

Sveučilište u Zagrebu

Građevinski fakultet

Diplomski sveučilišni studij

Smjer: **GEOTEHNIKA**

# Nasute i potporne građevine 9

Prof. dr. sc. Tomislav Ivšić  
Građevinski fakultet Zagreb

# Koncepti matematičkog opisa zemljanih pritisaka

## Proračuni i numeričke analize

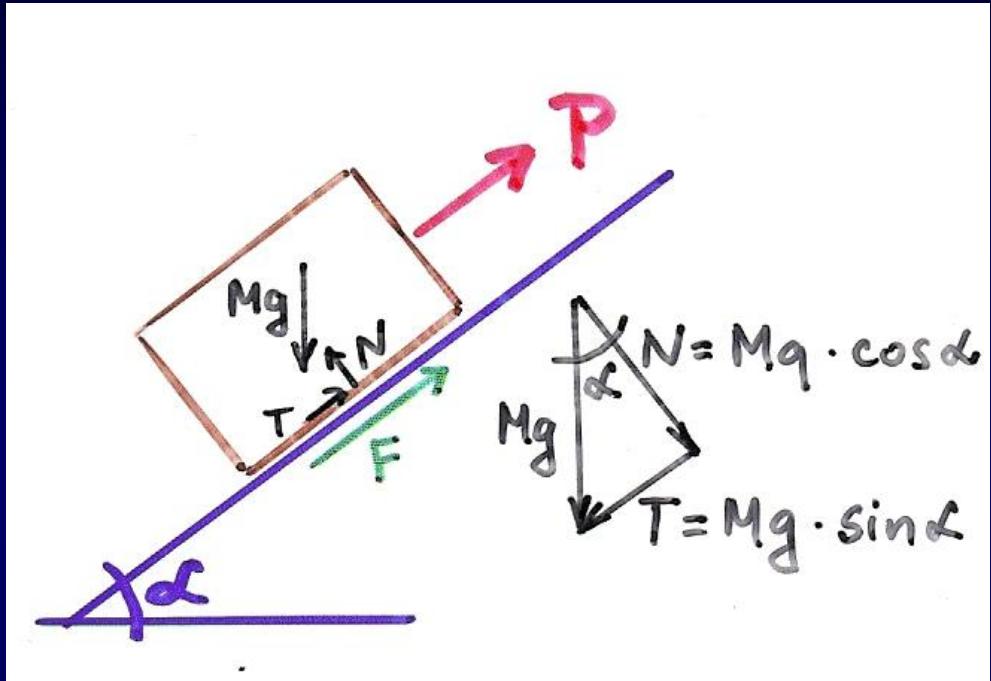
Gospodarska racionalnost }      prognoza ponašanja  
Dokaz stabilnosti                  sustava

→ **MATEMATIČKA SIMULACIJA**

**Za uočenu mehaničku pojavu:**

1. Prepostavi se fizički mehanizam – matematički model
2. Model – izračunavanje odgovora sustava za razmatrani input
3. Rezultati se uspoređuju s mjeranjima (laboratorijski, prototip)
4. Ako treba – modifikacije i izmjene

# Koncepti matematičkog opisa zemljjanih pritisaka



$$-\mu N < F < \mu N$$

Sila koja sprečava klizanje:

Prema dolje:  $P_A = T - F$

Prema gore:  $P_P = T + F$

$P_A < P < P_P$  stabilno

- a) minimum-maksimum → približavanje graničnom stanju
  - b) MEHANIZAM SLOMA → geometrijska ploha + čvrstoća
- Rankine – neprekinuto beskonačno tijelo (kontinuum)
- Mohr-Coulombov zakon čvrstoće

# Koncepti matematičkog opisa zemljanih pritisaka

POJAVNOST – vanjski izgled stvari kako se opaža osjetilima

OPIS **EMPIRIJSKI** - prikupljanje i razvrstavanje podataka,  
- statističke zakonitosti

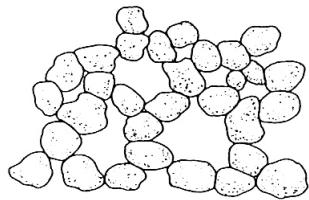
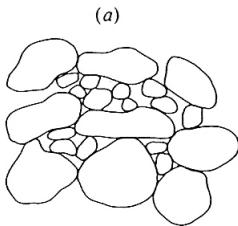
→ **MODELIRANJE** sustav (model) ↔ sustav (uzor)

analogija po: - materijalu, strukturi  
- mehaničkom ponašanju  
- ishodu djelovanja

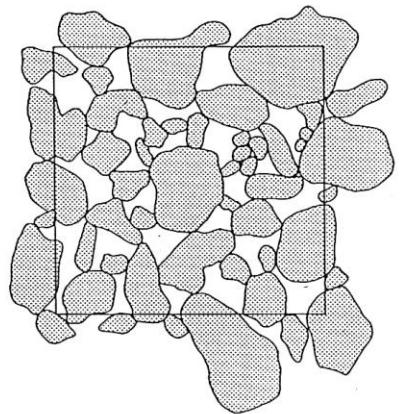
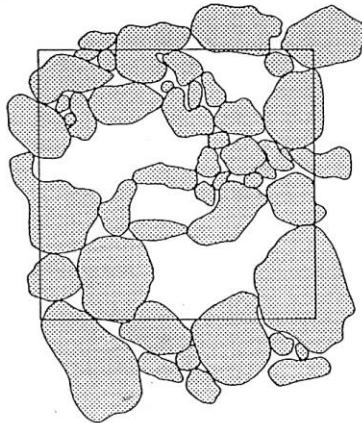
# Koncepti matematičkog opisa zemljjanih pritisaka

## CILJEVI MEHANIKE TLA

- Relativni pomaci zrnaca → pomak skeleta
- Odnosi primijenjenih sila i sile sloma → gubitak namjene



Slika 2 - 1. a) skelet pijeska od pojedinačnih zrna, b) saćasti skelet



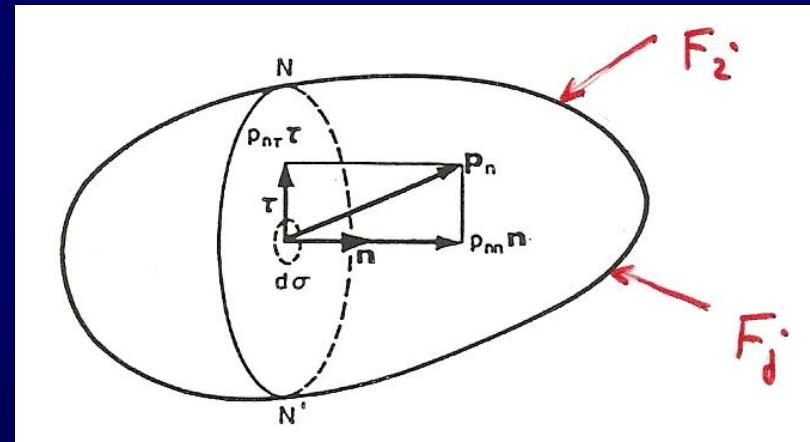
Slika 2 - 2. Mogući rasponi slaganja istih zrna pri istoj relativnoj gustoći (prema Holtz i Kovacs, 1981)

# Koncepti matematičkog opisa zemljanih pritisaka

## KONCEPT KONTINUUMA

Konstitucijske jednadžbe  
naprezanje  $T = f(\varepsilon, \varepsilon' \dots)$  pomaci, deformacije

DETERMINISTIČKI PRISTUP  
“statistički makroskopski ekvivalent”



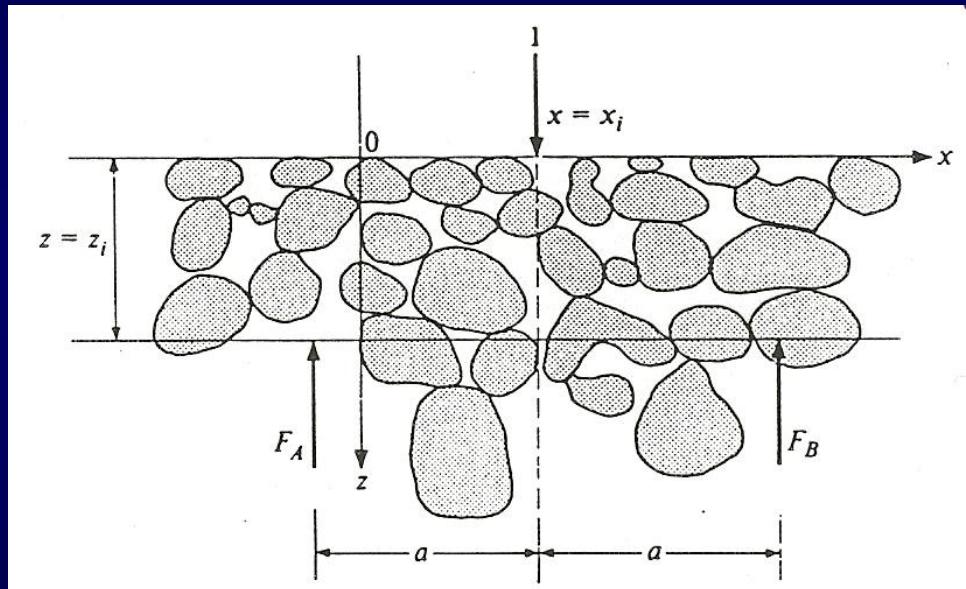
Unutrašnje sile u neprekinutoj sredini

# Koncepti matematičkog opisa zemljanih pritisaka

## KONCEPT ČESTIČNE SREDINE ( ZRNATI MATERIJALI) → MIKROMEHANIČKI PRISTUP

Jedinstvenost struktura – poopćenje?

VJEROJATNOSTNI PRISTUP

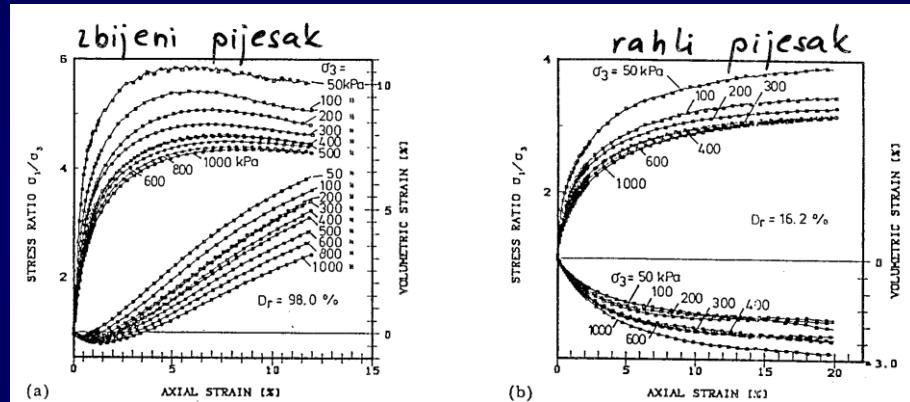


Određivanje prijenosa sila kroz zrnatu sredinu

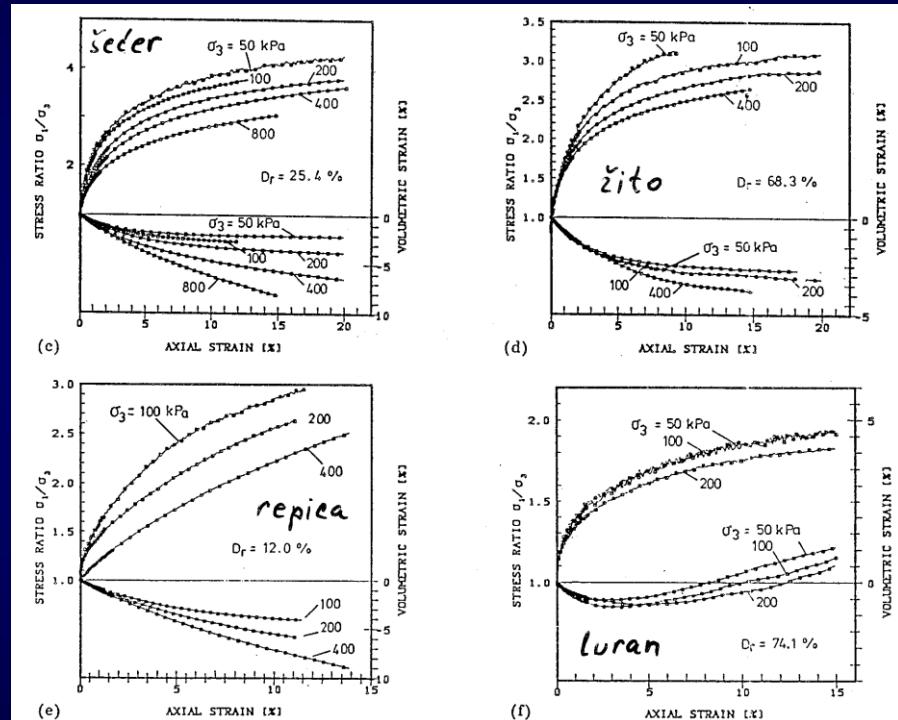
# Makroskopsko mehaničko ponašanje pijeska

Definirajući parametri, tragovi naprezanja

## POSMIK ZRNATIH MATERIJALA



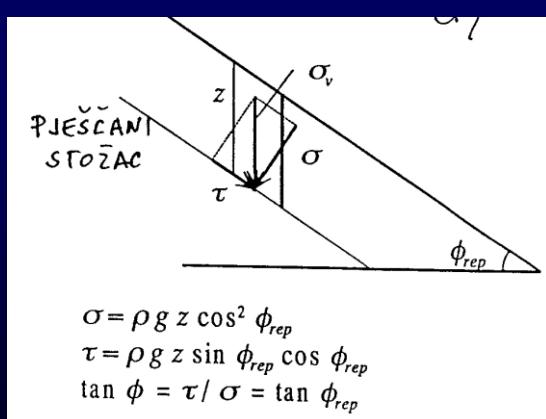
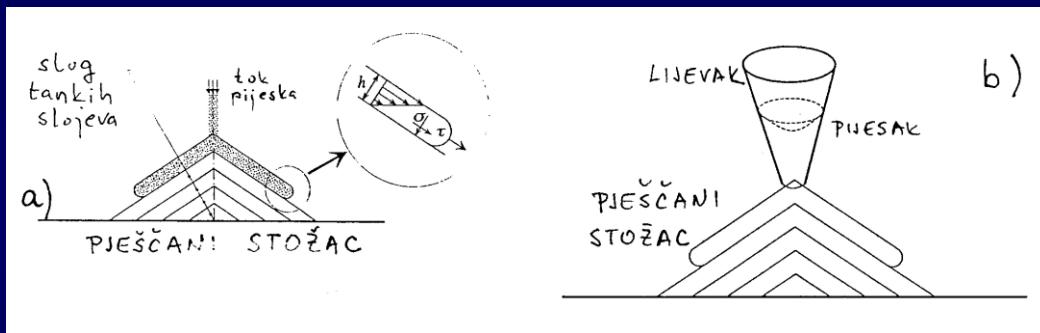
Triaksijalni pokusi na zrnatim materijalima



# Kut unutrašnjeg trenja

Coulomb – uočio da pješčana tijela slijede osnovne zakone trenja

Posmični otpor zrnatog tijela - “makroskopski ekvivalent” međučestičnih pojava,  
( posebice trenja )



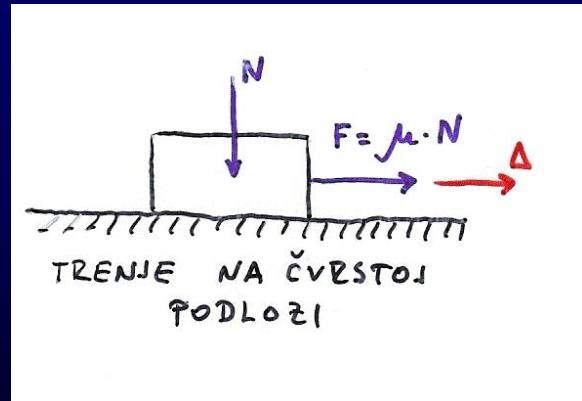
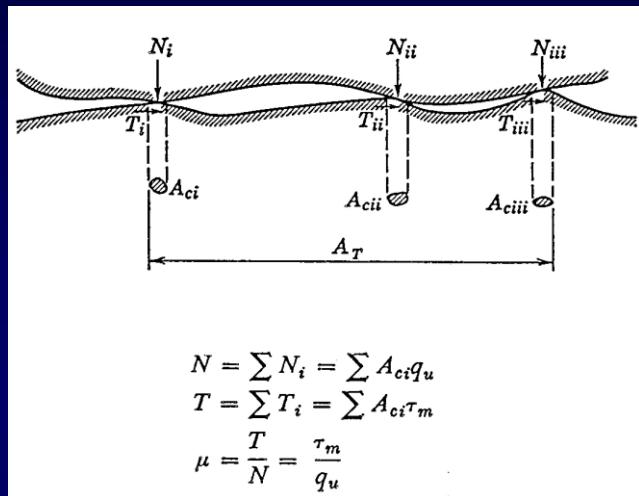
-nagib pokosa samo za najrahlijije stanje nekoherentnih materijala

-“kut trenja” = zbirni efekt geometrijskog uklještenja i trenja na kontaktima zrna ( strukturni i frikcijski otpor )

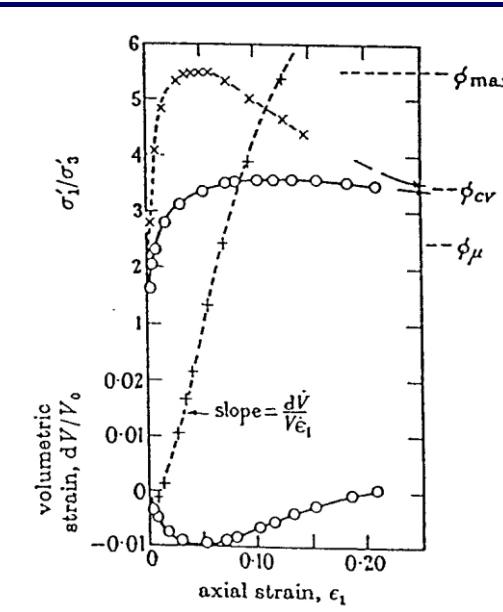
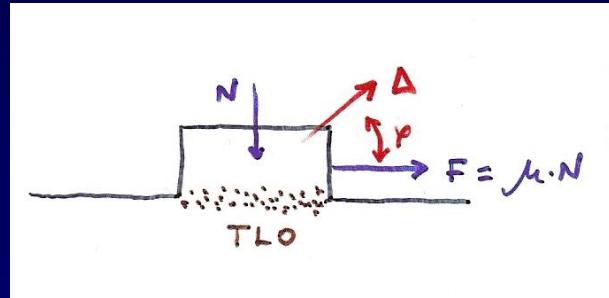
-Npr. za kugle u najgušćem rasporedu uz  $f=0 \rightarrow \phi = 19.5^\circ$

# Kut unutrašnjeg trenja

## Adheziona teorija trenja

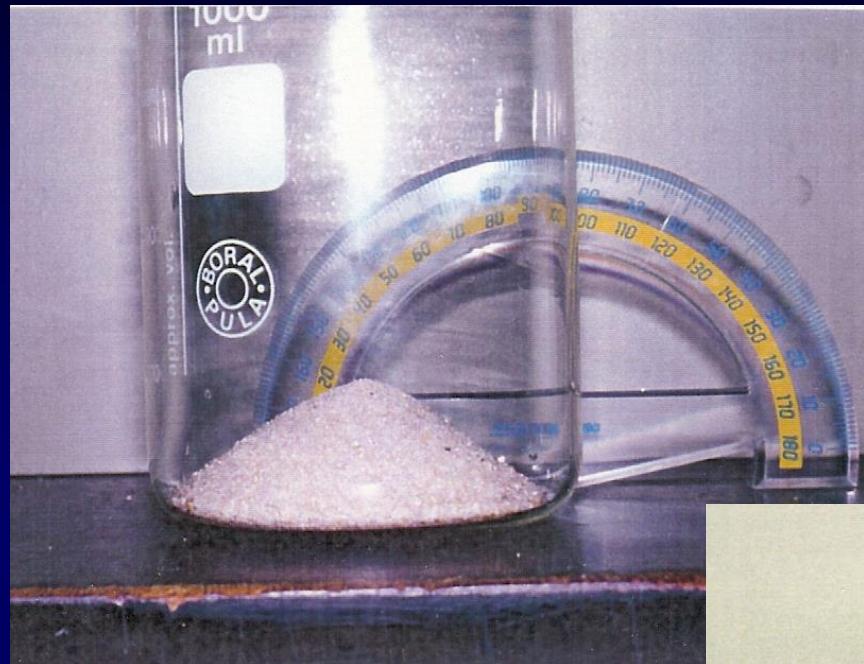


Posmični otpor zrnatog tijela – trenje + volumenske deformacije

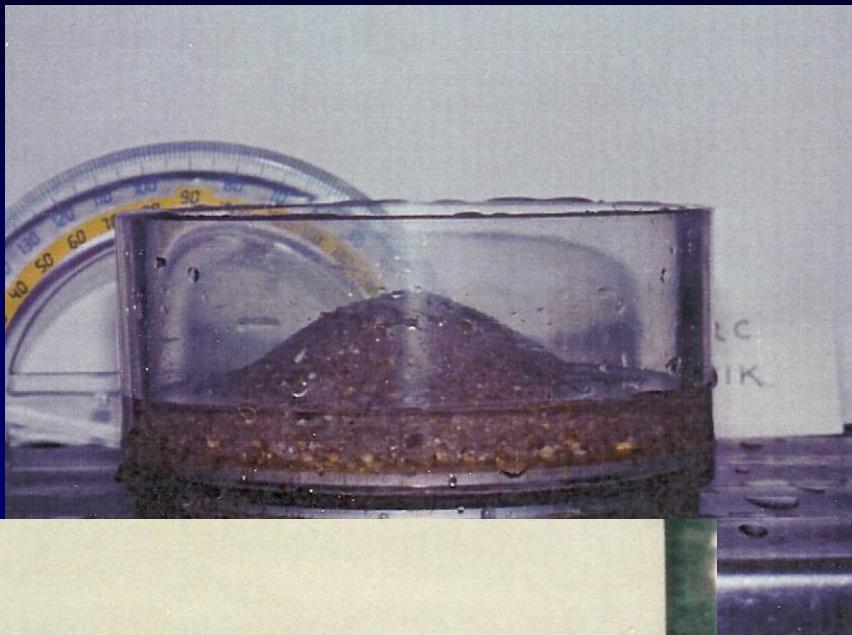


# Kut unutrašnjeg trenja

Pokusi s podmazanim zrncima pijeska

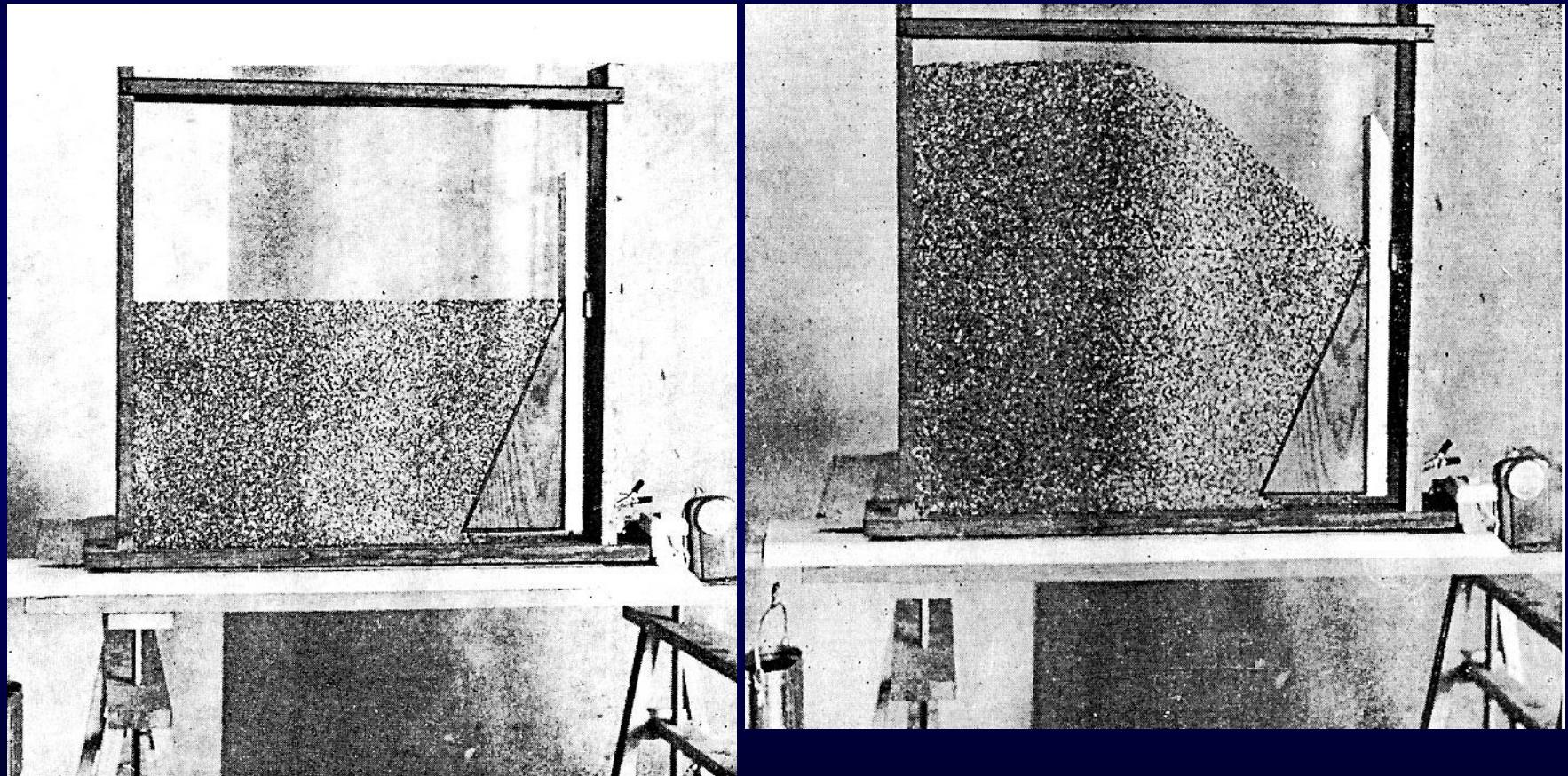


Mješavina glicerola i vode

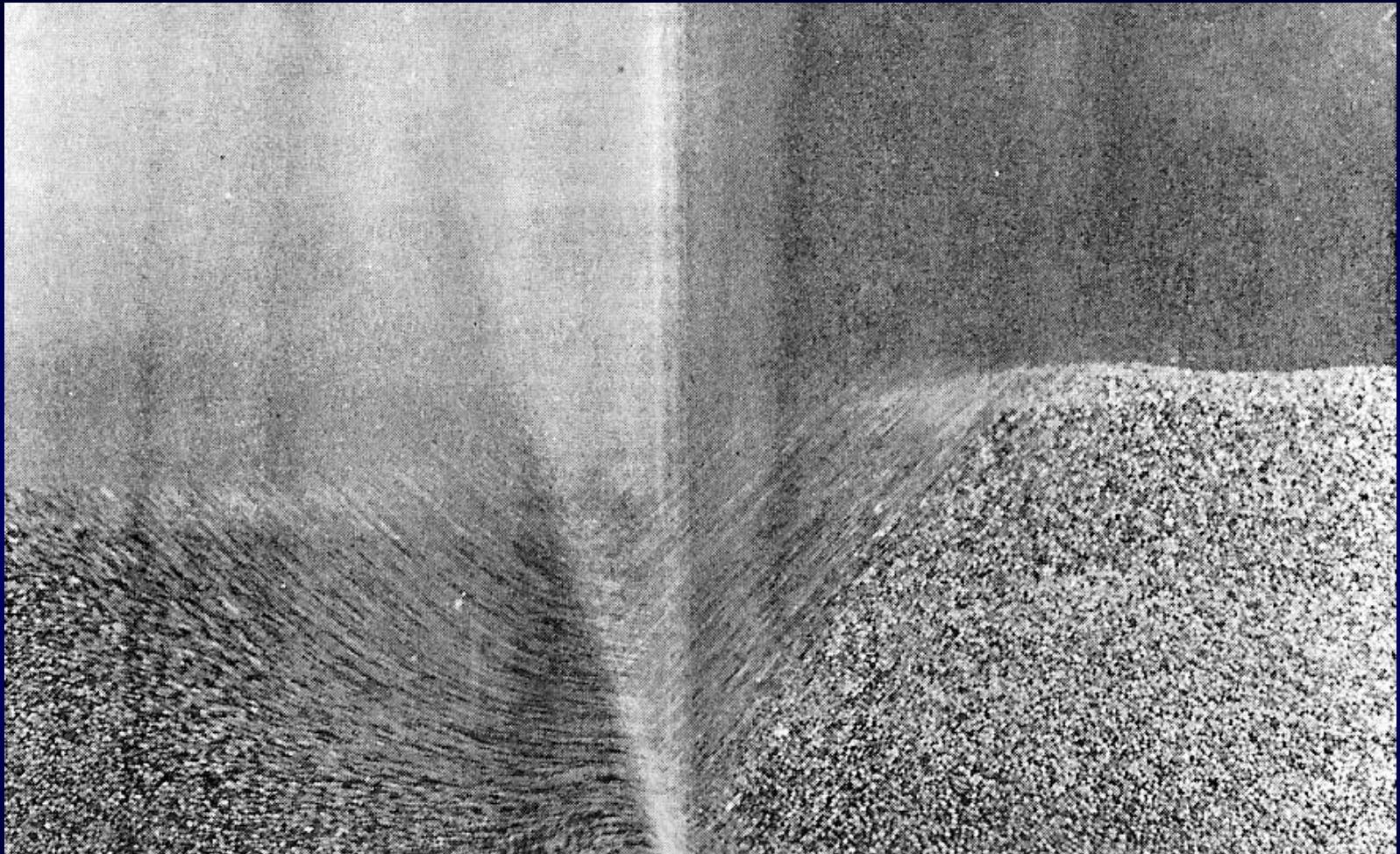


# Aktivni i pasivni pritisci - pokusi

Pokusi M. & A. Reimberta 1974



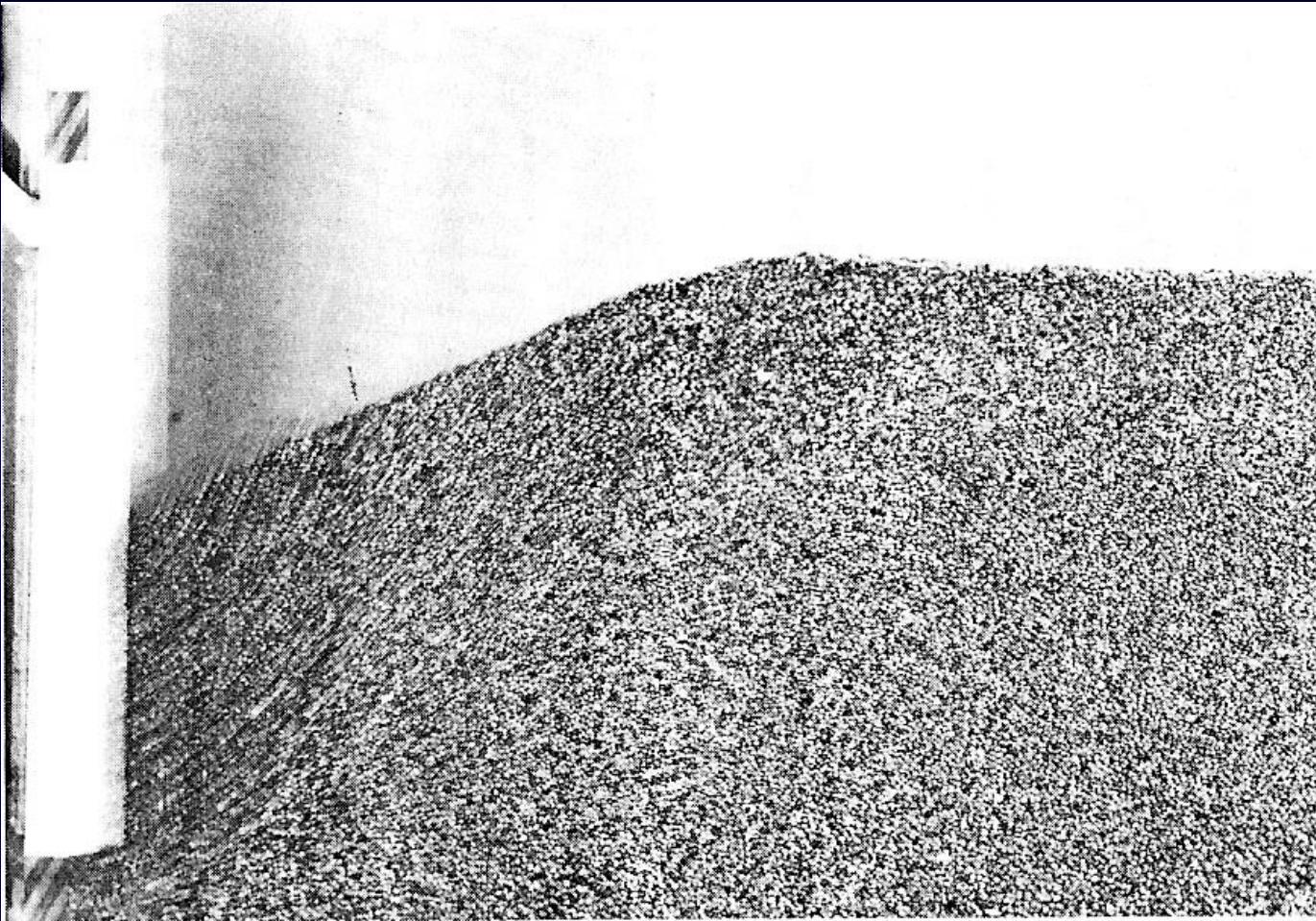
# Aktivni i pasivni pritisci - pokusi



Pokusi M. & A. Reimberta

Glatki zid

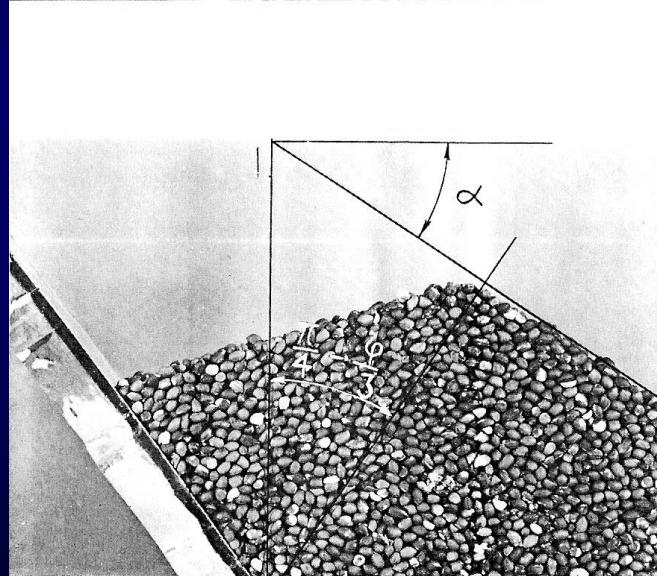
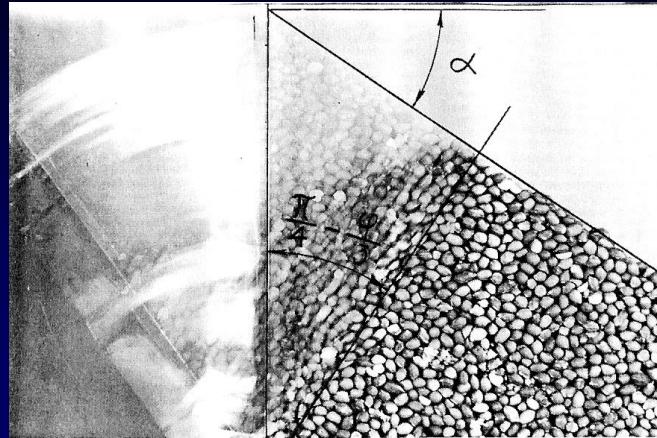
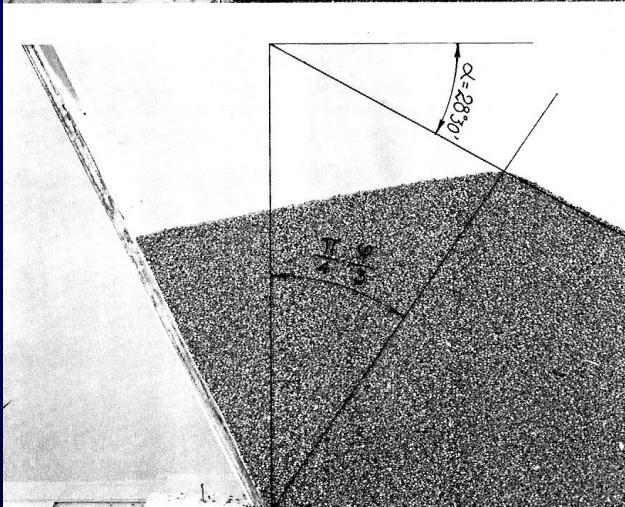
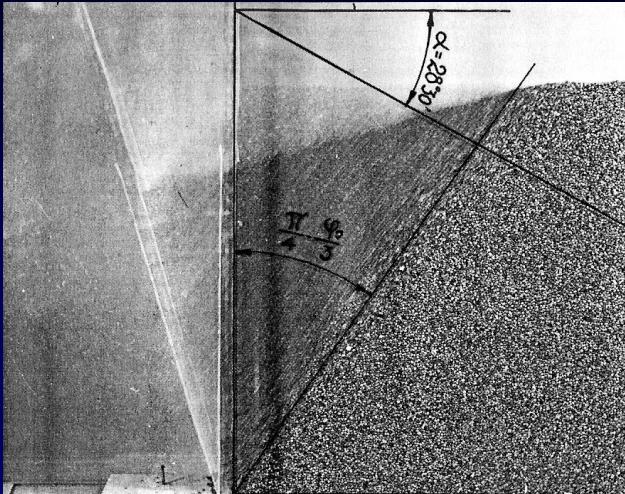
# Aktivni i pasivni pritisci - pokusi



Pokusi M. & A. Reimbertha

Hrapavi zid

# Aktivni i pasivni pritisci - pokusi

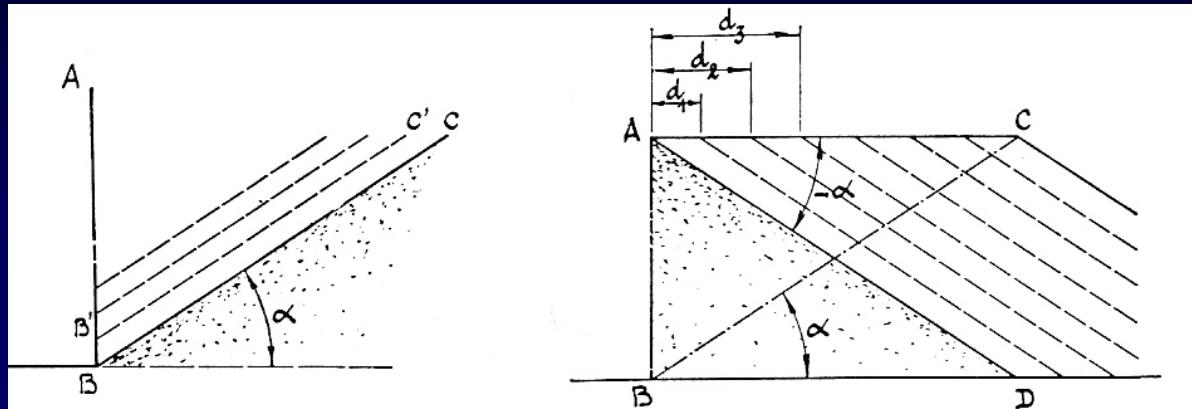


Pokusi M. & A. Reimbertha

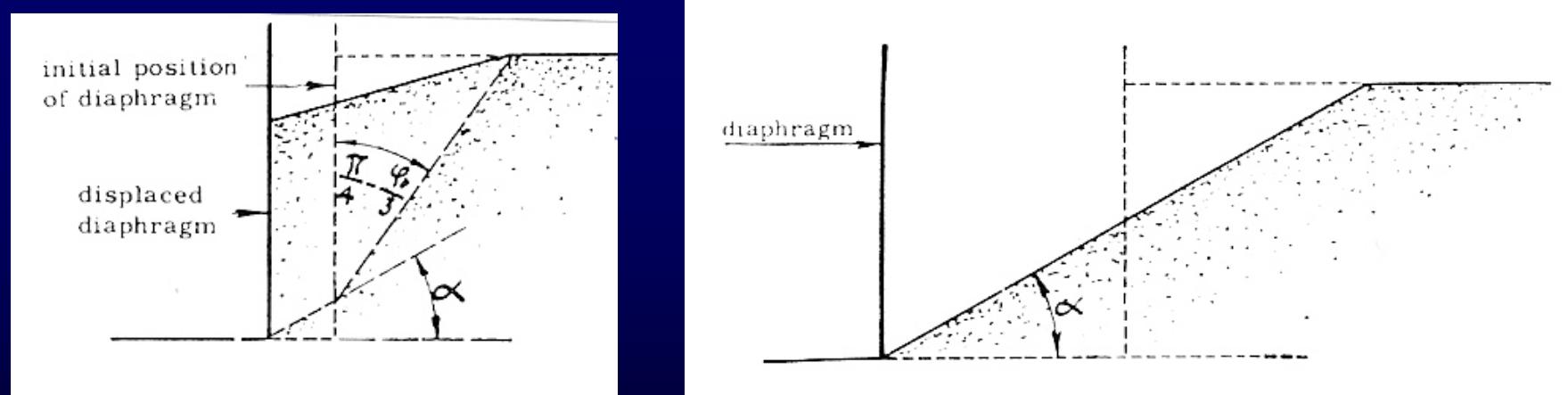
Sitnozrno i krupnozrno tlo nakon sloma

# Aktivni i pasivni pritisci - pokusi

Pokusi M. & A. Reimbera

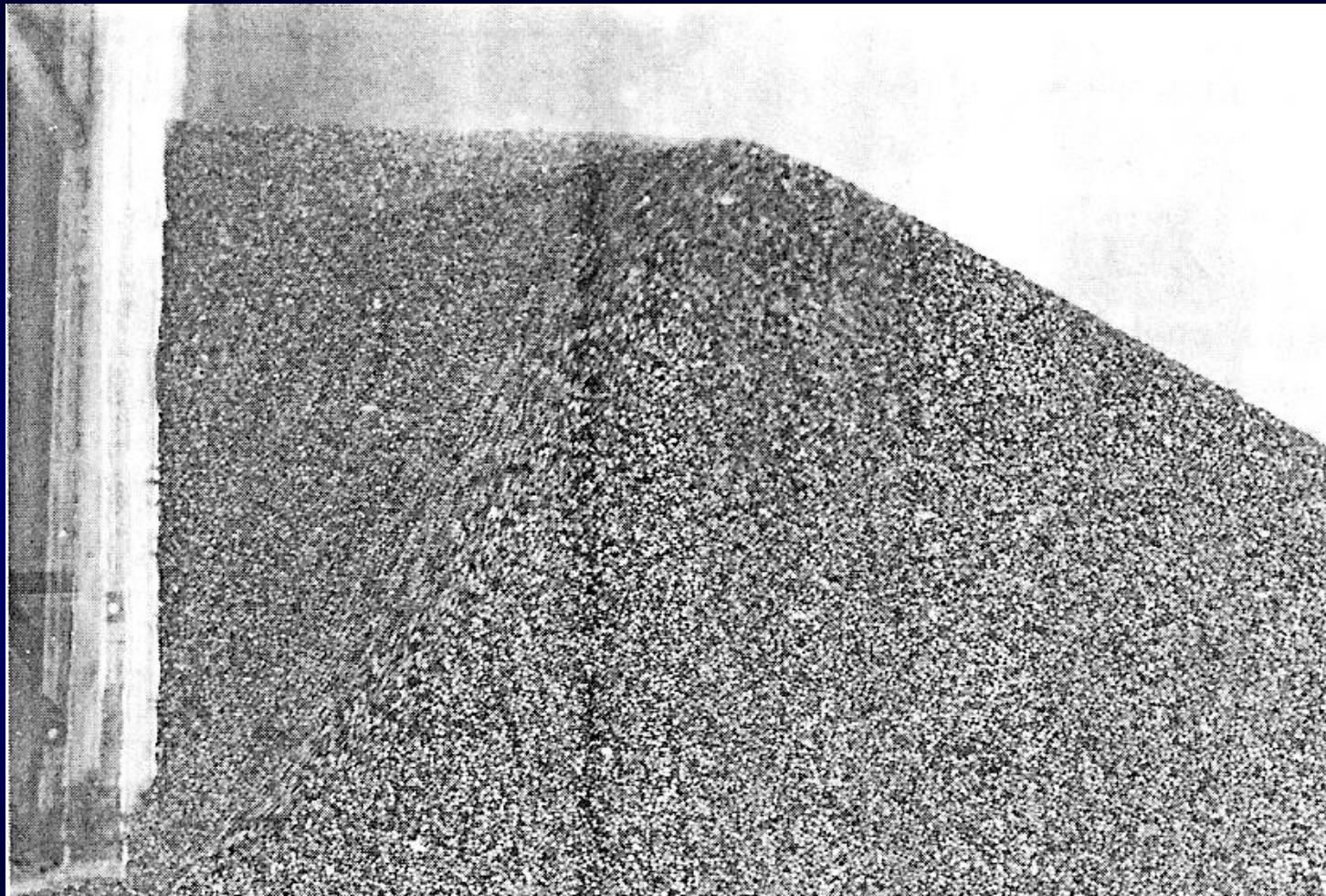


Područje utjecaja pritiska



Premještanje zrna s pomakom zida

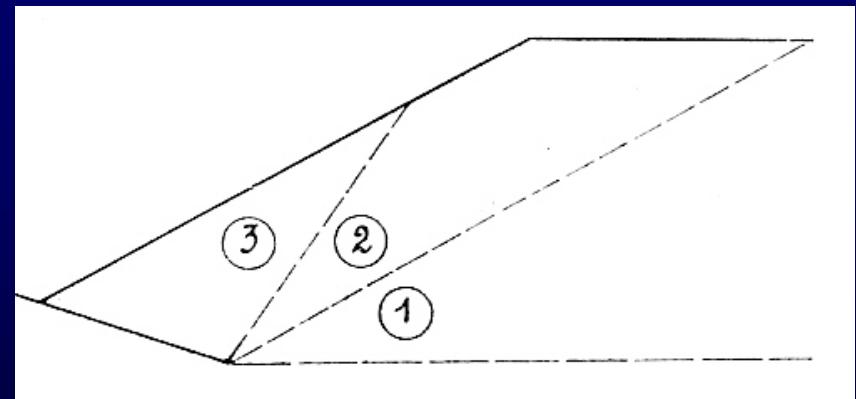
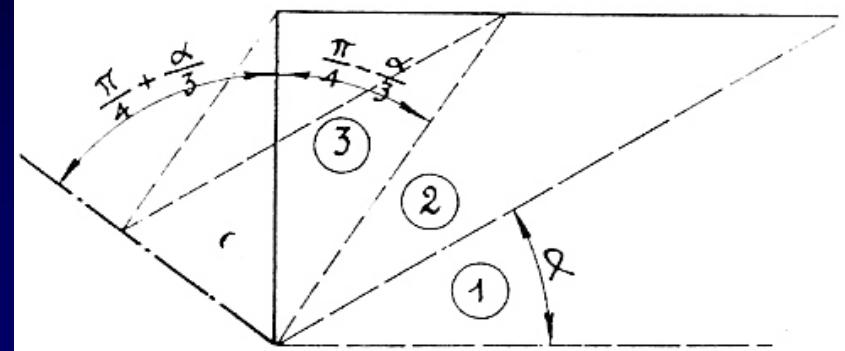
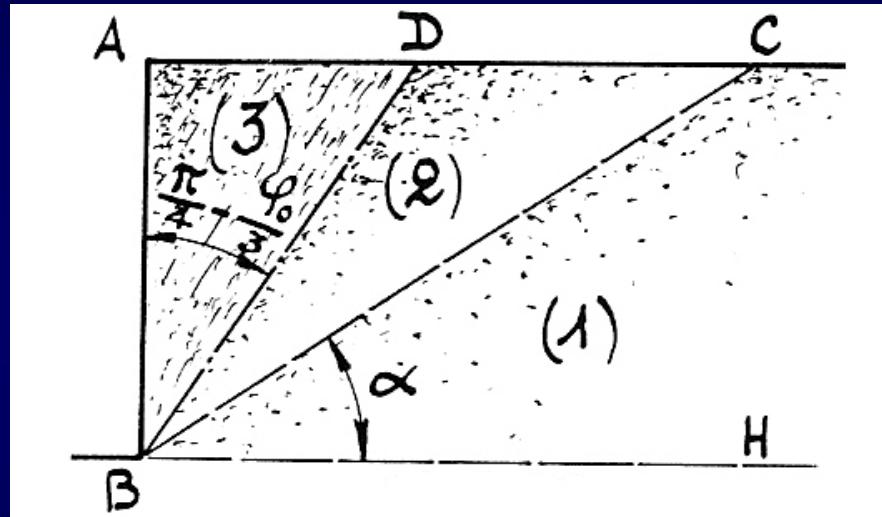
# Aktivni i pasivni pritisci - pokusi



Pokusi M. & A. Reimberta

Lom plohe sloma pri dnu

# Aktivni i pasivni pritisci - pokusi



Pokusi M. & A. Reimbertha

Područja utjecaja zemljanih pritisaka