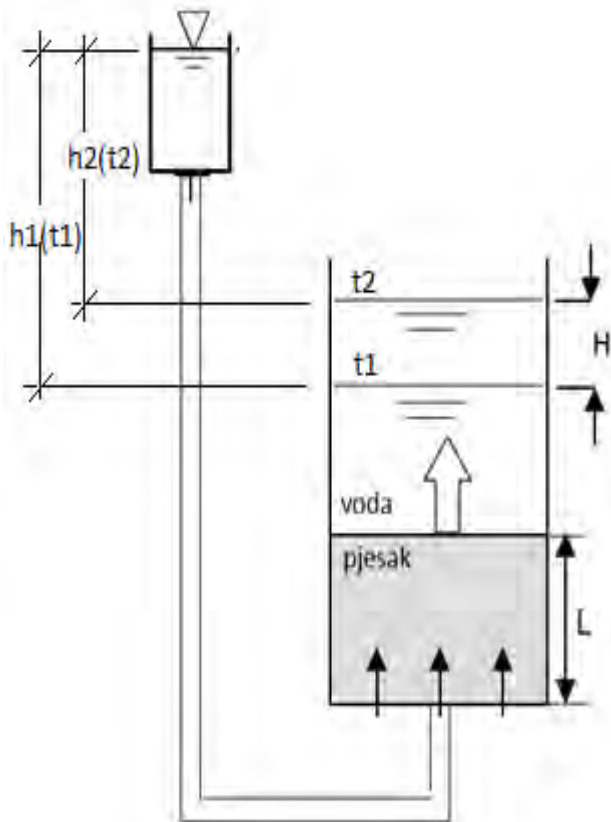
REZULTATI ZA KRUPAN PIJESAK



MJERNA INSTALACIJA I METODE MJERENJA PROMJENE UKUPNE KOLIČINE VODE U KOLONI SA PIJESKOM



MJERNA INSTALACIJA I METODE MJERENJA ODREĐIVANJE KOEFICIJENTA INFILTRACIJE



- Darsijev zakon

$$Q = -k \frac{\Delta \Pi}{\Delta L} A = -k \frac{H}{L} A$$

- Jednačina održanja mase

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{A \cdot dH}{dt}$$

- jednačina za proračun koeficijenta infiltracije

$$k = \frac{\Delta L}{t_2 - t_1} \ln\left(\frac{h_2}{h_1}\right)$$

sitan pijesak

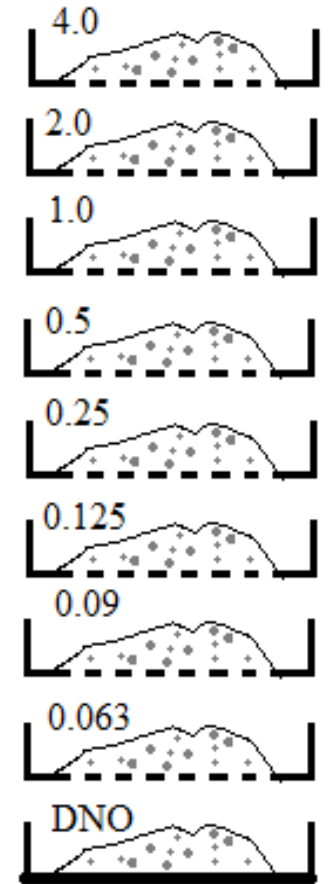
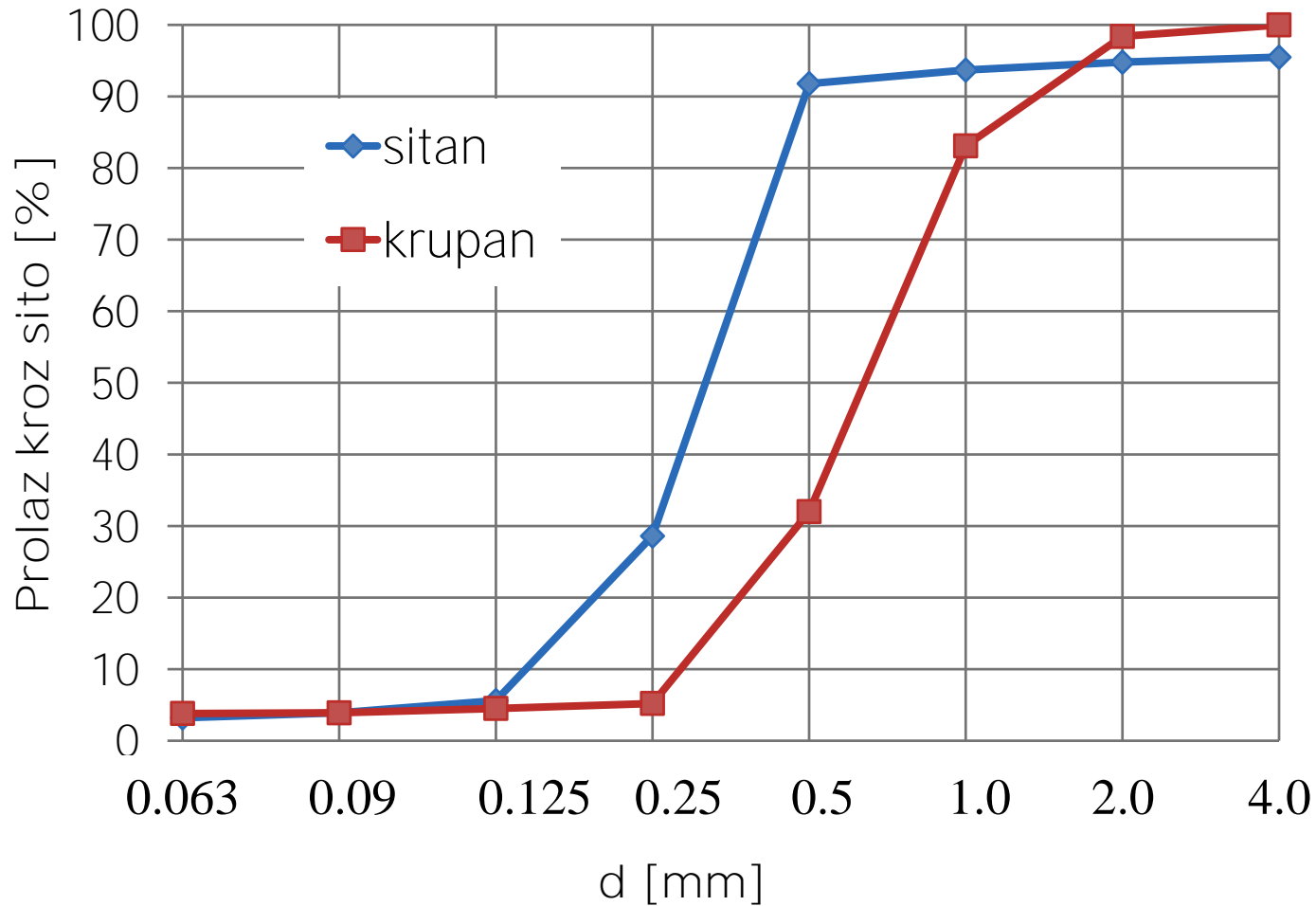
$k = 18.9$ m/dan

krupan pijesak

$k = 3.23$ m/dan



MJERNA INSTALACIJA I METODE MJERENJA ISPITIVANJE GRANULOMETRIJSKOG SASTAVA PIJESKA METODOM SUVOG SIJANJA



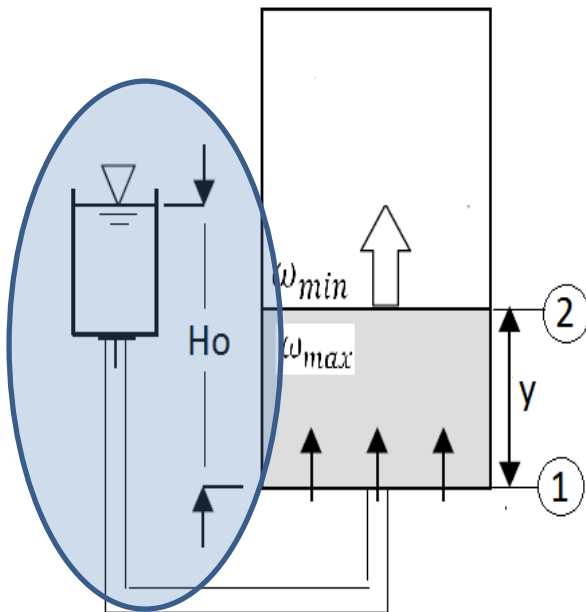
RAČUNSKI MODEL

INVERZNI GREEN AMPT METOD

○ Pretpostavke metode:

- **Vlažni** front je **tačno** definisan
- **Vlažnost** u sloju iznad i ispod **vlažnog** fronta je konstantna
- Raspored vlage po sloju je uniforman

Ništa od ovih pretpostavki nije ispunjeno na modelu!



○ Dinamička jednačina

$$q(t) = -k \cdot \frac{d\psi}{y}$$

○ Jednačina kontinuiteta

$$dy(\omega_{max} - \omega_{min}) = q(t)dt$$

○ Osnovna jednačina Green Ampt metode

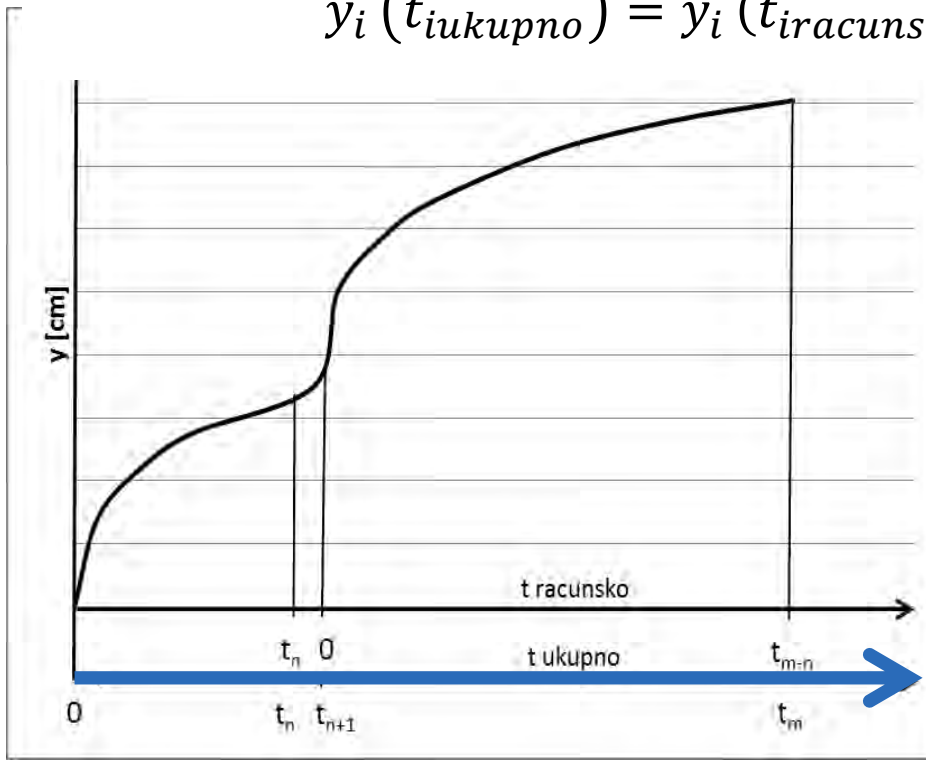
$$-\frac{y}{h_k + H_0} - \ln\left(1 - \frac{y}{h_k + H_0}\right) = \frac{kt}{(\omega_{max} - \omega_{min})(h_k + H_0)}$$

RAČUNSKI MODEL

INVERZNI GREEN AMPT METOD

- vrijeme infiltracije, t_m , je podijeljeno na dva intervala:
 - 1) $0 \leq t \leq t_n$ kada je $H_0^1 = 0 \text{ cm}$
 - 2) $t_{n+1} \leq t \leq t_m$ kada je $H_0^2 = 20 \text{ cm}$
- Korekcije y_i za trenutke $t_i \in [t_{n+1}, t_m]$

$$y_i(t_{i\text{ukupno}}) = y_i(t_{i\text{racunsko}}) + y_n(t_n)$$



- Ukupno vrijeme
 $t_{i\text{ukupno}} = t_{i\text{racunsko}} + t_n$
- Korekcija za H_0
 $H_0^2 = 20 - y_n$ [cm]
- Promjena ukupne zapremine

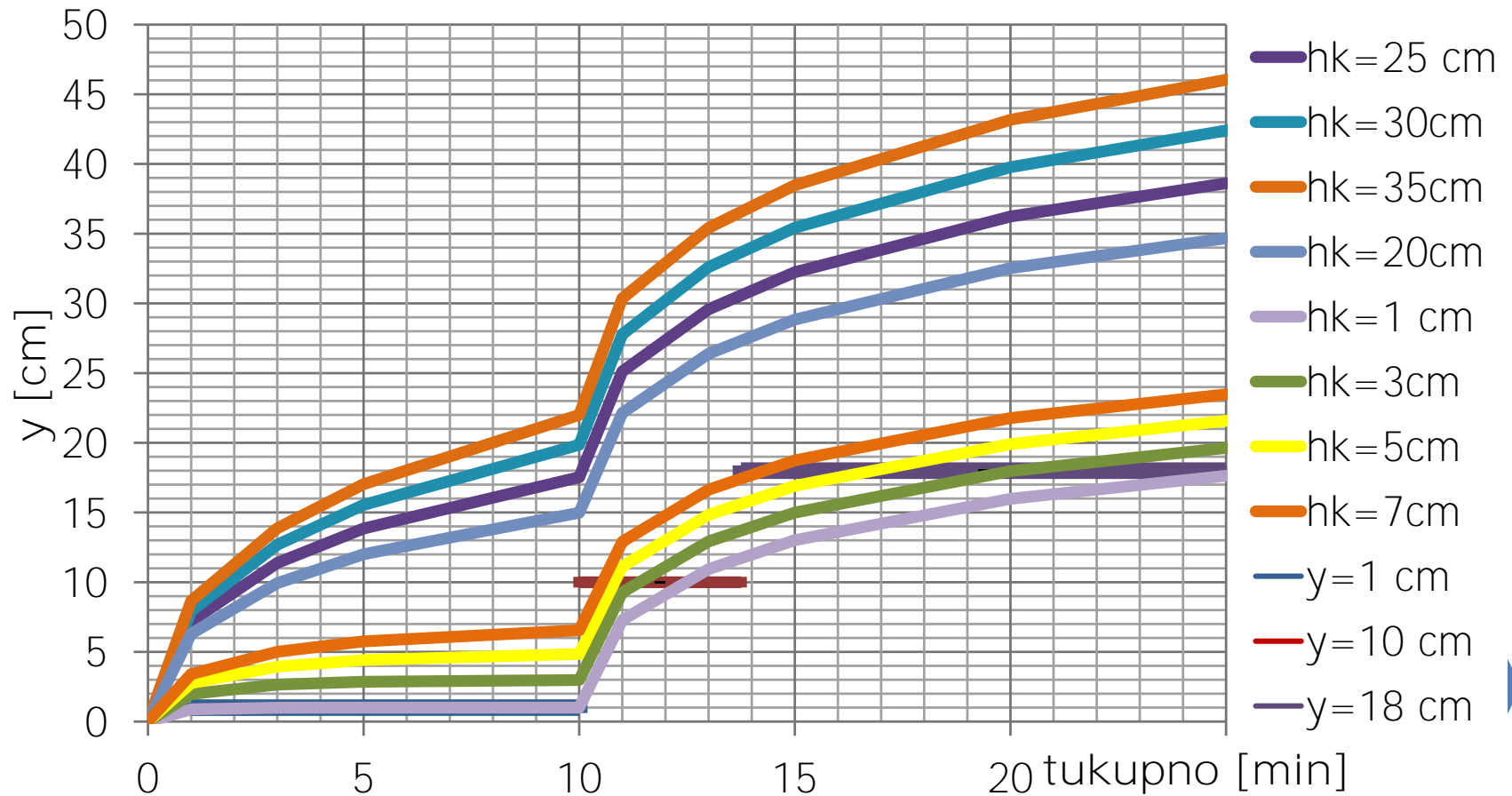
$$\Delta V_i = y_i \cdot \frac{D^2 \pi}{4} \cdot \omega_{\text{max}}$$



RAČUNSKI MODEL

REZULTATI ZA SITAN PIJESAK

○ Parametri Green Ampt-a ω_{\max} ω_0 k H_0 **hk**

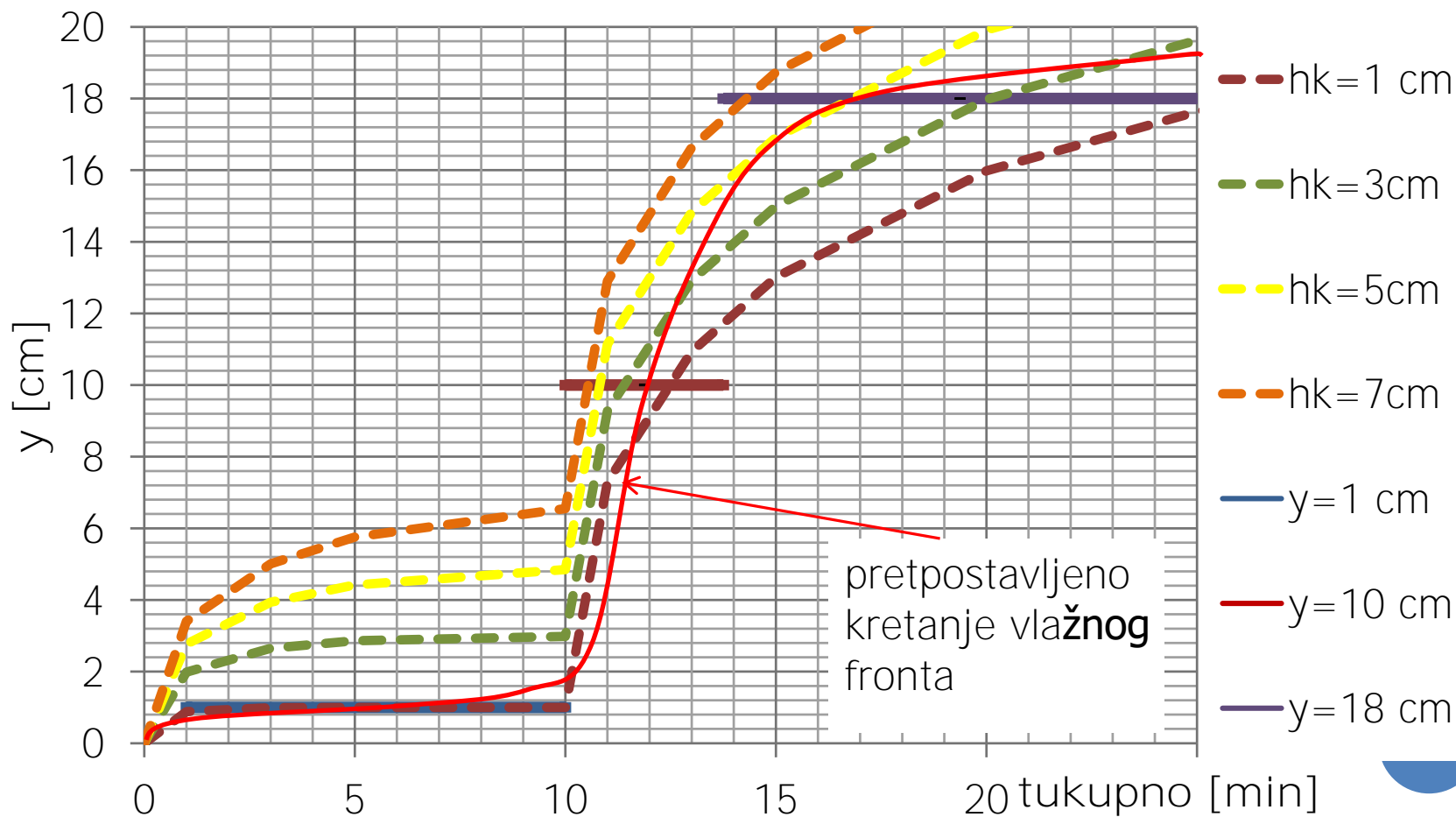


Pretpostavke metode:

Vlažni front je tačno definisan

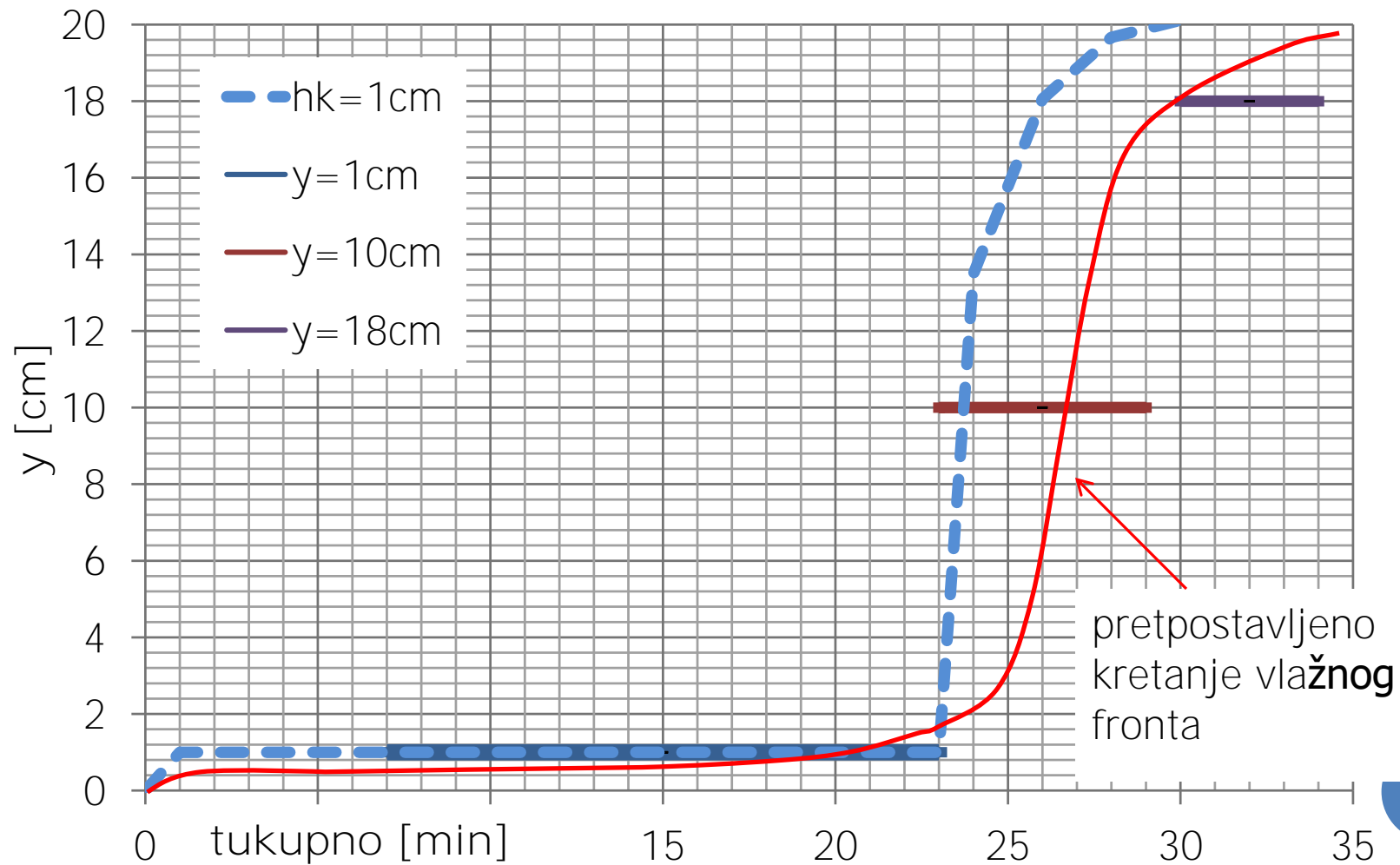
Vlažnost u sloju iznad i ispod vlažnog fronta ostaje konstantna

Raspored vlage po sloju je uniforman



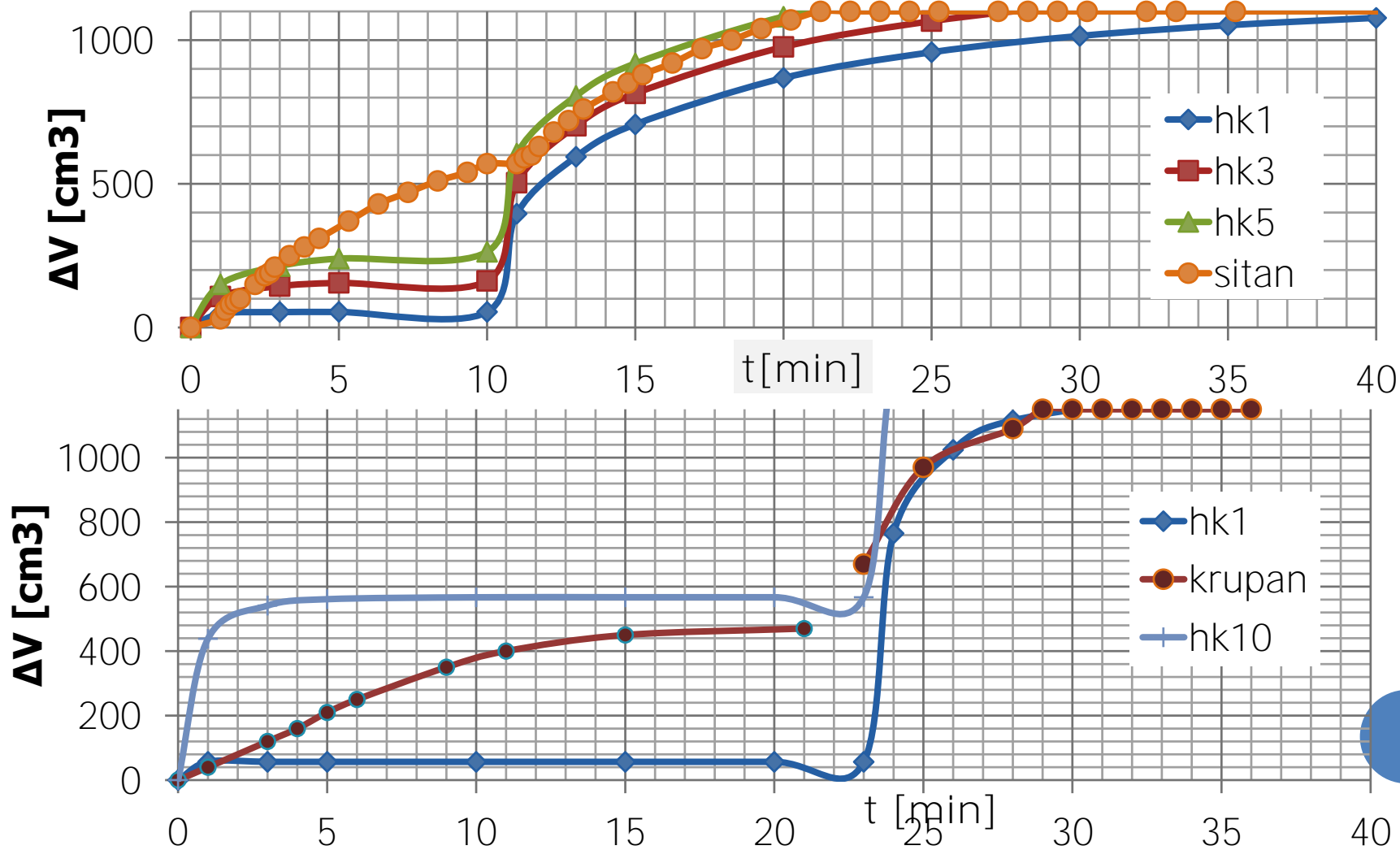
RAČUNSKI MODEL

REZULTATI ZA KRUPAN PIJESAK



RAČUNSKI MODEL

PROMJENE ZAPREMINE INFILTRIRANE VODE



ZAKLJUČCI

- Sonde ne bi trebalo pomjerati dok traje mjerenje
- Svaku sondu posebno kalibrisati i posebno za svaki materijal
- Vodonepropusna „**futrola**“
- Dimenzije kolone za ispitivanje
- **Detaljniji računski model (razvučen front)**



MASTER RAD

Numeričko **modeliranje** i
laboratorijska verifikacija
vertikalne infiltracije
u pijesku

Student: Ana Đačić 597/11

Mentor: Miloš Stanić

