

# LOIKKA

## Sub project III

### Aggregate water demand

---

PUOLIVÄLIWEBINAARI – 14.3.2023

VILLE REPO



Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

**LOIKKA**

# Tutkimussuunnitelma



Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

**LOIKKA**

# Tutkimussuunnitelma

## Tutkimuskysymykset

1. Mitkä kiviaineksen ominaisuudet ovat kriittisimpiä vedentarpeen kannalta?
  - Miten ne vaikuttavat?
2. Miten kiviaineksen vedentarvetta voisi helposti arvioida?
3. Miten tietoa voi hyödyntää reseptioptimoinnissa?

LOIKKA

**A?** Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

# Tutkimussuunnitelma

LOIKKA

**A?** Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

Vaihe	Tutkittava ominaisuus	Tutkimusmenetelmä
1	Rakeisuuskäyrä, partikkelikokojakauma	Kuivaseulonta, Laserdiffraktio LDA
1	Mineraalikoostumus, kiillemineraalipitoisuus	Petrografinen ohuthieanalyysi, optinen mikroskooppianalyysi
1	Hienoaineksen ominaispinta-ala	Typpi absorptio BET analyysi
1, 2	Työstettävyysominaisuudet, virtausaika ja pakkautuvuus	Flow cone testi menetelmä (NZ flow cone)
2	Työstettävyysominaisuudet, vedetarve	Laastikokeet
3	Regressioanalyysi	Numeeriset menetelmät

# Tutkittavat kiviainekset

LOIKKA

**A?** Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

Index	Kiviaines
CG 1	Soramurske, graniittinen sora
CR 1	Kalliomurske, gneissi
CR 2	Kalliomurske, kiilleliuske
CR 3	Kalliomurske, gneissi
CR 4	Kalliomurske, mafinen vulkaniitti
CR 5	Kalliomurske, granaatti-biotiitti gneissi
CR 6	Kalliomurske, graniitti
NS 1	Luonnonhiekkä, graniittinen sora
NS 2	Luonnonhiekkä, heterogeeninen sora
NS 3	Luonnonhiekkä, kiilleliuske
LAB	Luonnonhiekkä, laboratoriolaatu (Weber)
REF	Standardihiekkä EN 196-1

# Rakeisuus



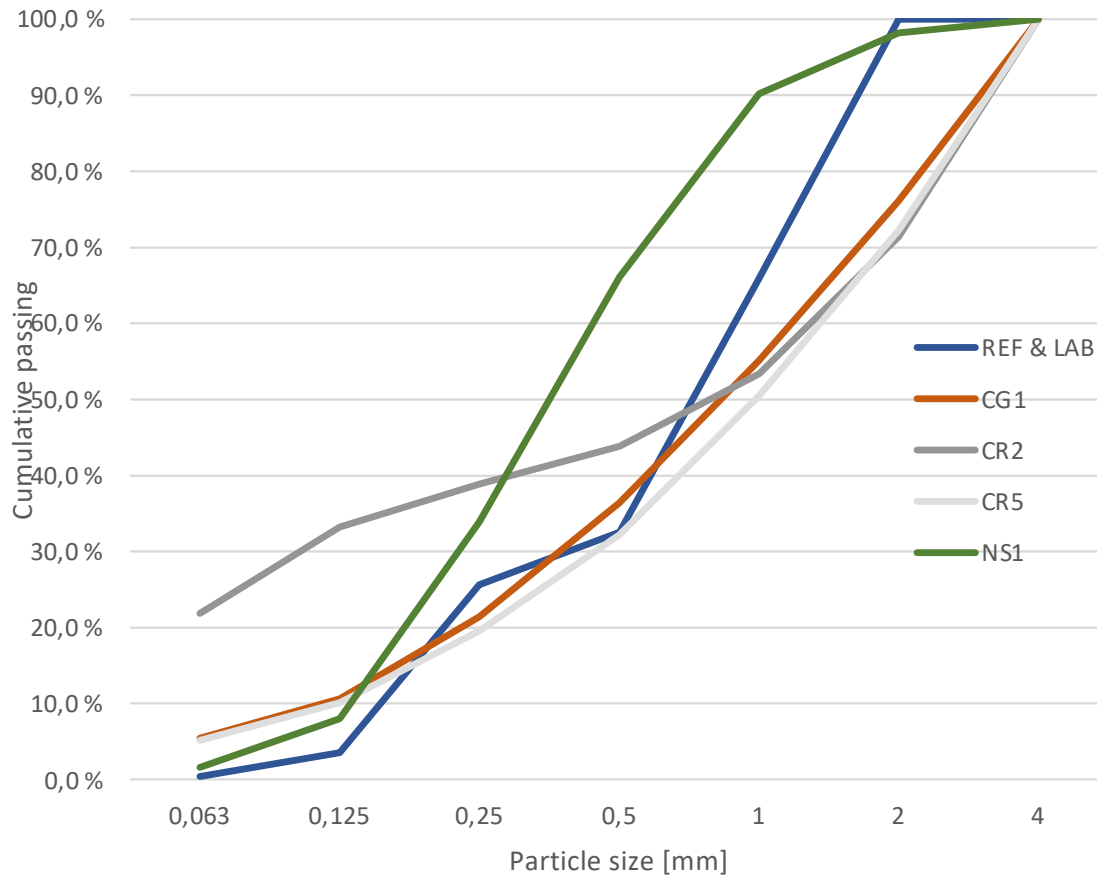
Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

**LOIKKA**

# Rakeisuuskäyrät

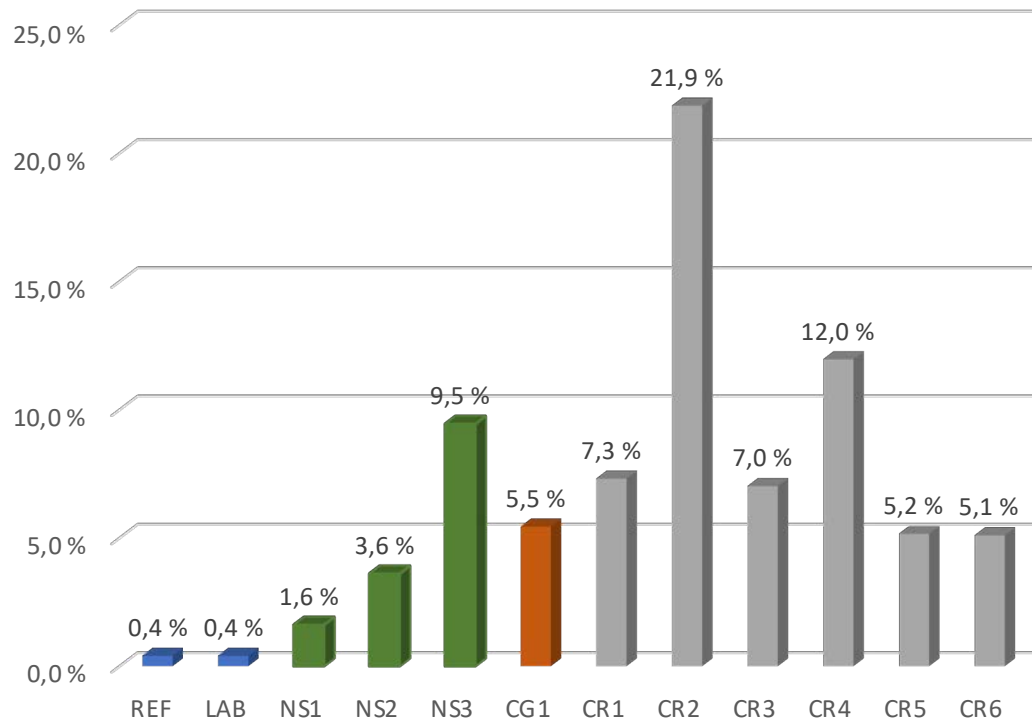
## Valikoidut näytteet

Selected results



# Hienoaines

Proportion of below 63 µm sized particles

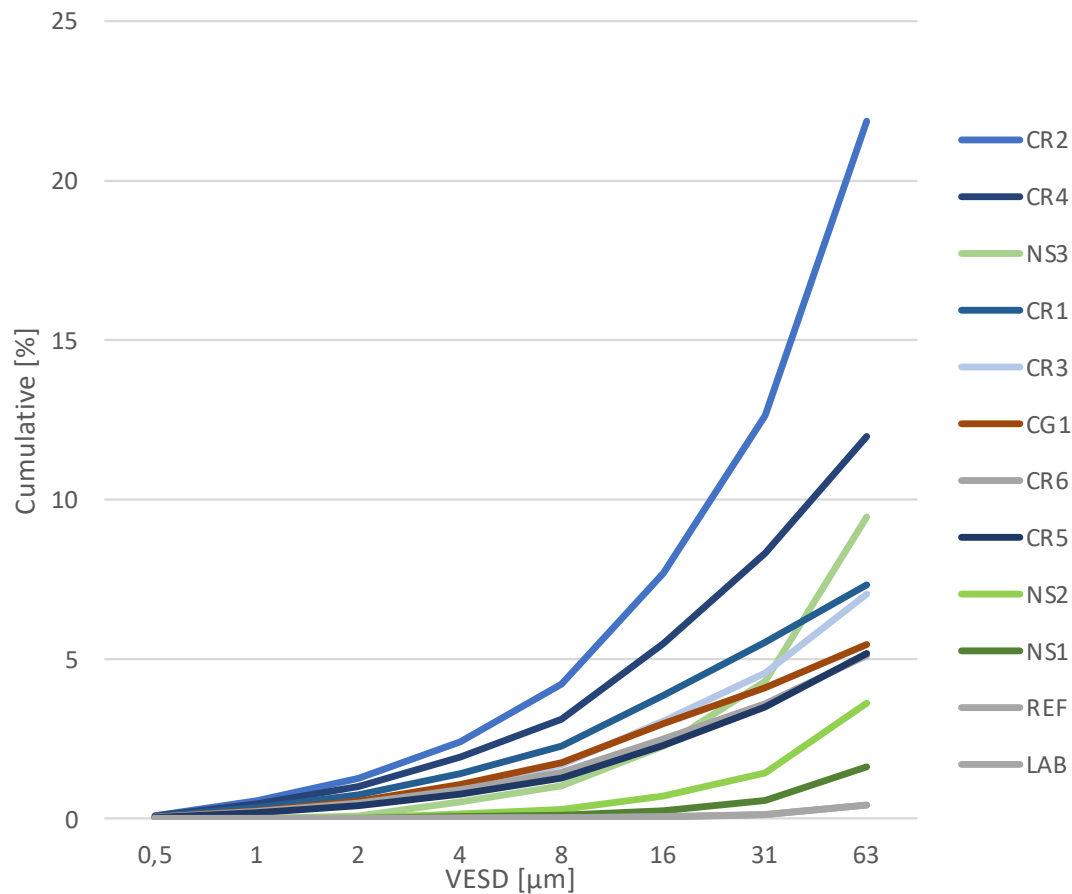




# Partikkelikokojakauma

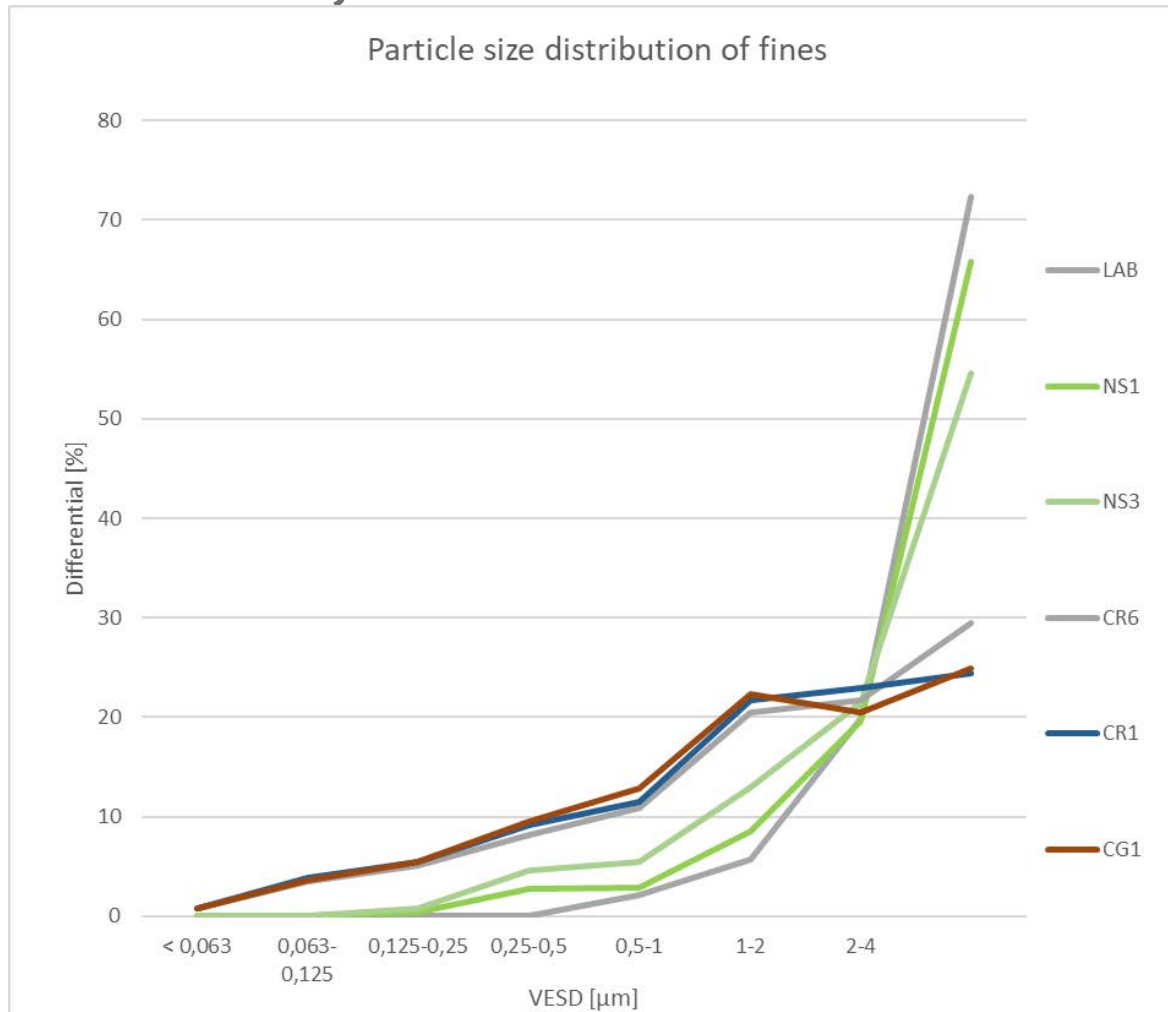
## Kumulatiivinen, %vol kiviaineksesta

Particle size distribution of fines, all



# Partikkelikokojakauma

## Fraktioitu, %vol hienoaineksesta



# Mineraalikoostumus

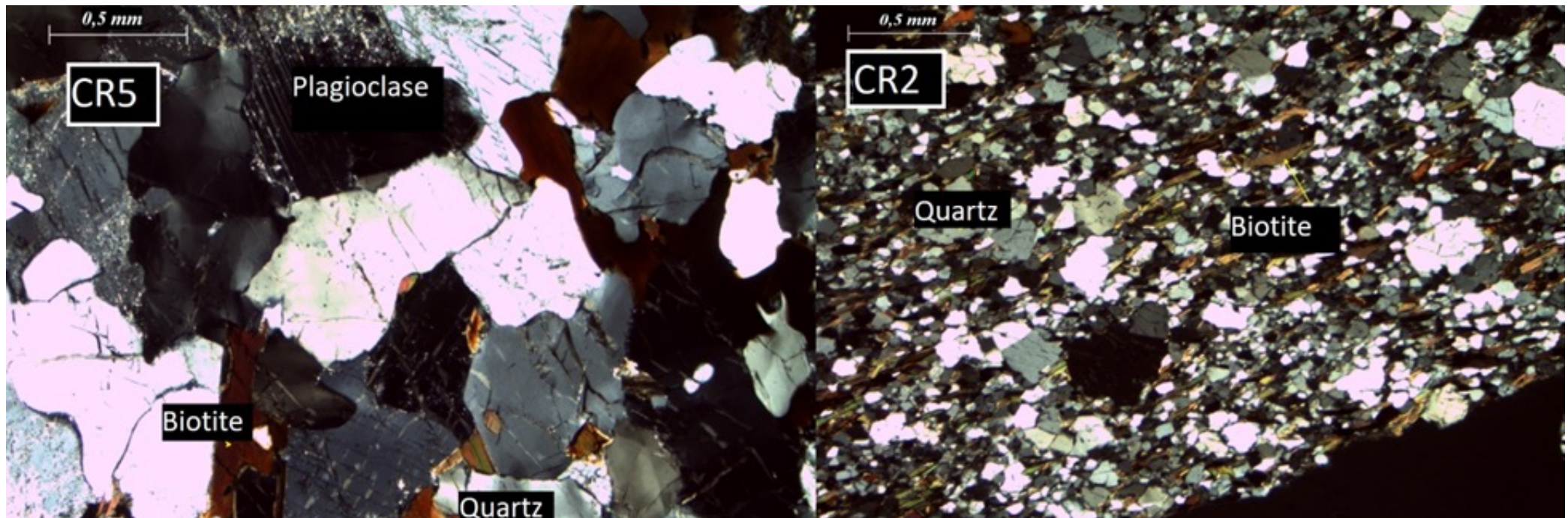


Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

**LOIKKA**

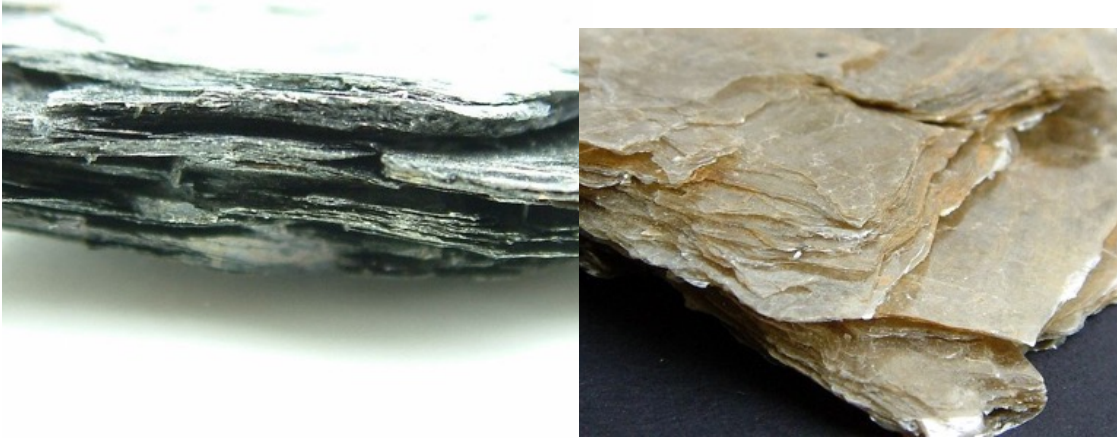
# Mineraalikoostumus

## Petrografinen ohuthieanalyysi



# Mineraalikoostumus

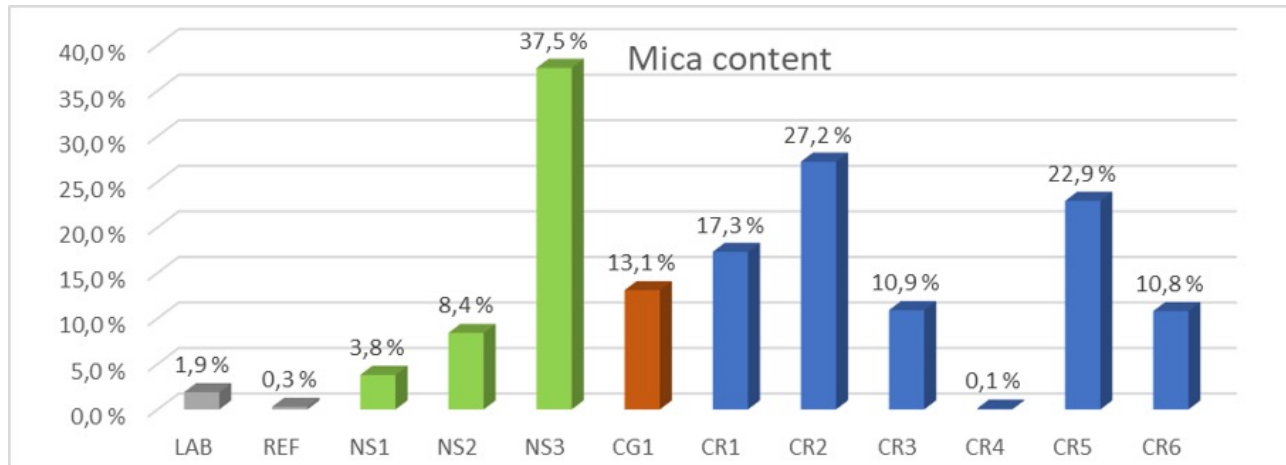
## Tunnistetut kiillemineraalit



- Pääsääntöisesti biotiittia (vas) jonkin verran muskoviittia (oik)
- Pehmeitä levymäisiä silikaattimineraaleja

# Mineraalikoostumus

- Kiillemineraalien osuus näytteissä vaihtelee
- Lisää hienoainesta
- Kasvattaa ominaispinta-alaa



# Vaihe 2.

# Työstettävyysominaisuudet



Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

**LOIKKA**

# Työstettävyyssominaisuudet

LOIKKA

**A?** Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

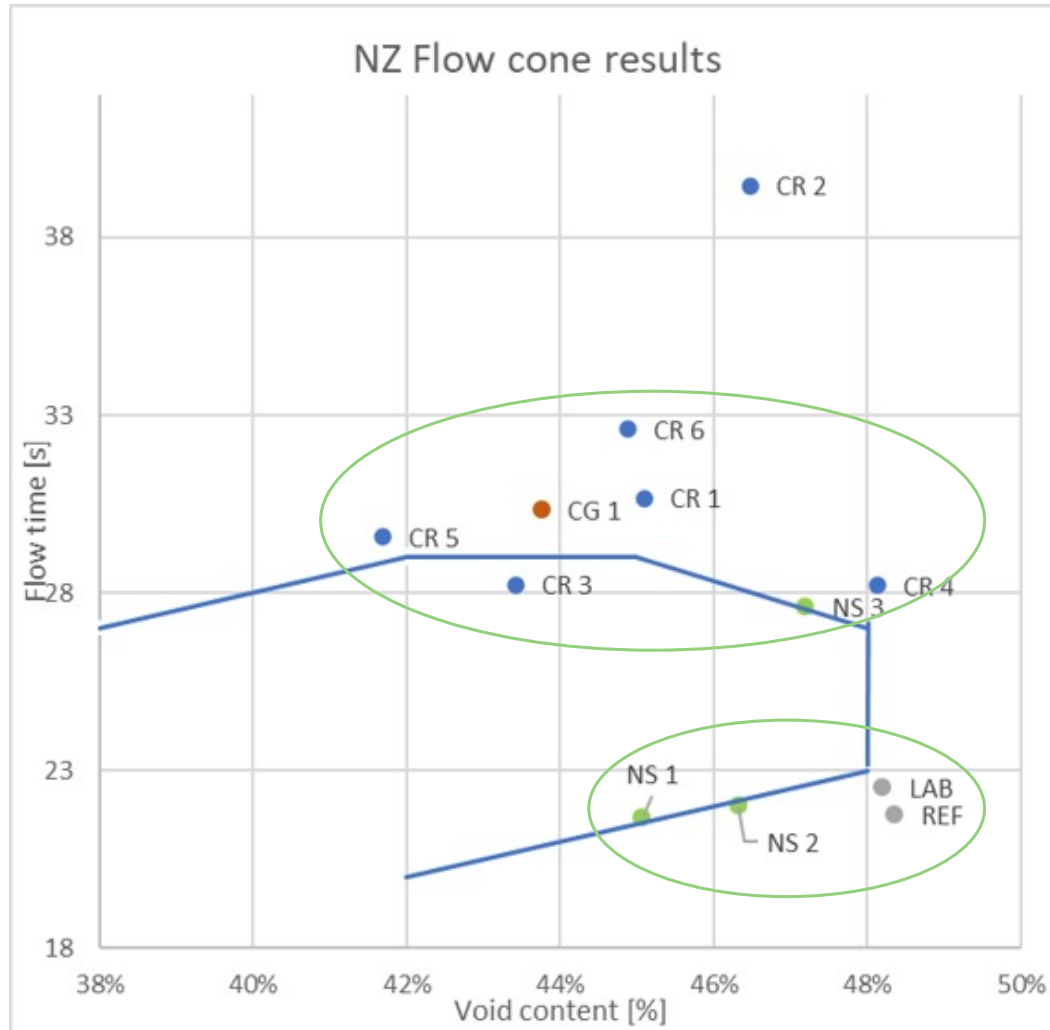
## NZ Flow cone

- **Mitataan 1000g näytteen virtausaika suppilon läpi**
- **Mitataan vapaasti pakkautuvan näytteen irtotiheys**
- **Korkea virtausaika kertoo huonosti muovautuneesta kiviaineksesta**





# Työstettävyysominaisuudet



# Työstettävyyssominaisuudet

## Laastikokeet

### Resepti

Maksimiraekoko: 4 mm

Kiviaines / sementti: 1,5/1

Notkistin: BASF Master Glenium SKY 600

Annostus: 1,0%w sem.painosta

Sementti: CEM I 52,5 R

### Sekoitus

Kuivasekoitus: 30 s

2/3 vettä: 30 s

Loput vedestä + notkistin: 90 s

Kokonaisaika: 4 min

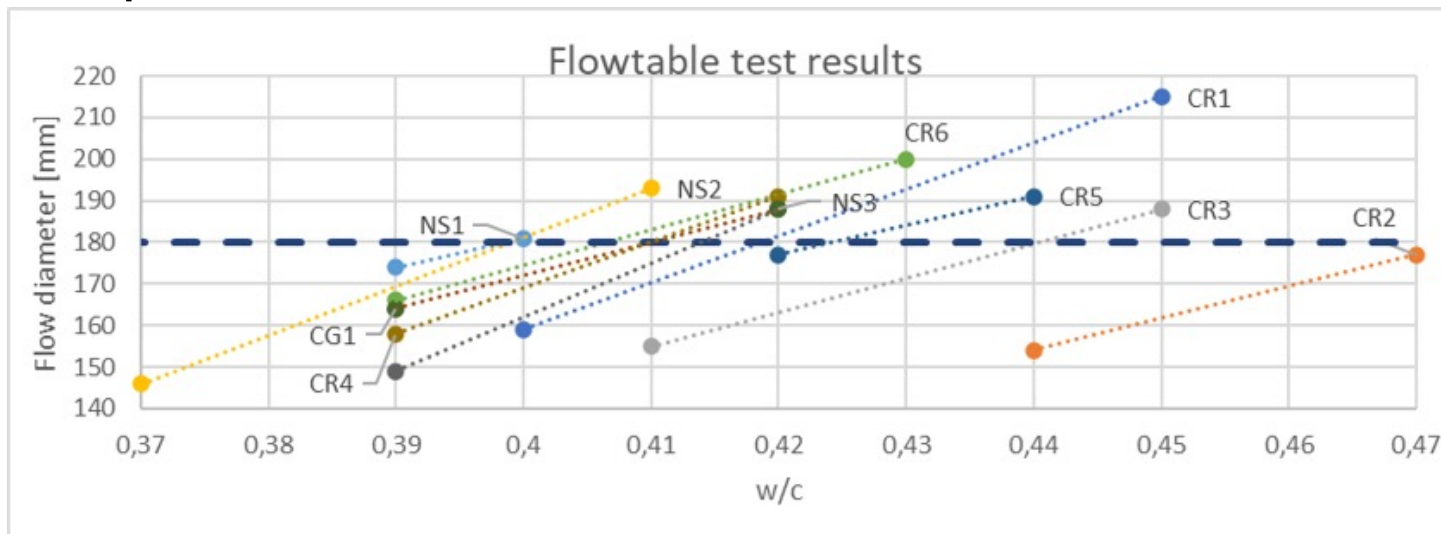
LOIKKA

**A?** Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

# Työstettävyysominaisuudet

## Laastikokeet - tulokset

- Vedentarve 180mm halkaisijaan interpoloidaan vähintään kahden pisteen mukaan



# Vaihe 3. Regressioanalyysi



Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

**LOIKKA**

# Regressioanalyysi

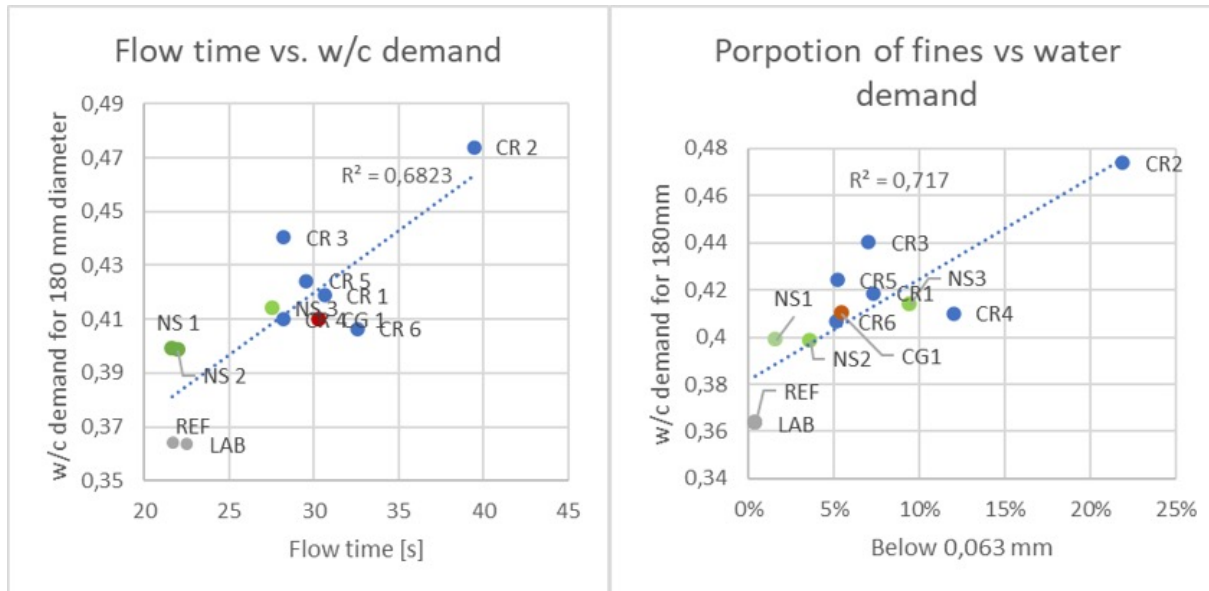
LOIKKA

**A?** Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

- Mittaustulosten perusteella lasketaan selityssaste eri muuttujien vaikutukselle vedentarpeeseen
- Myös muuttujien välisiä korrelaatioita tarkastellaan
- Excel, SPSS, MatLab
- Toistaiseksi puuttuu osa datasta, kuten ominaispinta-ala

# Regressioanalyysi

## Alustavia tuloksia



- Kiillemineraalien määrä vaikuttaa hienoaineksen määrään ja siten vedentarpeeseen
- Metamorfoosiaste voi vaikuttaa vedentarpeeseen

# Alustavia tuloksia

LOIKKA

**A?** Aalto-yliopisto  
Aalto-universitetet  
Aalto University

1. Mitkä kiviaineksen ominaisuudet ovat kriittisimpiä vedentarpeen kannalta?
  - Kiillemineraalit
    - *Hienoainesmäärä, ominaispinta-ala*
  - Metamorfoosi
    - *Suuntautuneisuus, kiderajat*
2. Miten kiviaineksen vedentarvetta voisi helposti arvioida?
  - Flow cone tuloksilla hyvä korrelaatio
3. Miten tietoa voi hyödyntää reseptioptimoinnissa?
  - Tarvitaan lisätietoa
  - Particle matrix model