

11. Sand



Problem

- Dry sand is rather soft to walk on when compared to damp sand. However sand containing a significant amount of water becomes soft again. Investigate the parameters that affect the softness of sand.

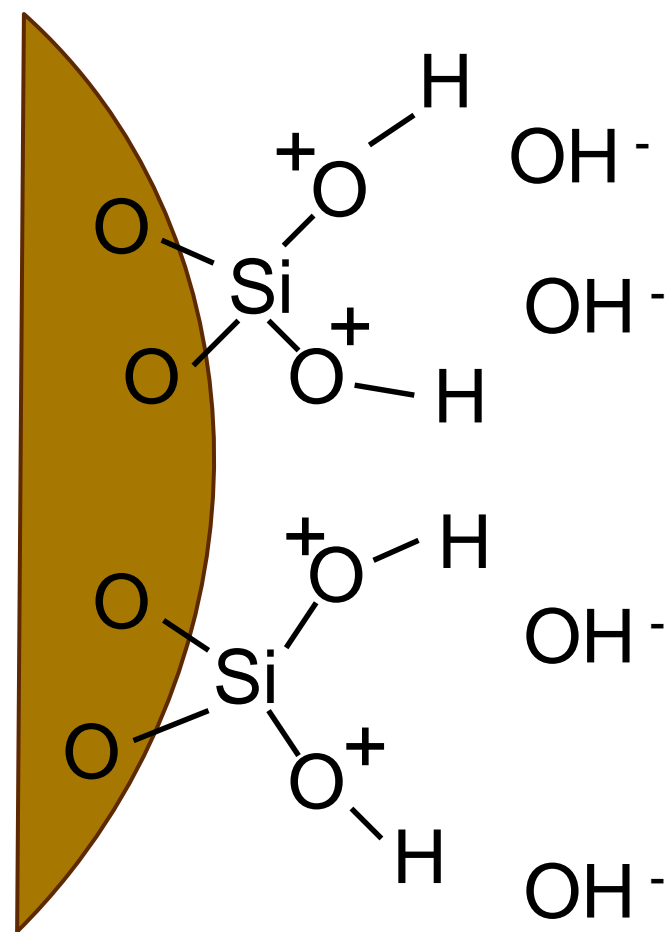
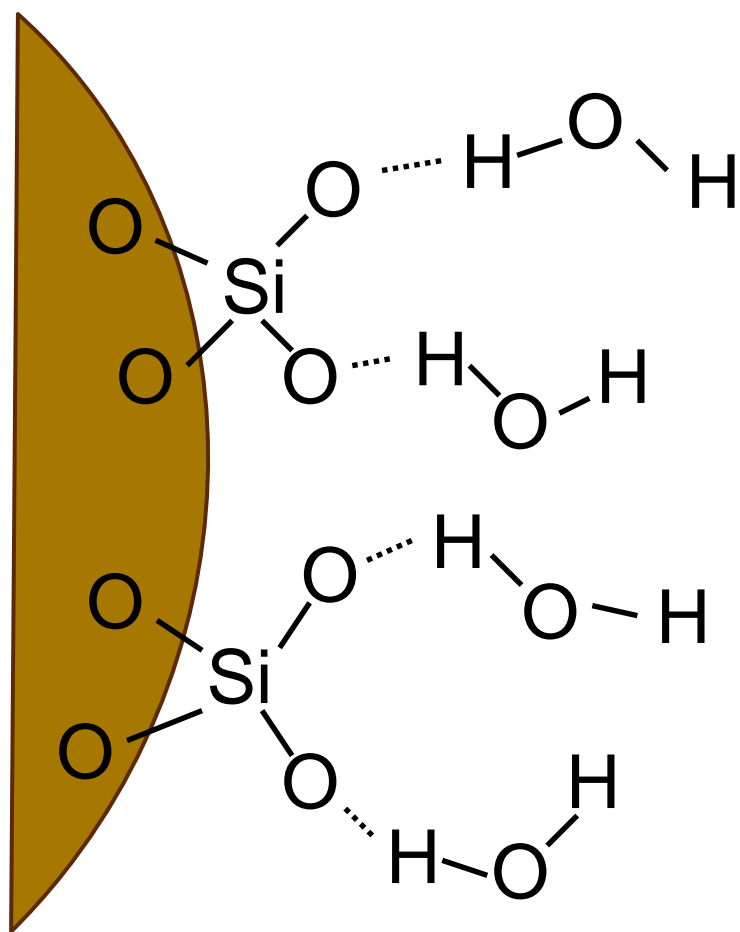
Sažetak

- Teorija
 - građa i struktura pijeska
 - ponašanje pod pritiskom
- Eksperiment
 - dvodimenzionalni prikaz
 - utonuće u ovisnosti o masi
 - aparatura
 - različiti parametri
- Rezultati i rasprava
- Zaključak

Teorija

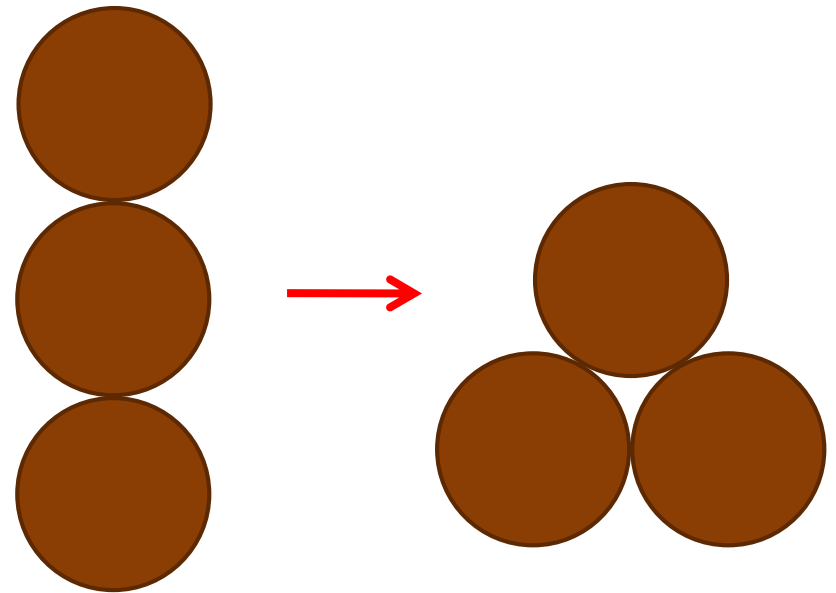
- Struktura pijeska
 - silikatna zrnca
 - elektrostatska privlačenja s vodom – razmjena H^+ iona
 - nepravilni oblik – nemogućnost gustog slaganja
- Struktura smjese pijeska i vode
 - tri faze količine vode
 - fazni prijelazi
- Primitivni model

Elektrostatsko privlačenje s vodom



Smjesa pijeska i vode

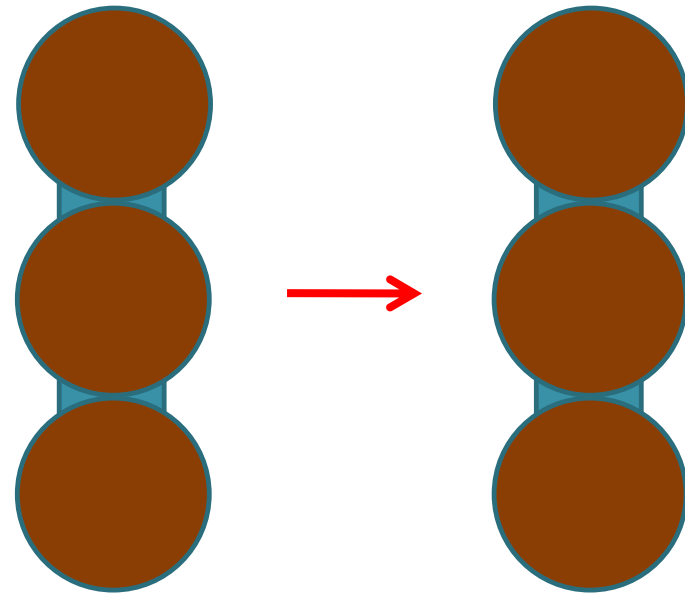
- Suho
 - tekućina
 - rahla struktura – puno šupljina
 - zrak u šupljinama
 - najslobodnije gibanje zrnaca
 - samo trenje među neravninama zrnaca



- kolabiranje kula i zidova

Smjesa pijeska i vode

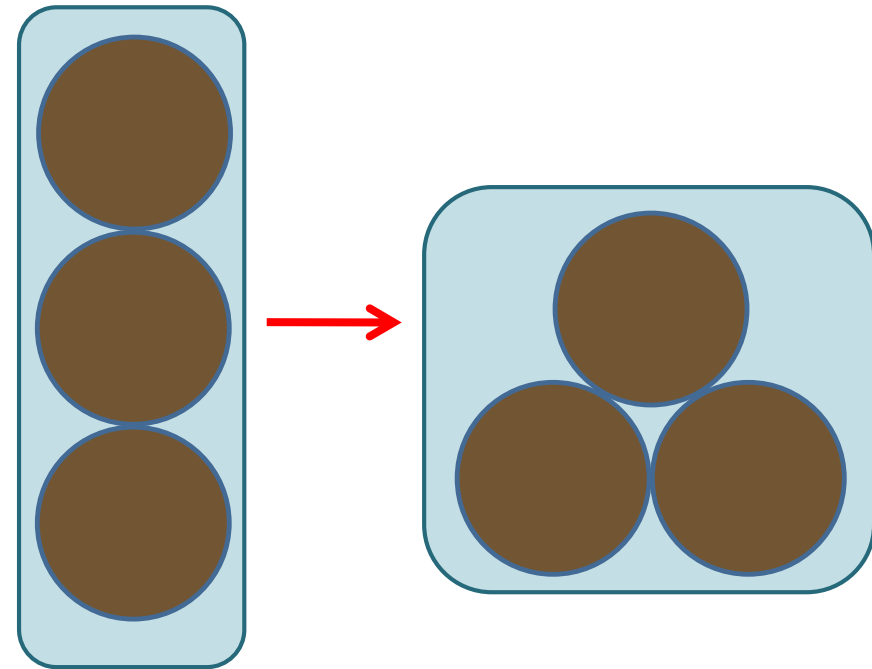
- Vlažno
 - mekana krutina
 - gusta struktura – malo šupljina
 - zrak u šupljinama
 - vodeni mostovi na diralištima zrnaca



- stabilne kule i zidovi

Smjesa pijeska i vode

- Mokro
 - tekućina
 - voda u šupljinama –
lubrikacija
 - gusta struktura – malo
šupljina
 - preferirani smjerovi
gibanja pod pritiskom



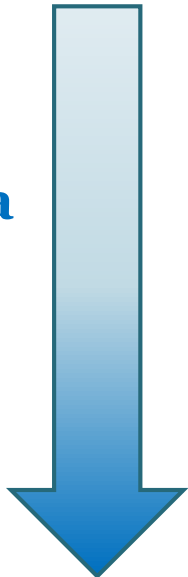
- kolabiranje kula i
zidova

Smjesa pijeska i vode

Suho \longrightarrow Vlažno \longrightarrow Mokro

- 2 fazna prijelaza - teško ih odrediti kvantitativno

**Količina
vode**

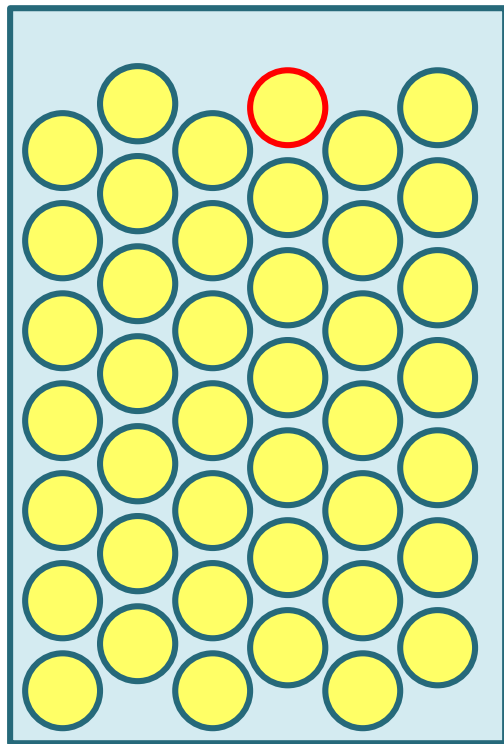


- 1. prijelaz - stvaranje vodenih mostova
- vlažno – povećava se volumen mostova – ostaju sva svojstva pijeska
- 2. prijelaz – likvifikacija pijeska (odroni)

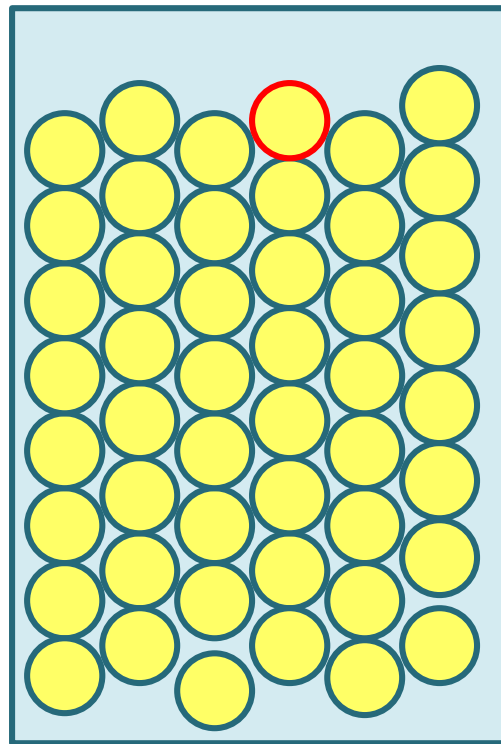
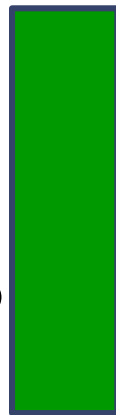
Teorijski model

- Zrnca aproksimirana kuglicama
- Tri faze pijeska pod pritiskom
- Pretpostavke:
 - **gustoća slaganja zrnaca**
 - rahlo u suhom, gusto u vlažnom i mokrom
 - **sloboda kretanja**
 - zrnca suhog i mokrog slobodno teku, a zrnca vlažnog se drže privlačnim silama
 - **privlačne sile i trenje**
 - elektrostatska privlačenja, vodeni tuneli, trenje između zrnaca pijeska

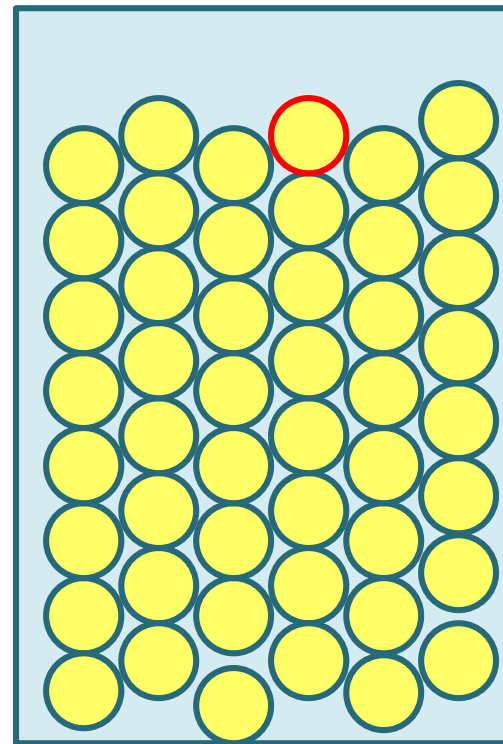
Suho



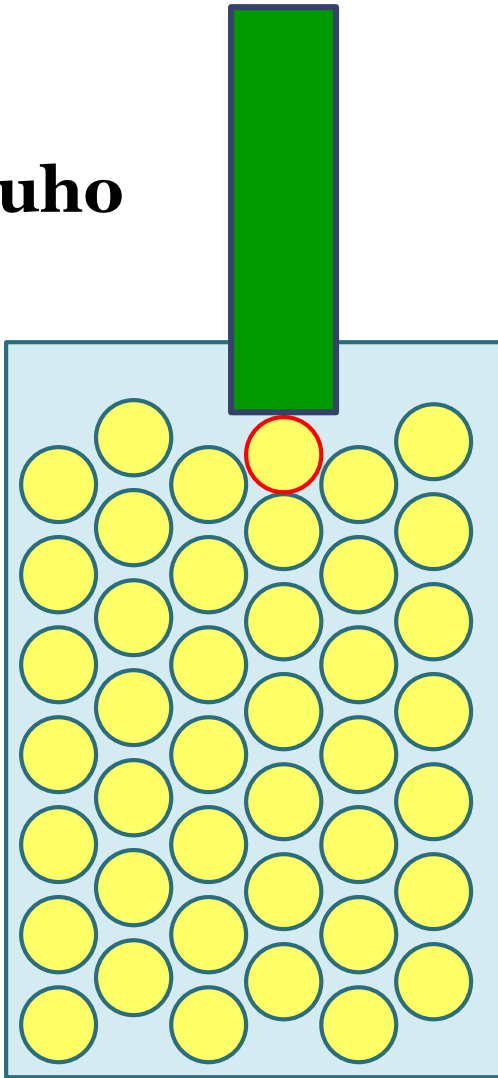
Vlažno



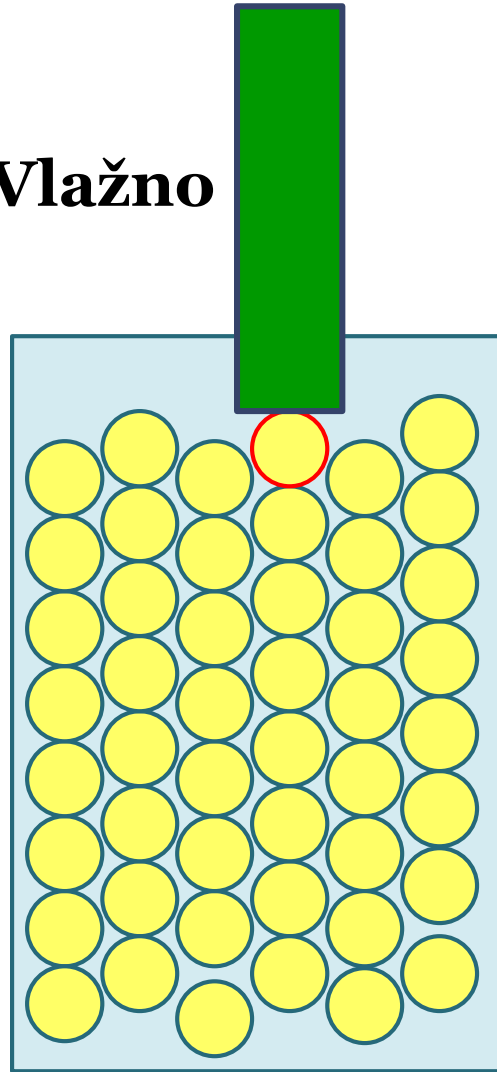
Mokro



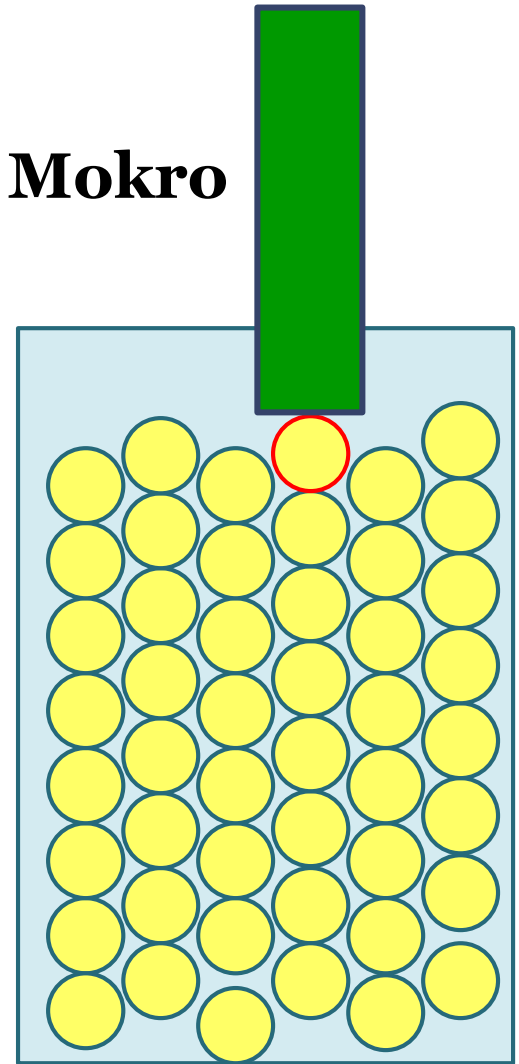
Suho



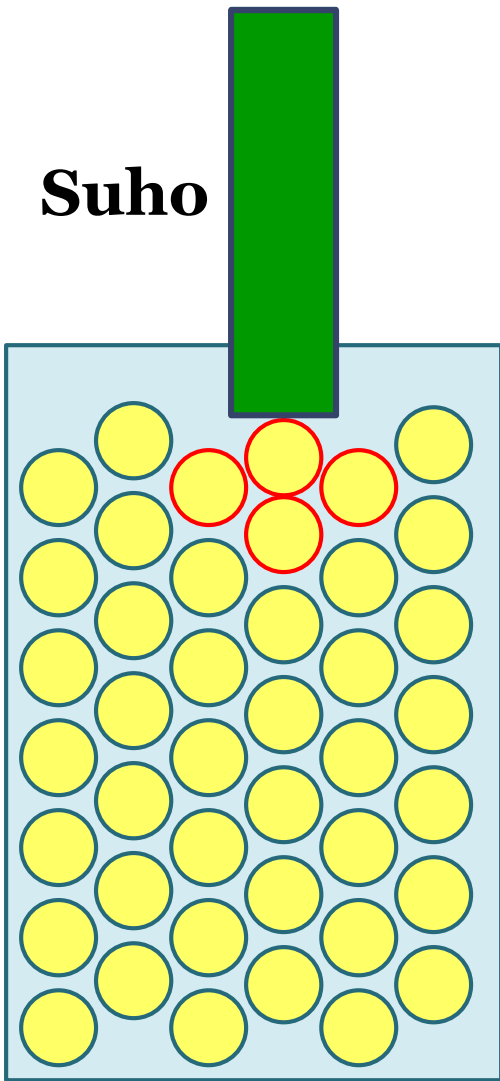
Vlažno



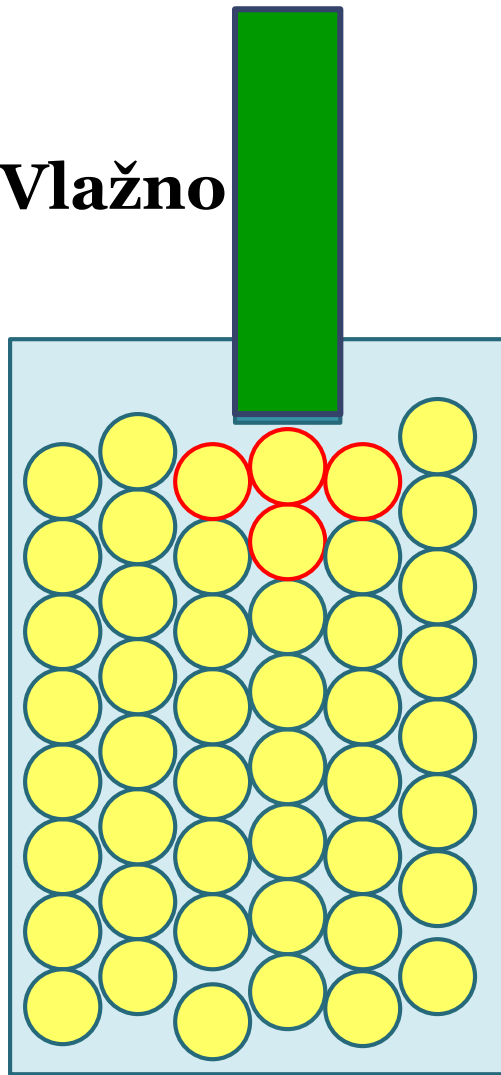
Mokro



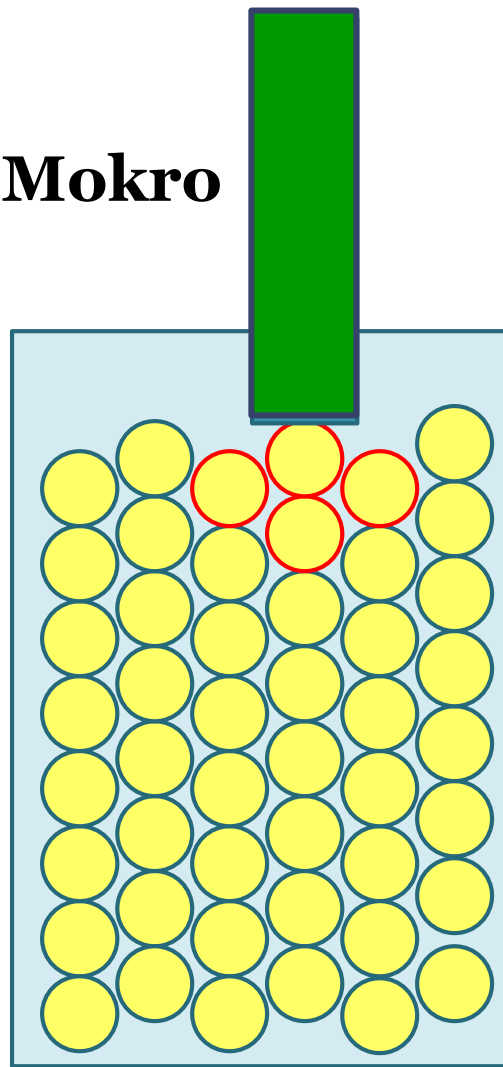
Suho



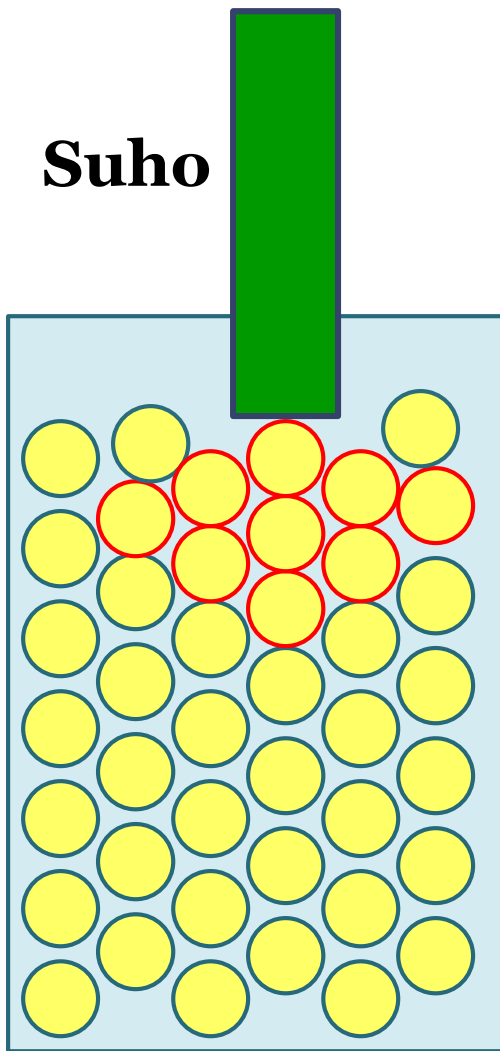
Vlažno



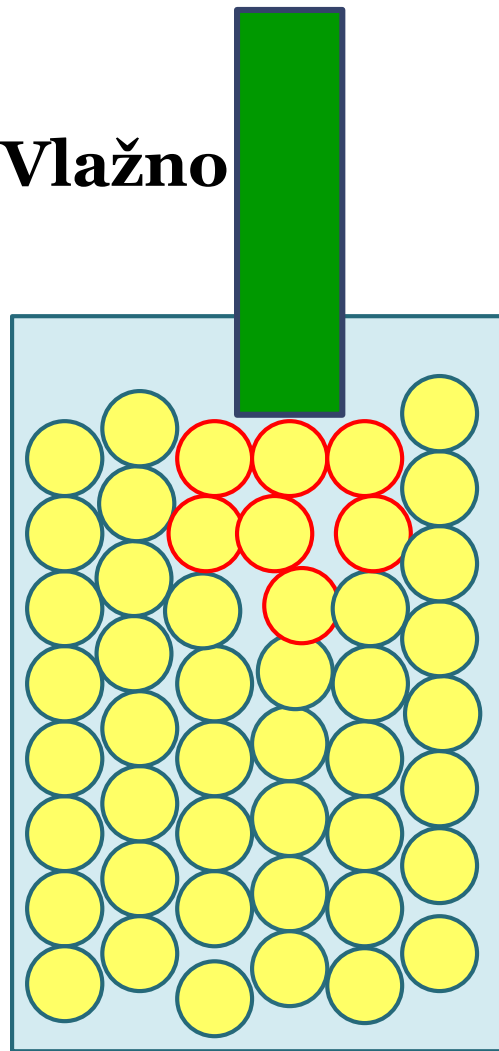
Mokro



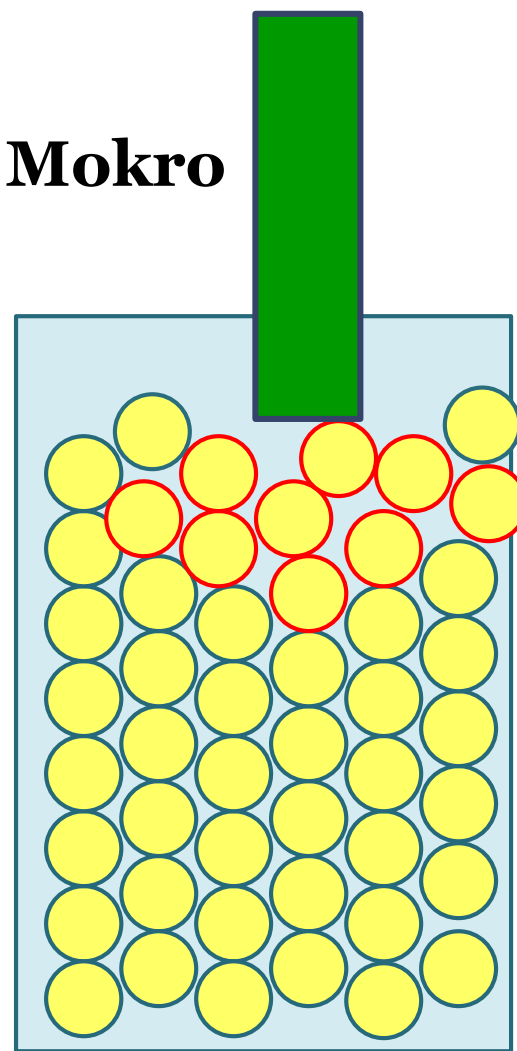
Suho



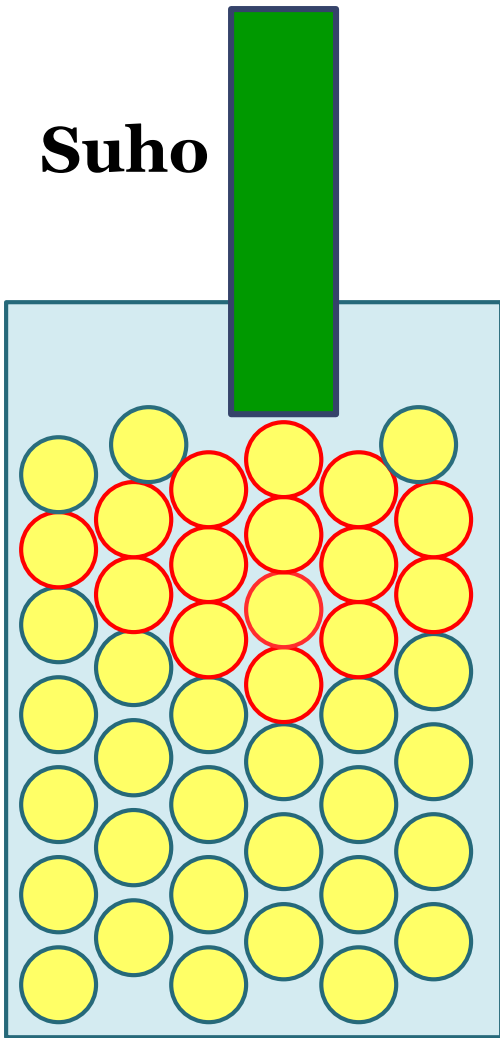
Vlažno



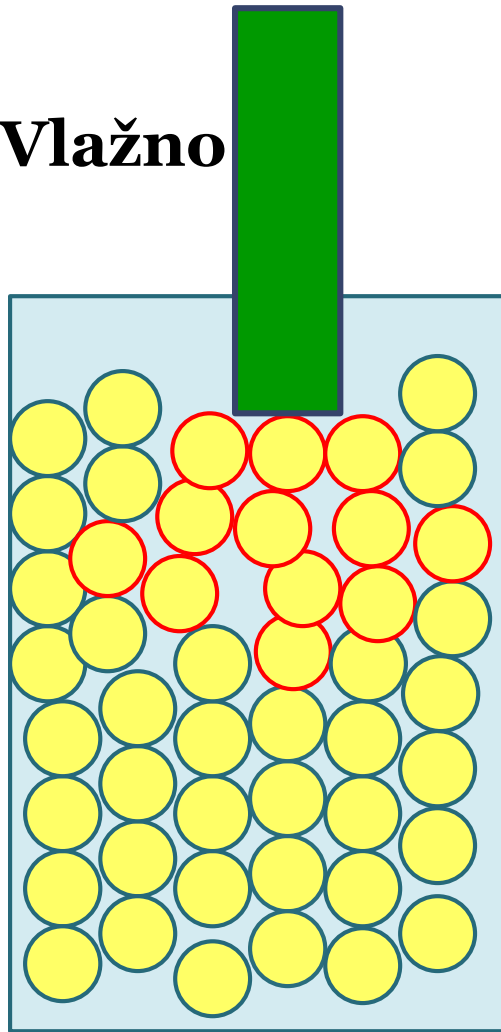
Mokro



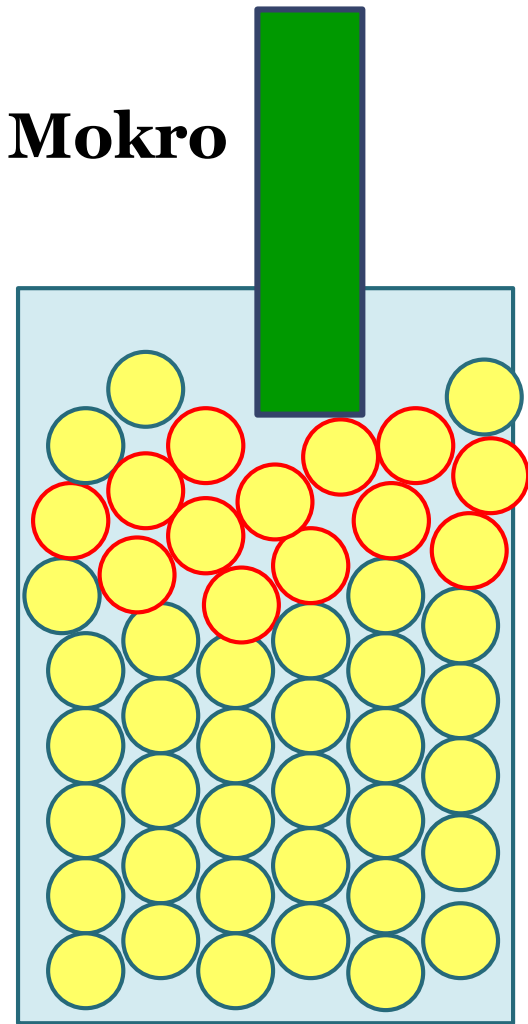
Suho



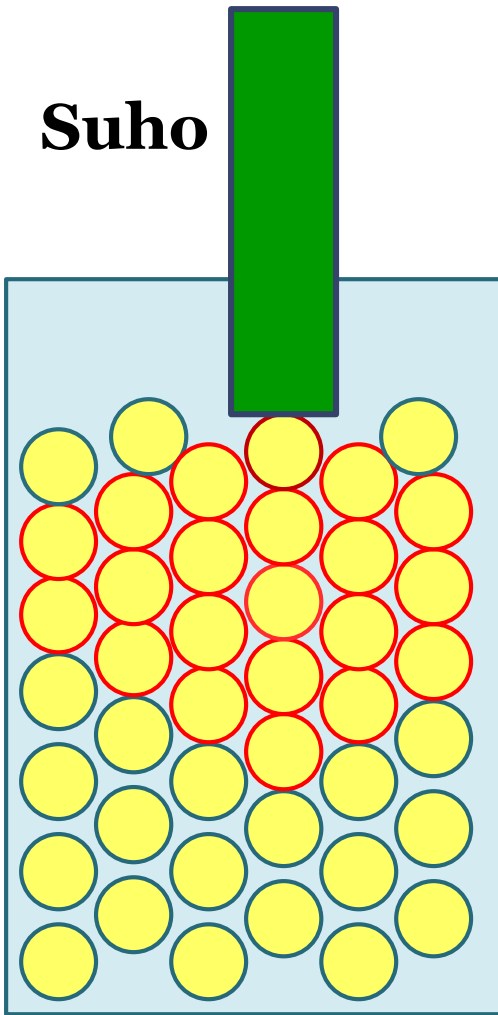
Vlažno



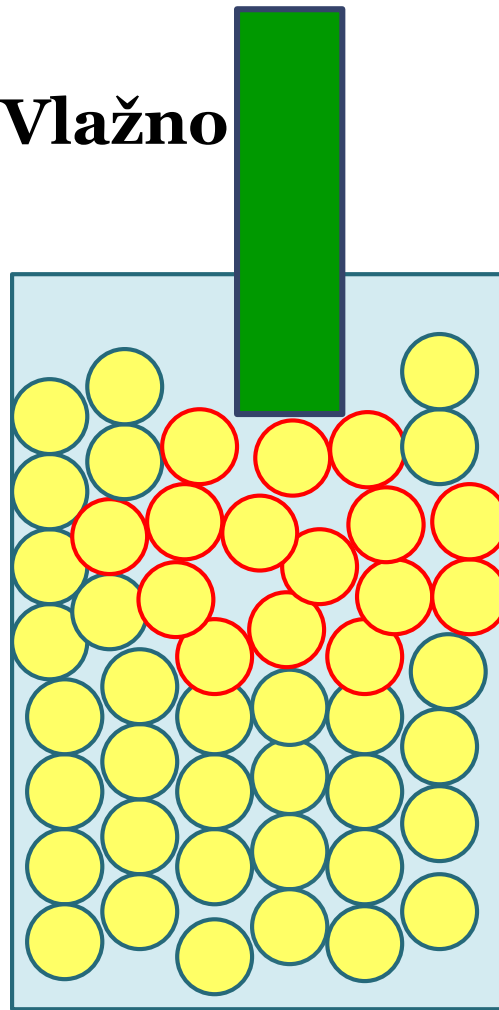
Mokro



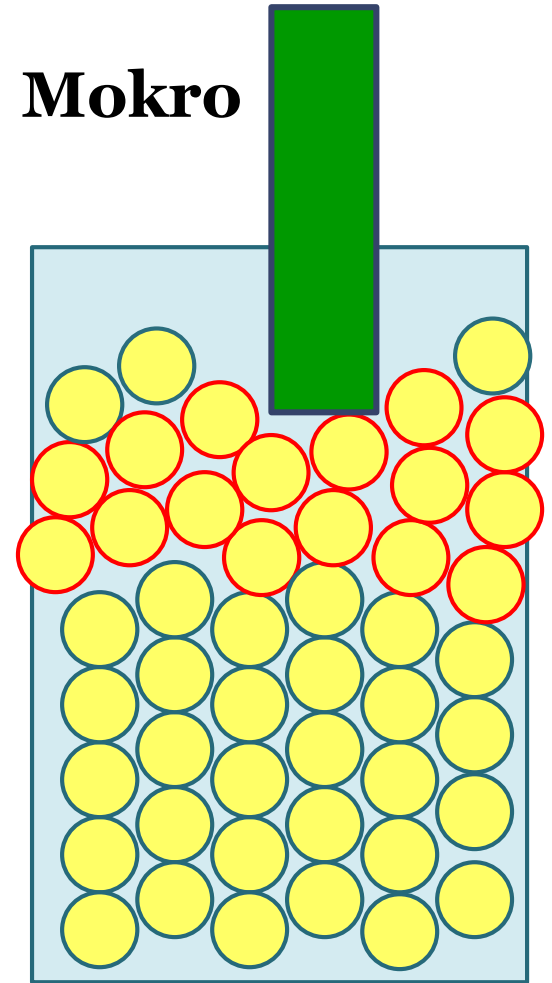
Suho



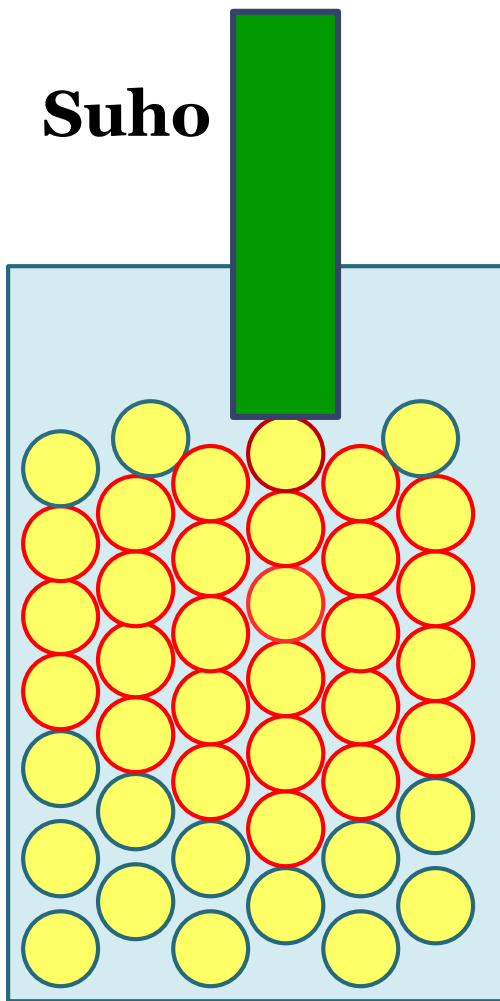
Vlažno



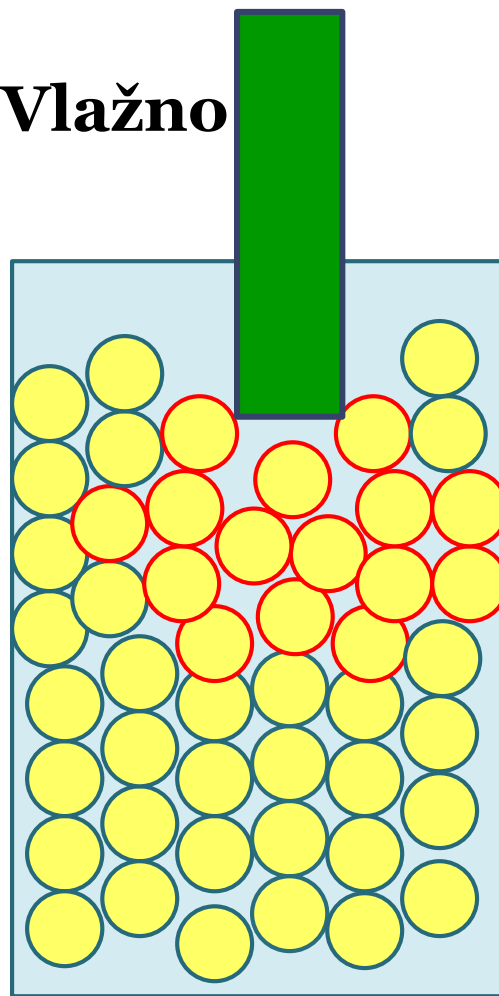
Mokro



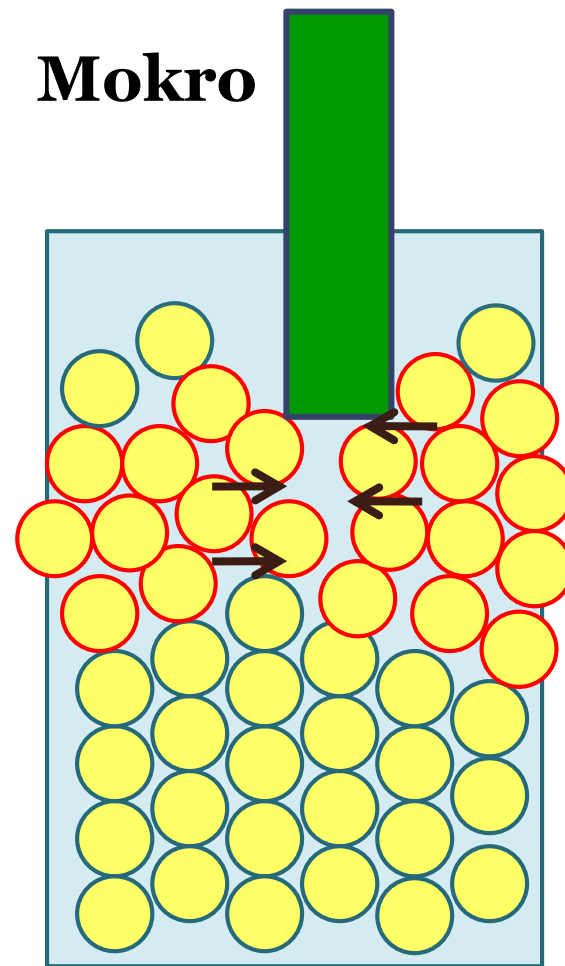
Suho



Vlažno



Mokro



Teorijska očekivanja

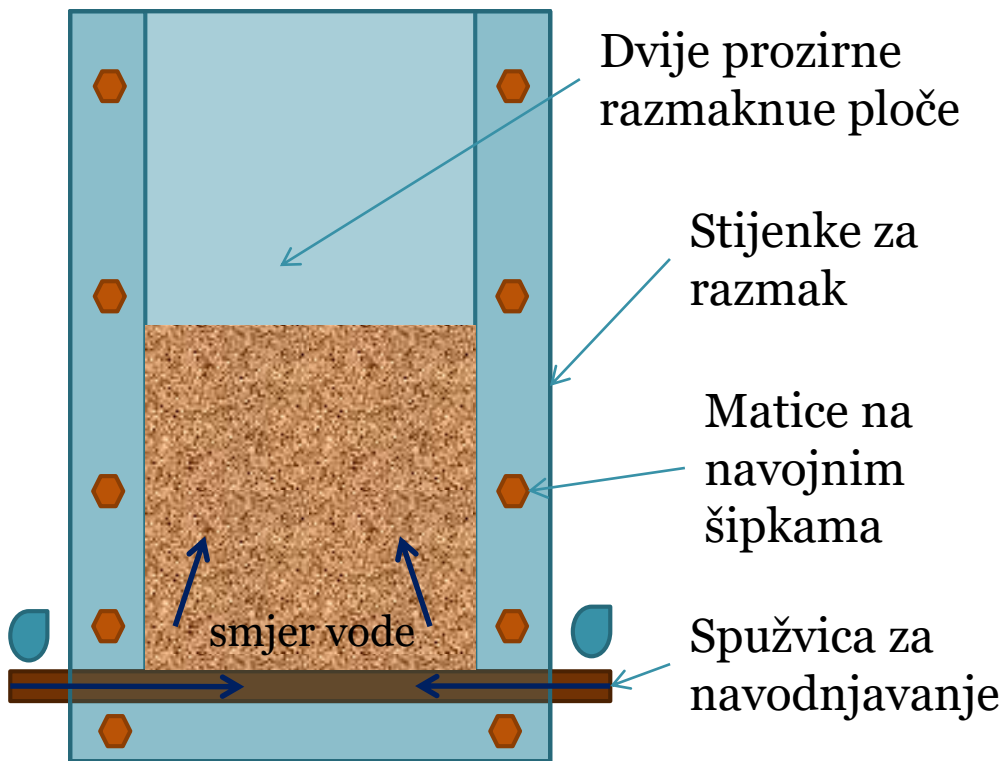
- Lakše poniranje u suhom i mokrom, teže u vlažnom
- Dublje i šire dopiranje poremećaja u suhom i mokrom nego vlažnom
- Podizanje razine pijeska u suhom i mokrom
- Kolabiranje strukture u suhom i mokrom nakon vađenja tijela, stabilna struktura u vlažnom
- Isušivanje područja oko pritiska u mokrom
- **Zbog elektrostatske prirode privlačnih sila površinska napetost nije ključna sila**

Dvodimenzionalni prikaz

- Mehanizam kretanja pijeska prilikom pritiska
- Linije obojanog pijeska
 - horizontalne – stlačivanje pijeska
 - vertikalne – širenje pijeska
- Snimanje fotoaparatom
- Pijesak pritiskan palicom širine sloja pijeska
- Navodnjavanje pijeska odozdo preko spužvice u aparaturi - kapilarnost

Dvodimenzionalni prikaz

- Aparatura



- Sabijanje slojeva



- Sabijanje slojeva



- Sabijanje slojeva



- Sabijanje slojeva

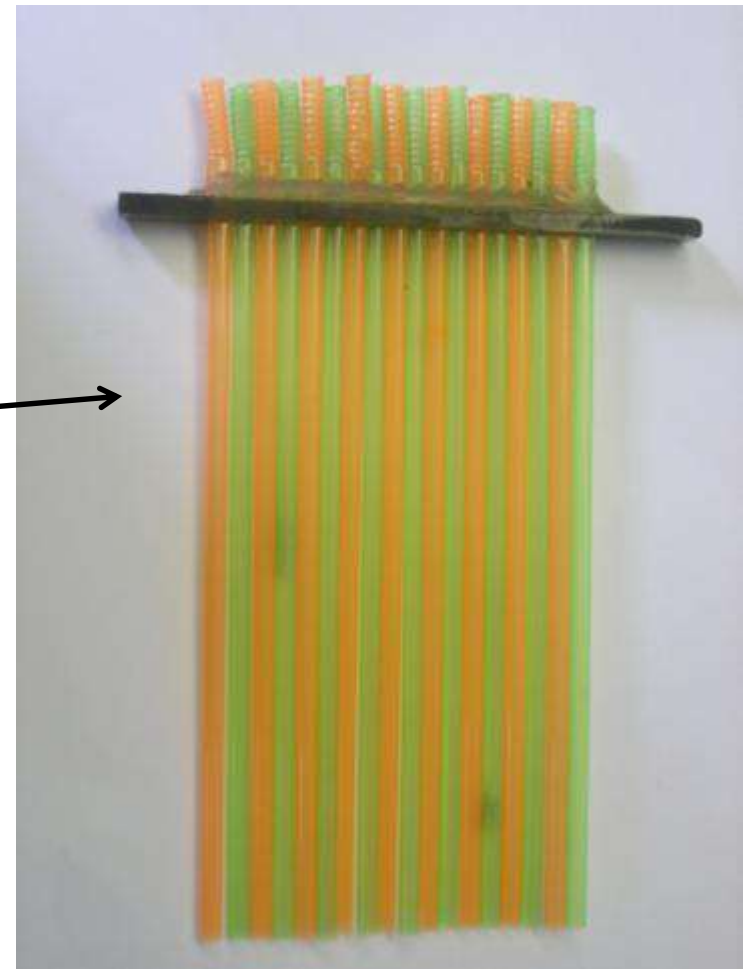


- Sabijanje slojeva



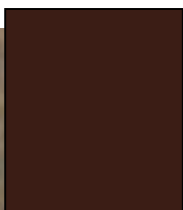
Dvodimenzionalni prikaz

- Vertikalno
 - vertikalne linije obojanog pijeska
 - pomoću sustava slamki
 - prikaz širenja pijeska pod pritiskom

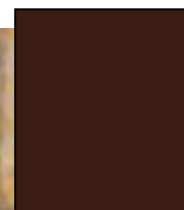


- Vertikalno

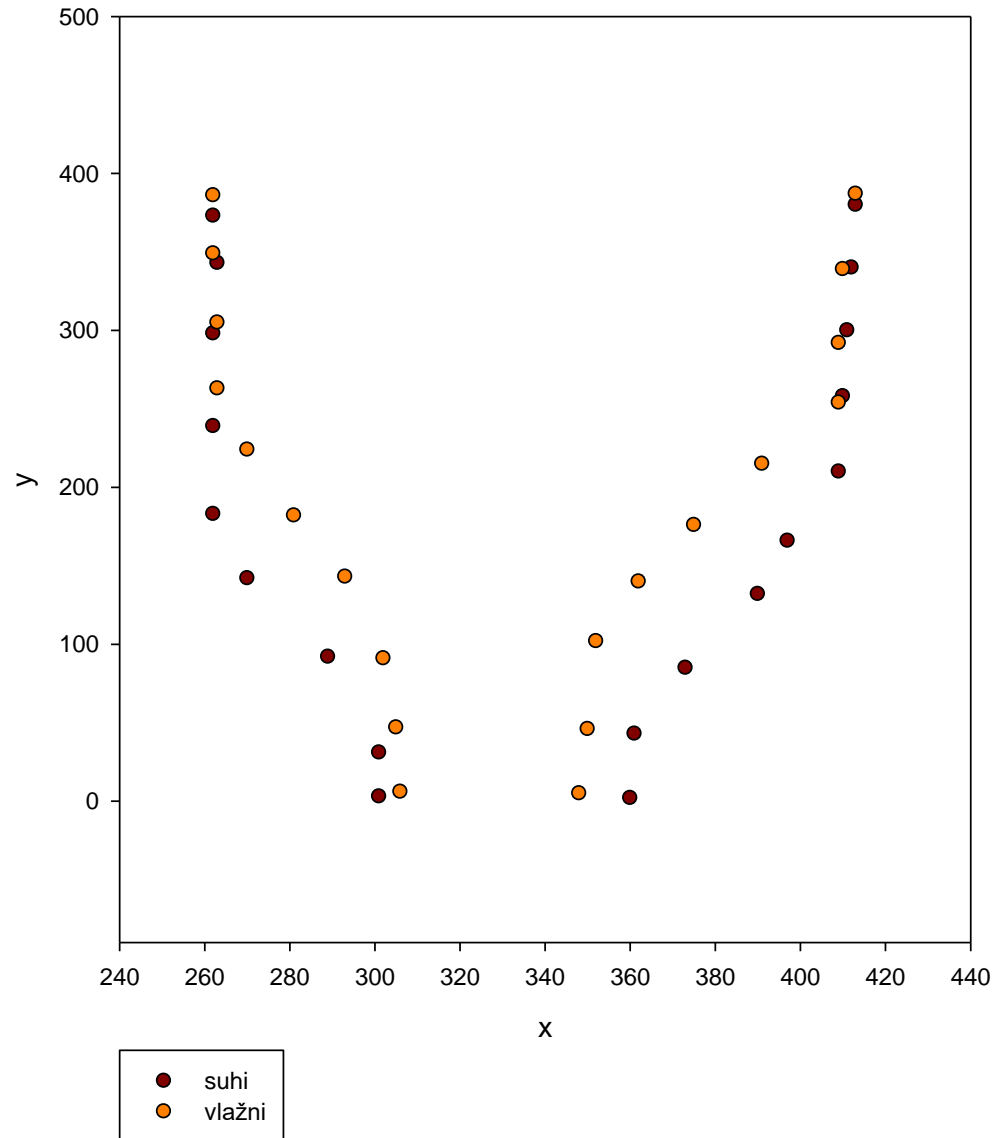
- Suhi pijesak



- Vlažni pijesak



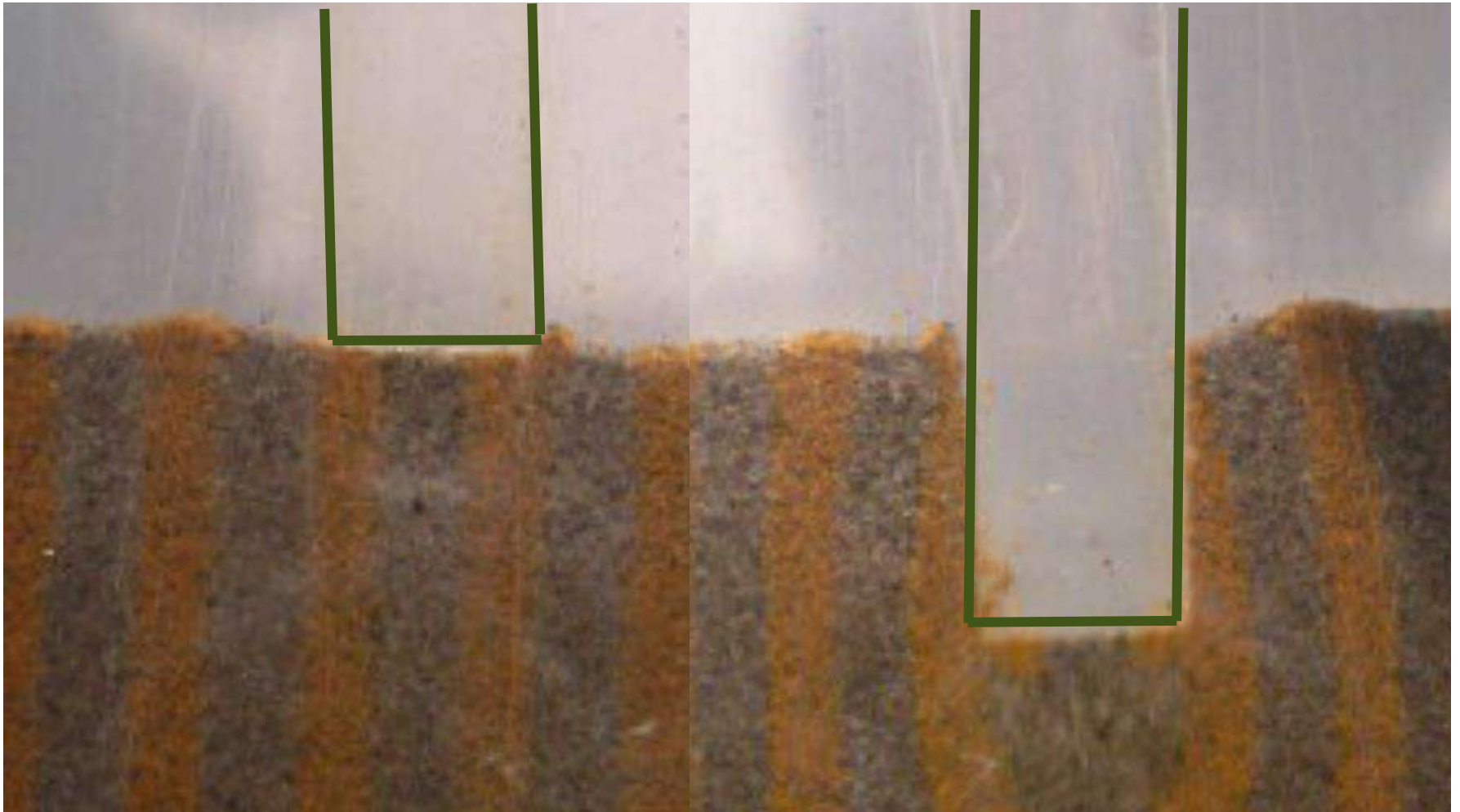
- poremećaj ide dublje i šire u suhom pijesku
- veća količina pijeska zahvaćena
- slaganje s teorijom



Podizanje razine pijeska - suho



Podizanje razine pijeska - vlažno

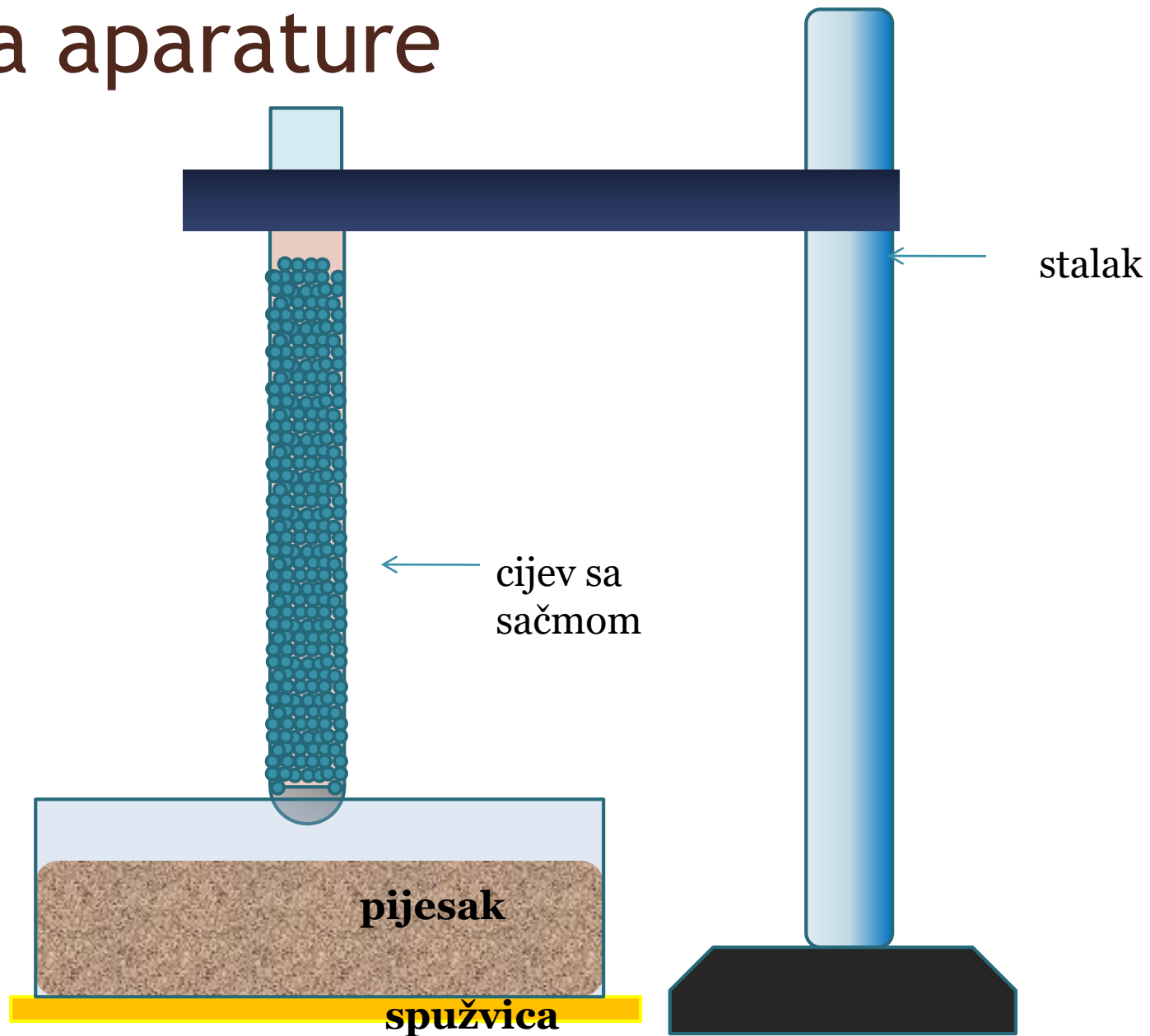


Ovisnost utonuća tijela o masi

- Aparatura
 - masa povećavana sačmom
 - konstantni poprečni presjek
 - pijesak navodnjavan spužvicom
 - suhi, vlažni i mokri s vodom, detergentom, glicerolom i uljem
 - različiti pijesci



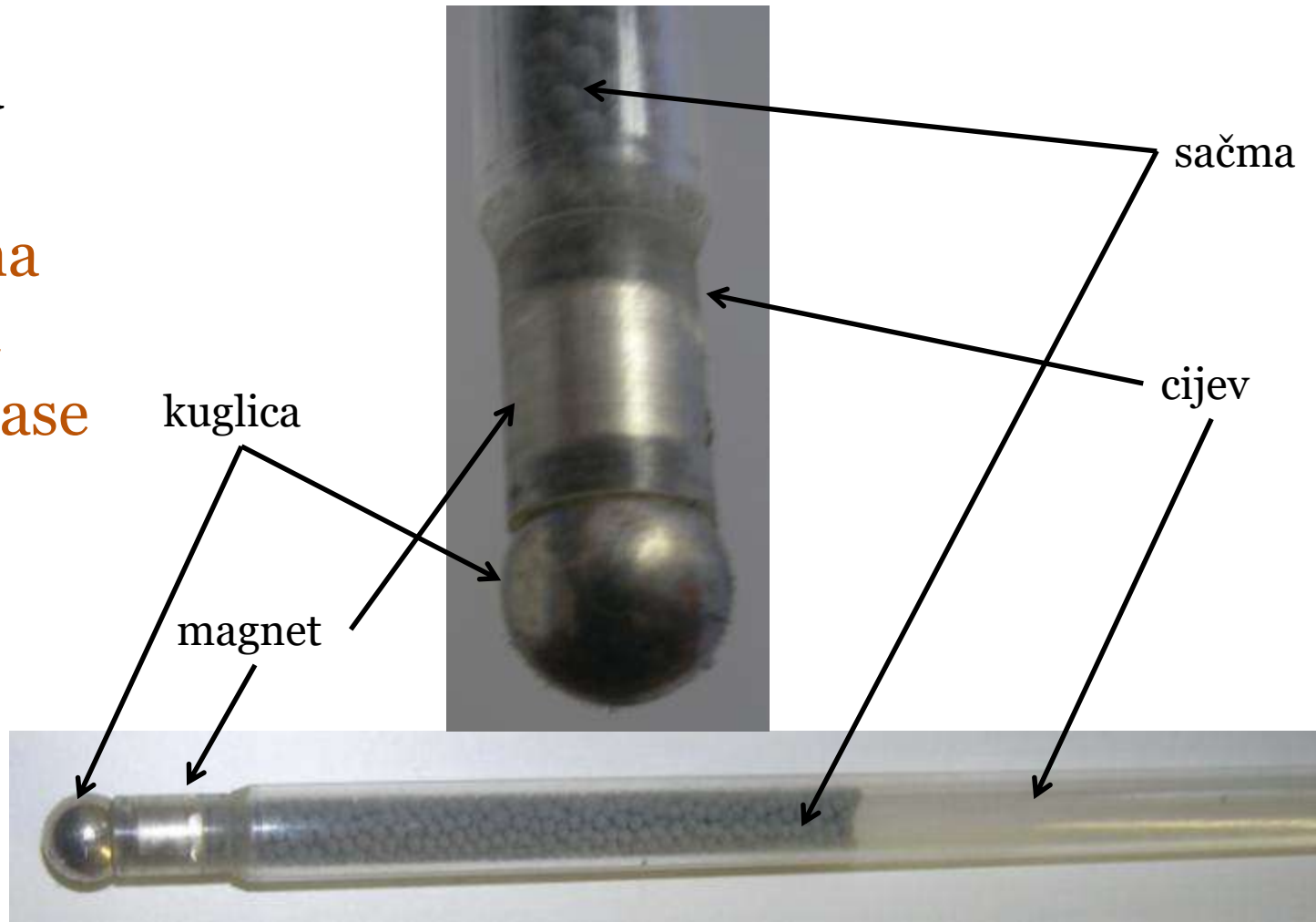
Shema aparature



Ovisnost utonuća tijela o masi

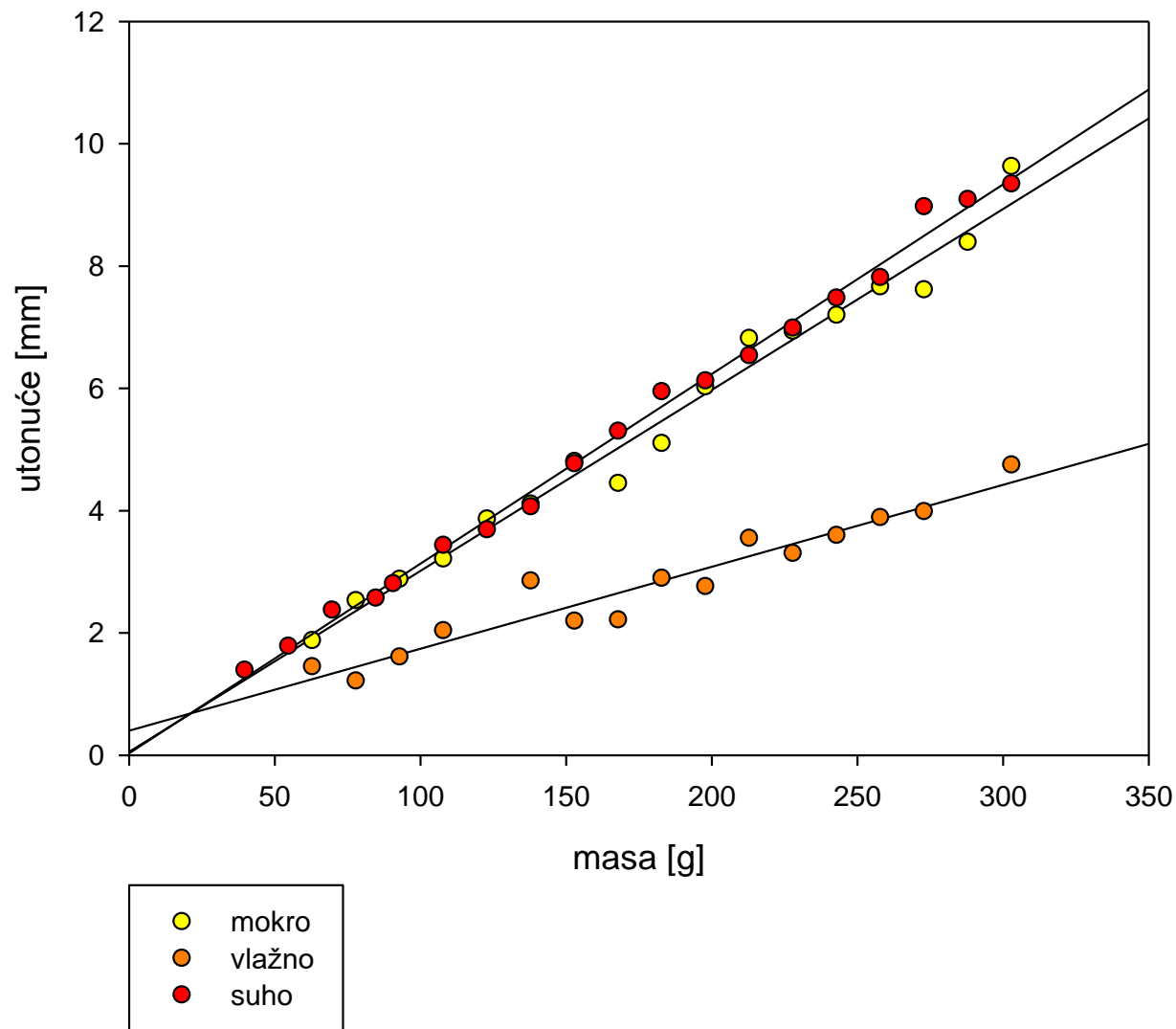
- Aparatura

- cijev
- kuglica na magnetu
- koraci mase po 15 g



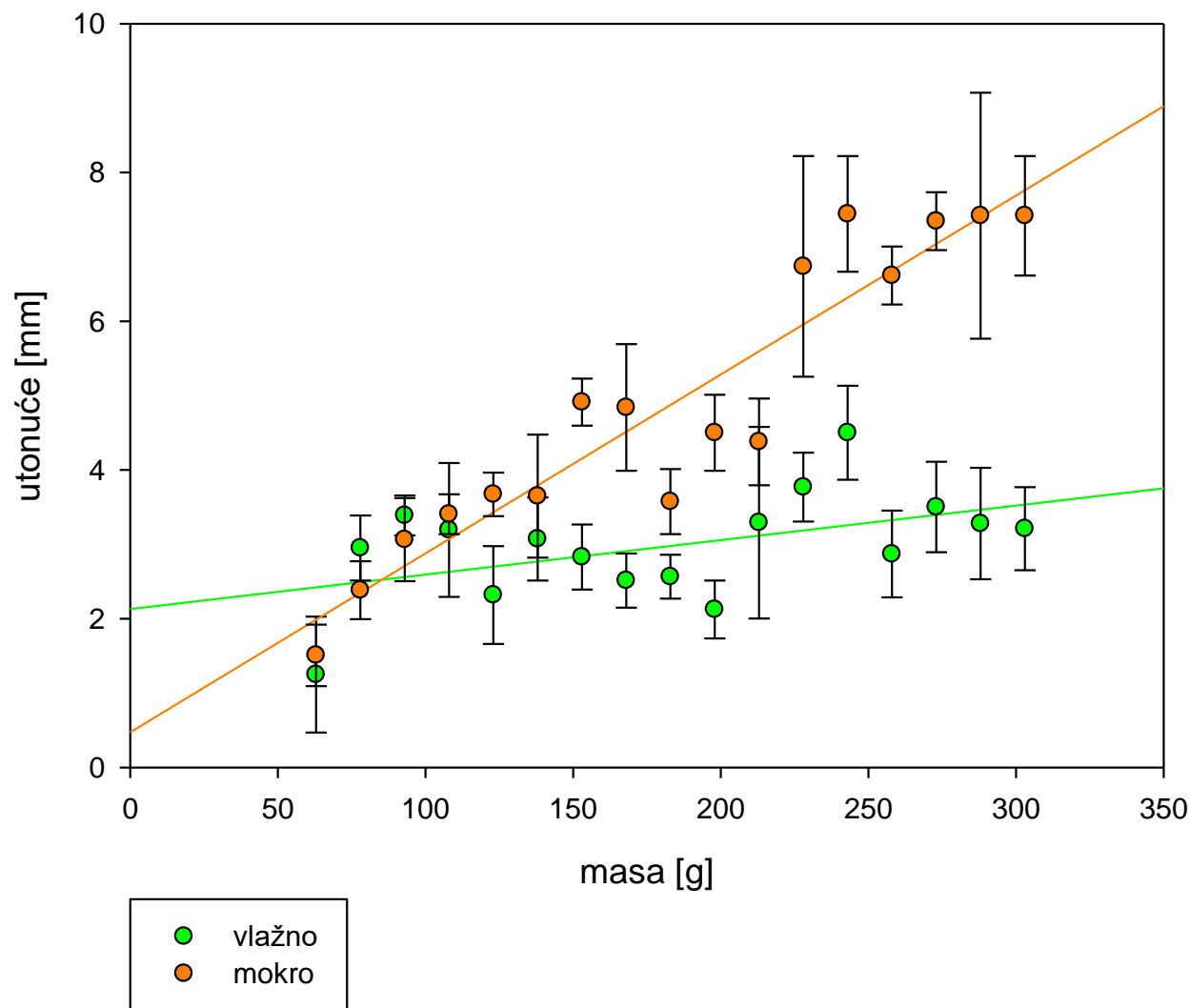
Graf ovisnosti utonuća o masi tijela

- linearno za dane vrijednosti
- mokro i suho jednako
- vlažno tvrđe



Utonuće mase - detergent

- linearna ovisnost osim za vrlo male mase
- razlika u mekoći pijeska za mokri i vlažni pijesak s detergentom



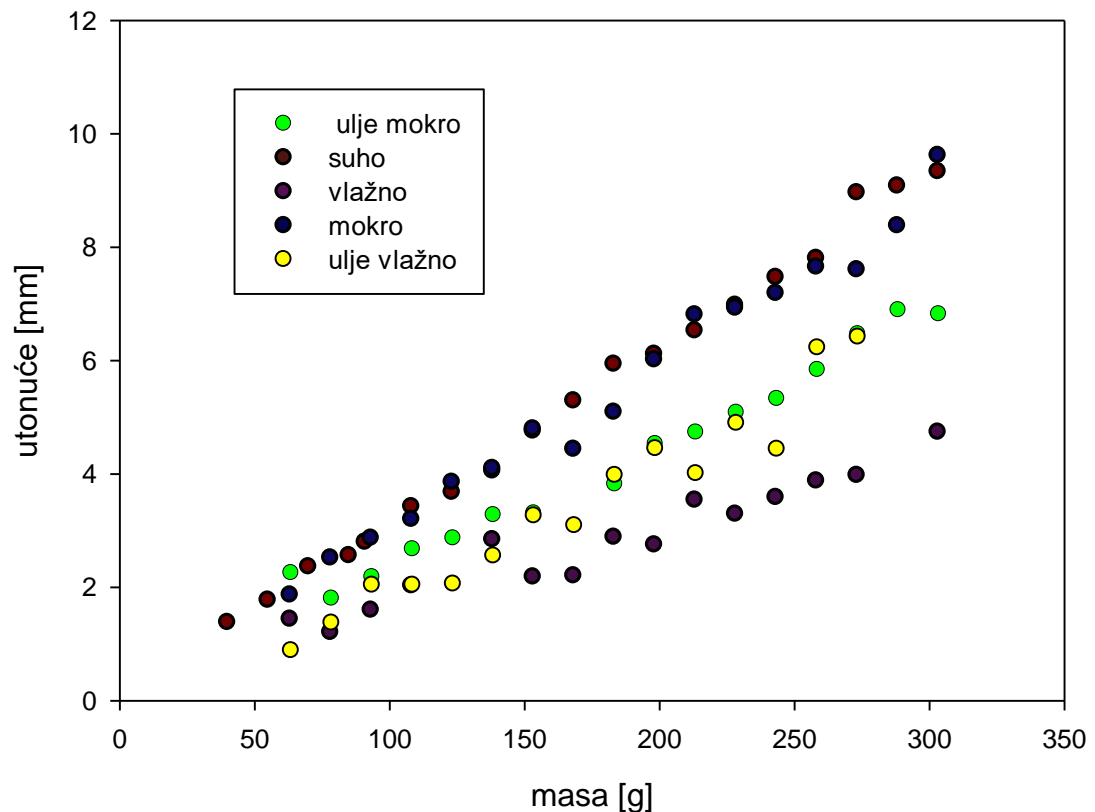
Utonuće mase - glicerol

- ovisnost utonuća o viskoznosti tekućine
- tvrdoća pijeska proporcionalna viskoznosti tekućine

{graf glicerol}

Utonuće mase - ulje

- mokri i vlažni pijesak s uljem pokazuju istu tvrdoću
- jak utjecaj polarnosti tekućine
- tvrđe od suhog zbog veće viskoznosti ulja
- potvrda elektrostatske prirode privlačenja



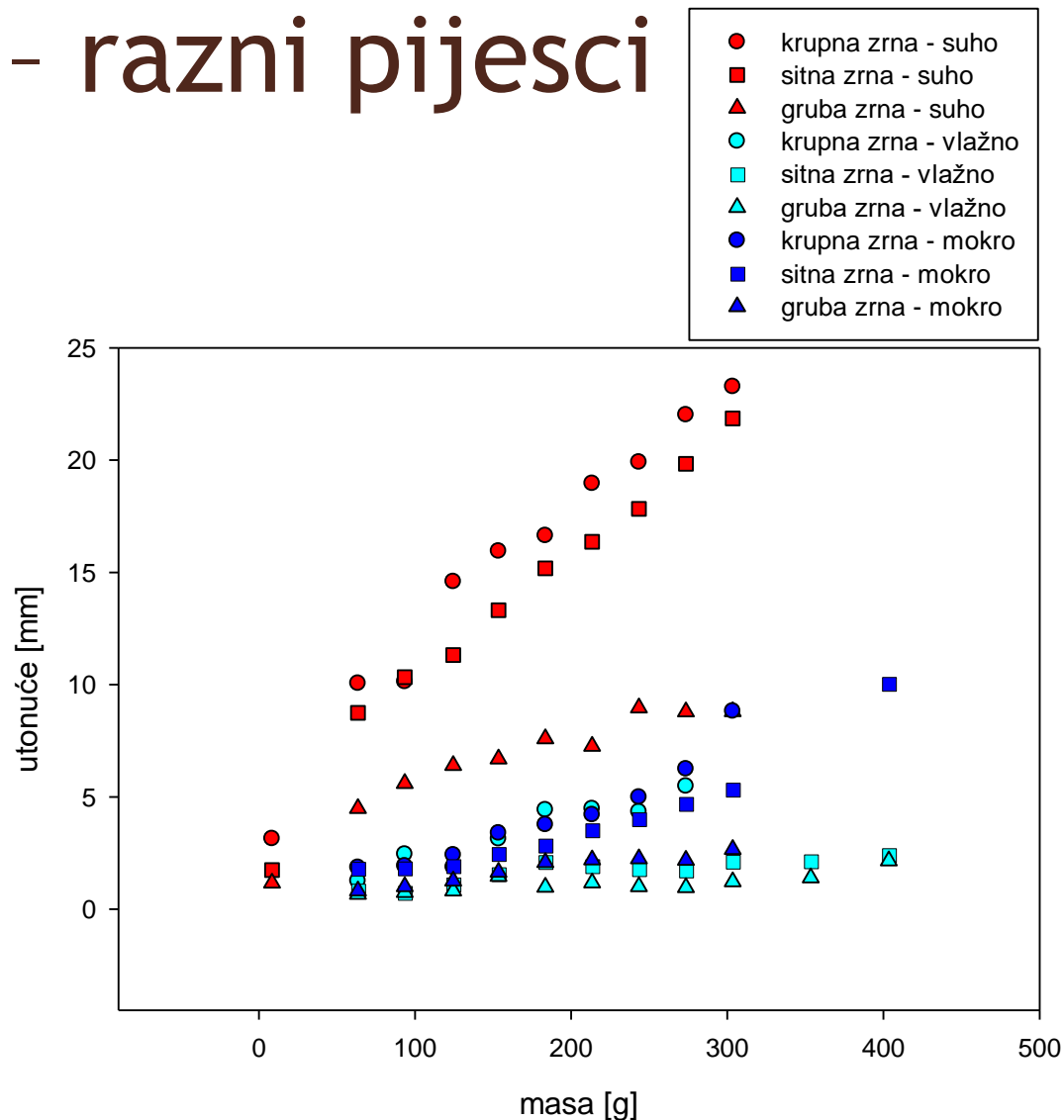
Utonuće mase - razni pijesci

- Parametri

- veličina zrna
- finoća obrade zrna
- količina vode

- Zaključci

- tvrdoća pijeska je obrnuto proporcionalna veličini i finoći obrade zrna



Zaključak

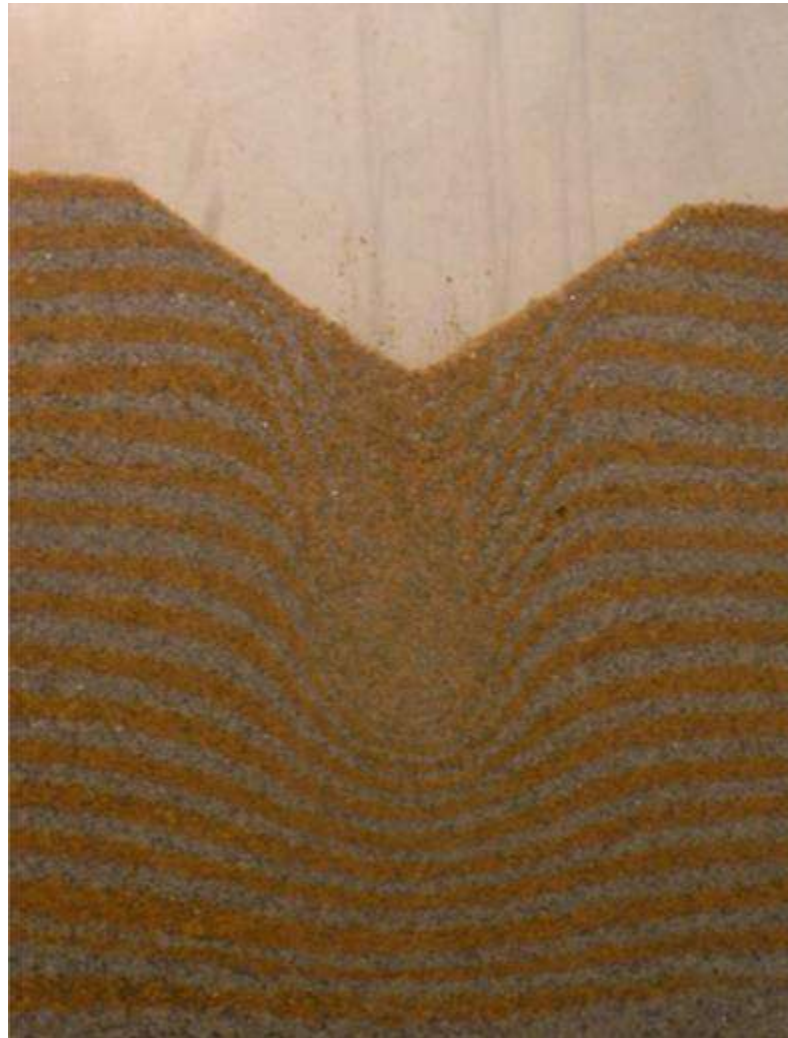
- Postavljen kvalitativan teoretski model
- Osnovne pretpostavke:
 - suhi i mokri pijesak - tekućine
 - vlažni - meka krutina
 - površinska napetost ne utječe bitno na mekoću pijeska
- Izrađen eksperimentalni postav
 - 2-dimenzionalni
 - 3-dimenzionalni
- Potvrđene teoretske pretpostavke

Zaključak

- Izmjerena ovisnost utonuća o masi za razne parametre
 - količina vode
 - polarnost tekućine
 - viskoznost tekućine
 - veličina zrna pijeska
 - finoća obrade zrna pijeska

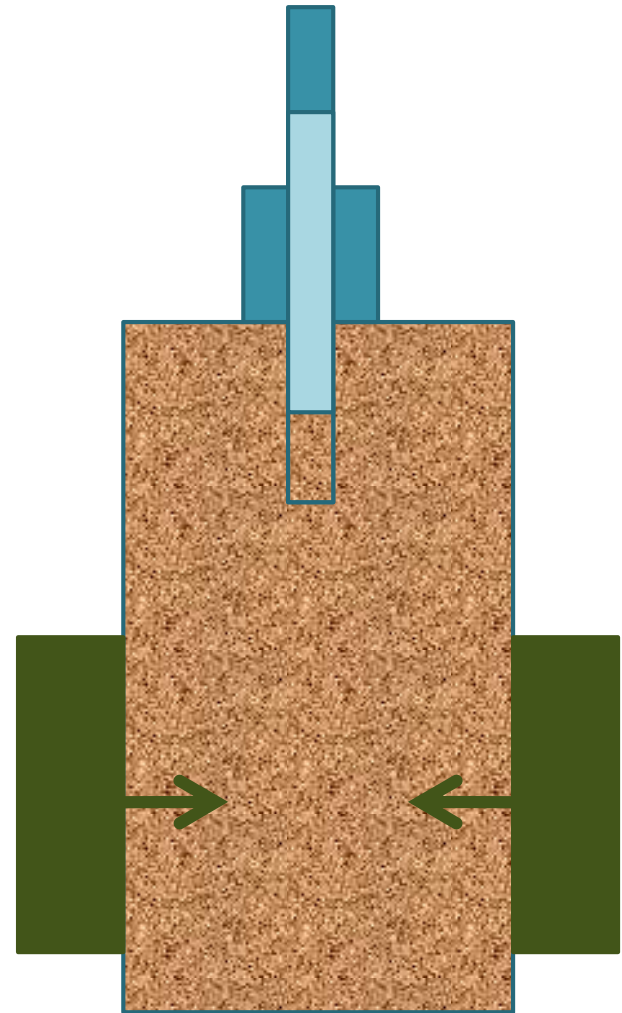
Hvala na pažnji!

Urušavanje nakon vađenja tijela



Wet sand effect

- Mokri pijesak zadihtanoj boci
- Stezanjem boce dolazi do prerazmjestaja čestica
- Razina vode prati se u slamci na vrhu



Wet sand effect

- Pritiskom mokrog pijeska voda se povlači iz okolnog pijeska u onaj pod pritiskom



Wet sand effect

- Pritiskom mokrog pijeska voda se povlači iz okolnog pijeska u onaj pod pritiskom



Wet sand effect

- Pritiskom mokrog pijeska voda se povlači iz okolnog pijeska u onaj pod pritiskom
 - potvrđuje pretpostavku teorijskog modela



Volumen pijeska

- Volumen pijeska ovisan o količini vode
 - $V(\text{mokri}) < V(\text{suhi})$



Ovisnost utonuća tijela o masi

- Pijesak
 - dovođenje vode preko spužvice - kapilarnost



Ovisnost utonuća tijela o masi

- Pijesak
 - dovođenje vode preko spužvice - kapilarnost



Ovisnost utonuća tijela o masi

- Pijesak
 - dovođenje vode preko spužvice - kapilarnost



Ovisnost utonuća tijela o masi

- Pijesak
 - dovođenje vode preko spužvice - kapilarnost



Ovisnost utonuća tijela o masi

- Pijesak
 - dovođenje vode preko spužvice - kapilarnost



Ovisnost utonuća tijela o masi

- Pijesak –
količina vode
 - vlažan – do
potpune
smočenosti



Ovisnost utonuća tijela o masi

- Pijesak – količina vode
 - mokar – veliki suvišak vode u posudi za spužvicu



Usporedba mjerenja s deterгентom i običnom vodom

- dodatkom detergenta ne mijenja se razlika mekoće mokrog i suhog pijeska
- zanemariv doprinos površinske napetosti

