

LOIKKA

Osaprojekti 3

Kiviainesten vedentarve

Loppuwebinaari 29.04.2024

Ville Repo

The logo consists of a large, bold, white letter 'A' with a double quote symbol (”) positioned to its upper right.

Aalto-yliopisto
Aalto-universitetet
Aalto University

The word 'LOIKKA' is written in a bold, white, sans-serif font, slanted upwards from left to right.

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?

Tutkimussuunnitelma

LOIKKA

Kiviaineksen ominaisuudet

Tutkittava ominaisuus	Tutkimusmenetelmä
Rakeisuuskäyrä, partikkelikokojakauma	Kuivaseulonta, Laserdiffraktio LDA
Mineraalikoostumus, kiillemineraalipitoisuus	Petrografinen ohuthieanalyysi, optinen mikroskooppianalyysi
Hienoaineksen ominaispinta-ala	Typpi absorptio BET analyysi
Partikkelien muoto	Thin section/image analysis

Työstettävyys

Tutkittava ominaisuus	Tutkimusmenetelmä
Työstettävyysominaisuudet, virtausaika ja pakkautuvuus	Flow cone testi menetelmä (NZ flow cone)
Työstettävyysominaisuudet, vedetarve	Laastikokeet

A?

Aalto-yliopisto
Aalto University

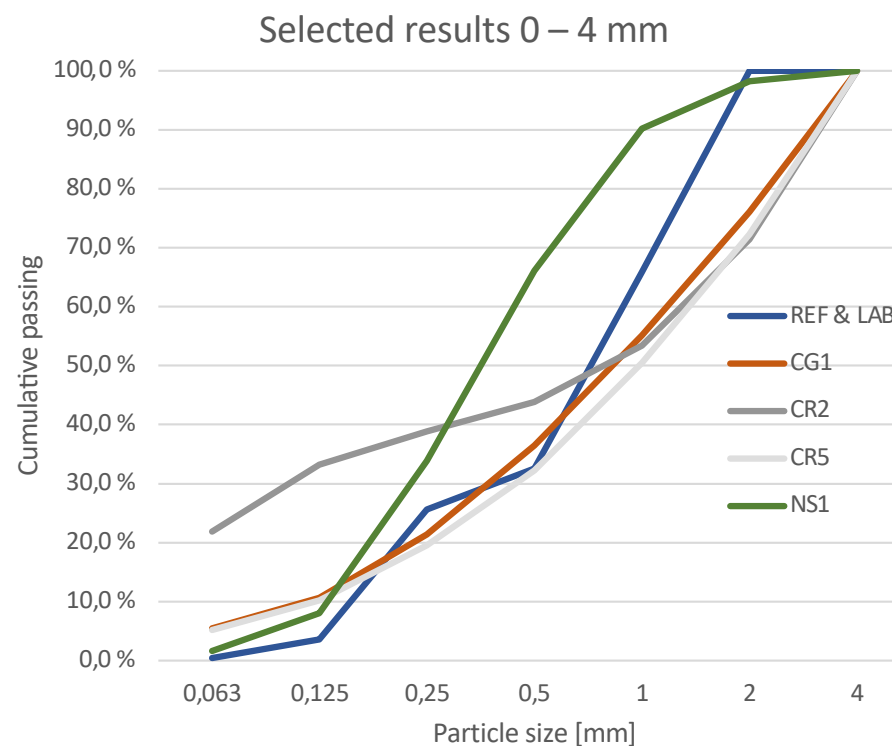
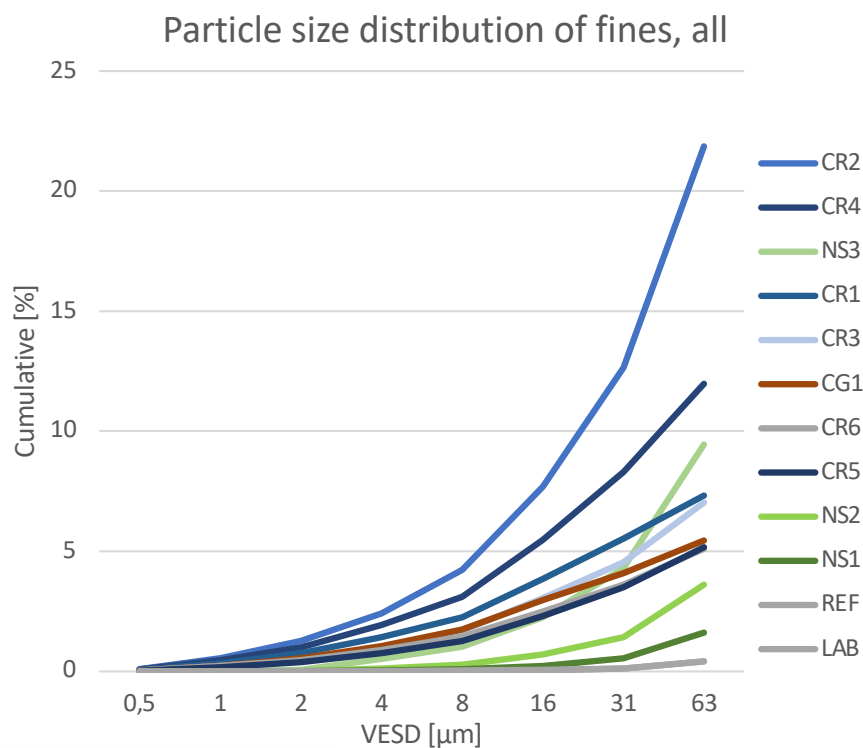
Regressioanalyysi	Numeeriset menetelmät
-------------------	-----------------------

Tutkittavat kiviainekset

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	Luonnonhiekka, graniittinen sora
NS 2	Luonnonhiekka, heterogeeninen sora
NS 3	Luonnonhiekka, kiilleliuske
LAB	Luonnonhiekka, laboratoriolaatu (Weber)
REF	Standardihiekka EN 196-1

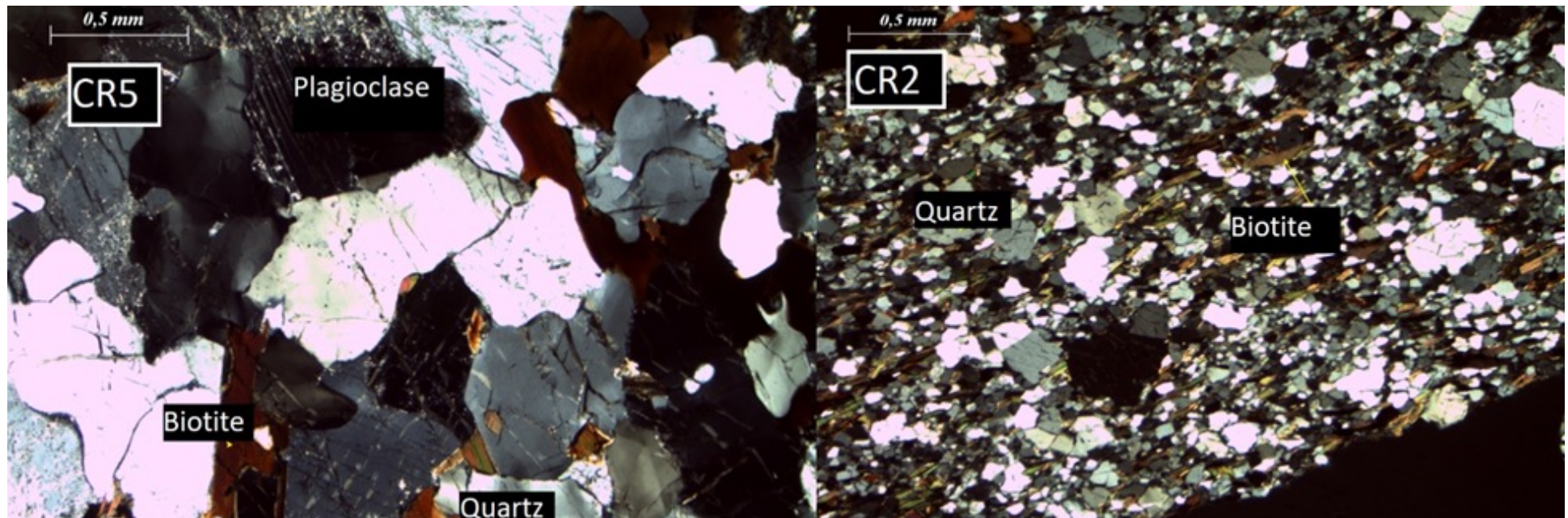
Rakeisuuskäyrät

Valikoidut näytteet

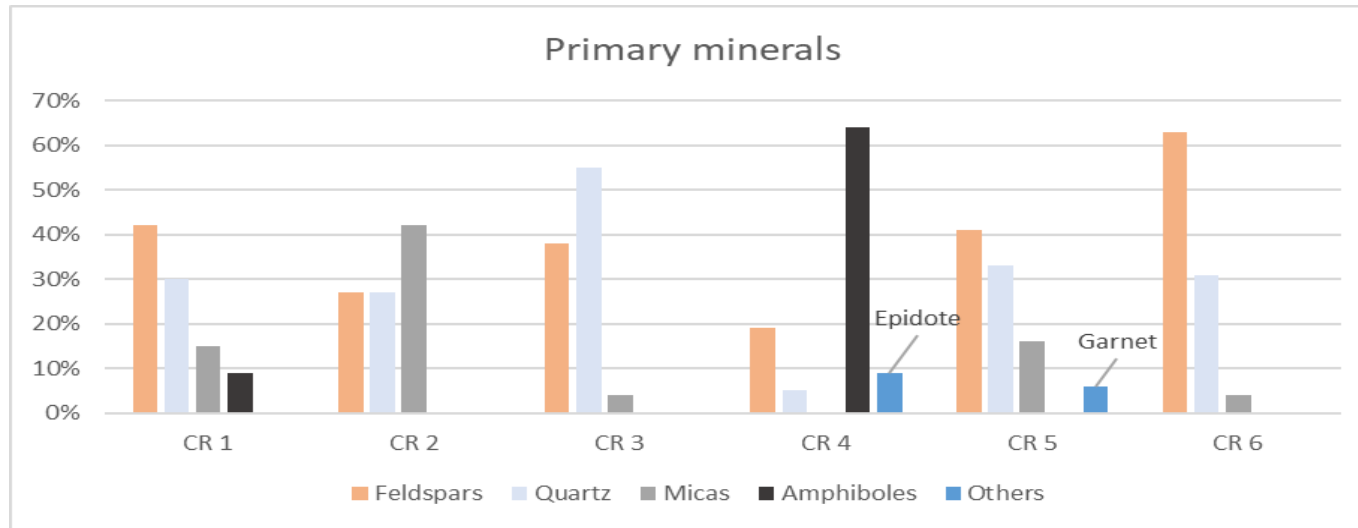


Mineraalikoostumus

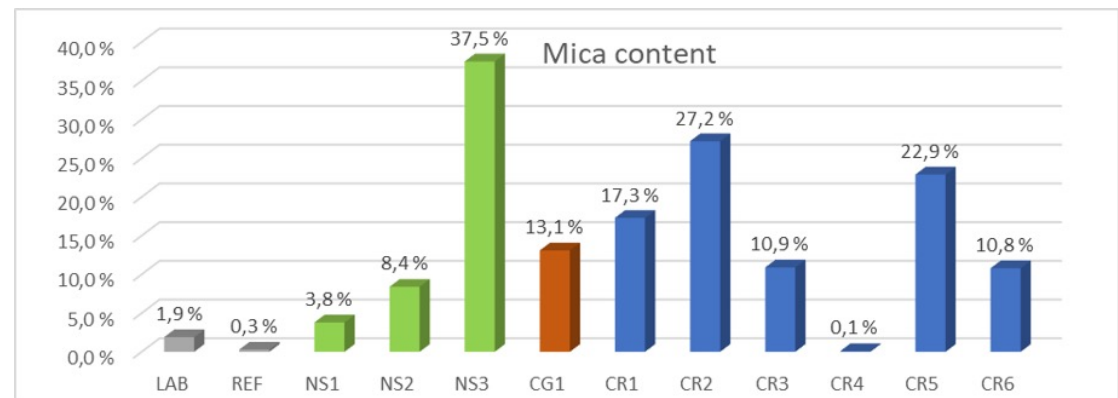
Petrografinen ohuthieanalyysi



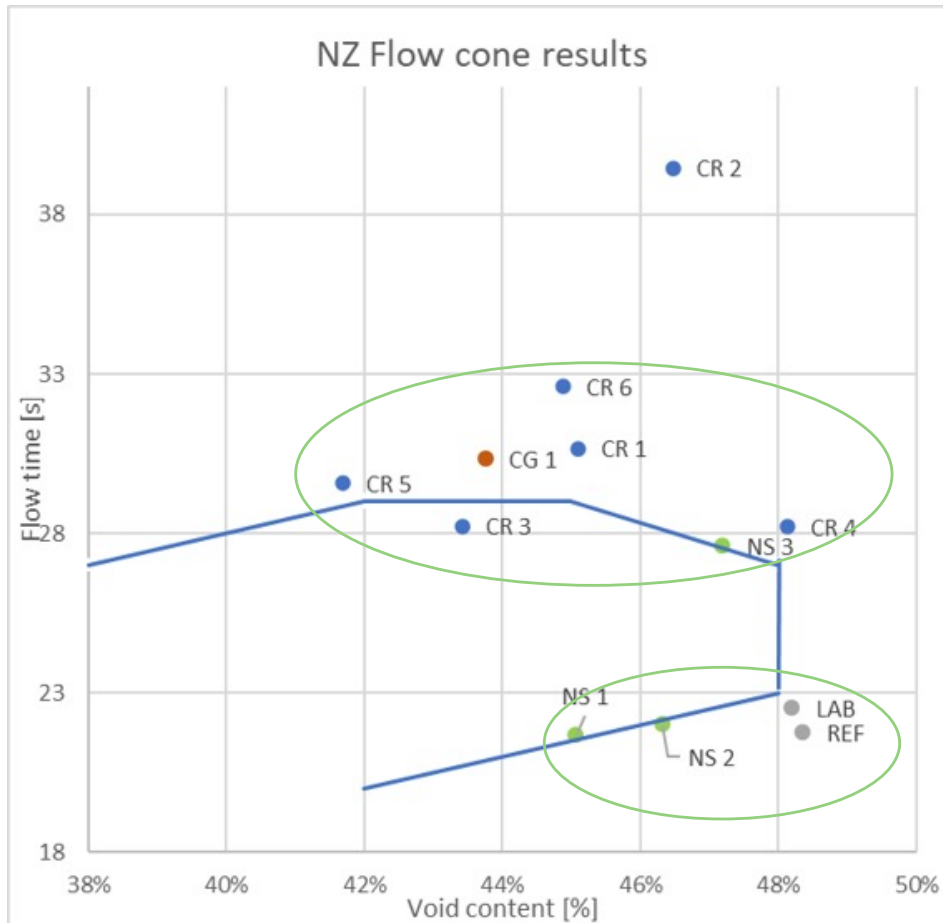
Mineraalikoostumus



- **Kiillemineraalien osuus näytteissä vaihtelee**
 - Pehmeitä silikaattimineraaleja
 - Lisää hienoainesta
 - Kasvattaa ominaispinta-alaa



Työstettävyysominaisuudet



Työstettävyysominaisuudet

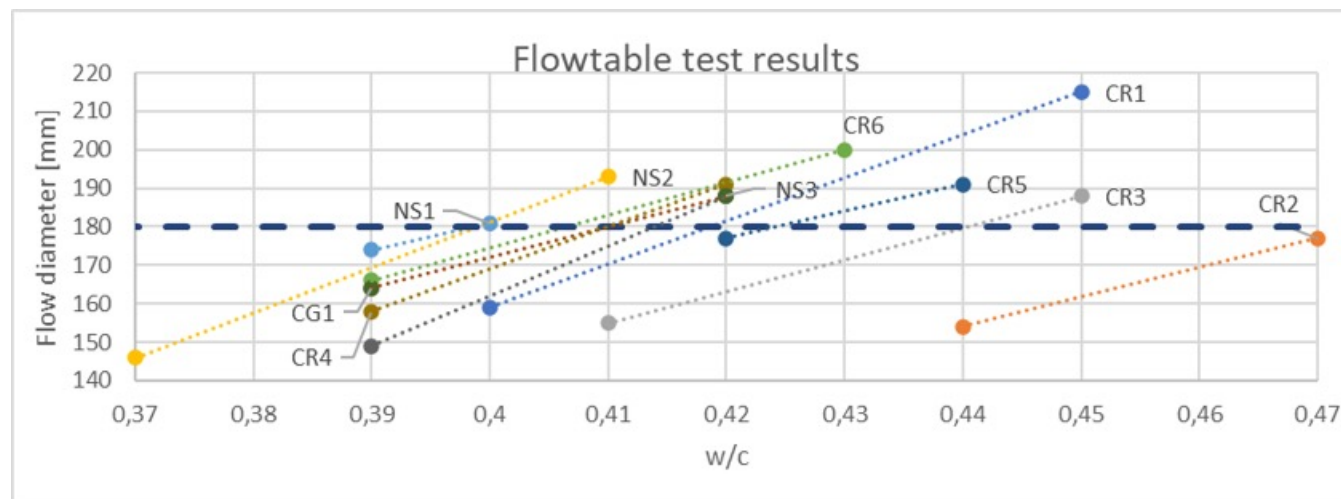
Maksimi raekoko: 4 mm

Kiviaines sementti: 1,5/1

Notkistin: BASF Master Glenium SKY 600

Annostus: 1,0% sem.painosta

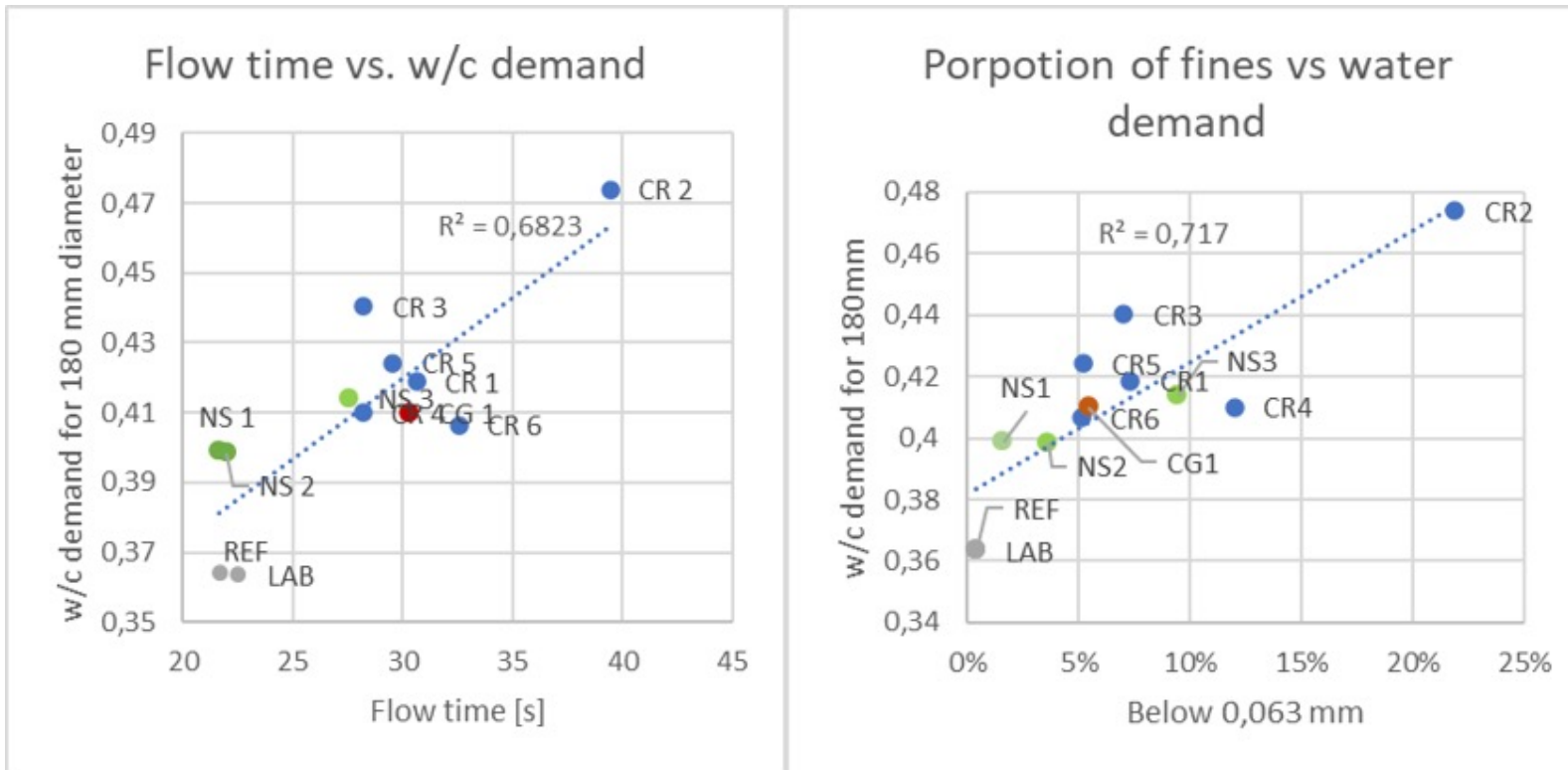
Sementti: CEM I 52,5 R



- Vedentarve 180mm halkaisijaan interpoloidaan vähintään kahden pisteen mukaan

Regressioanalyysi

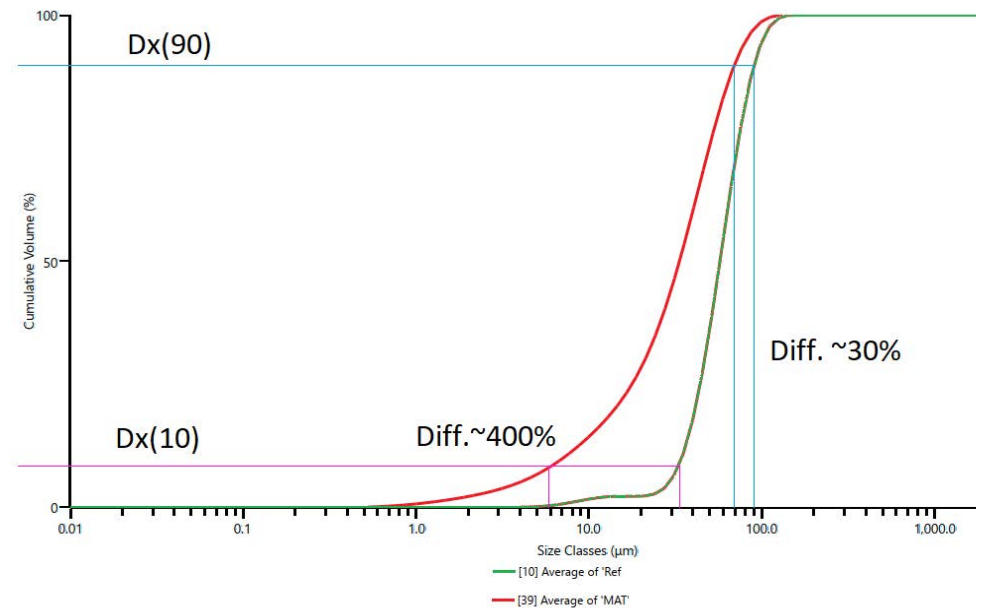
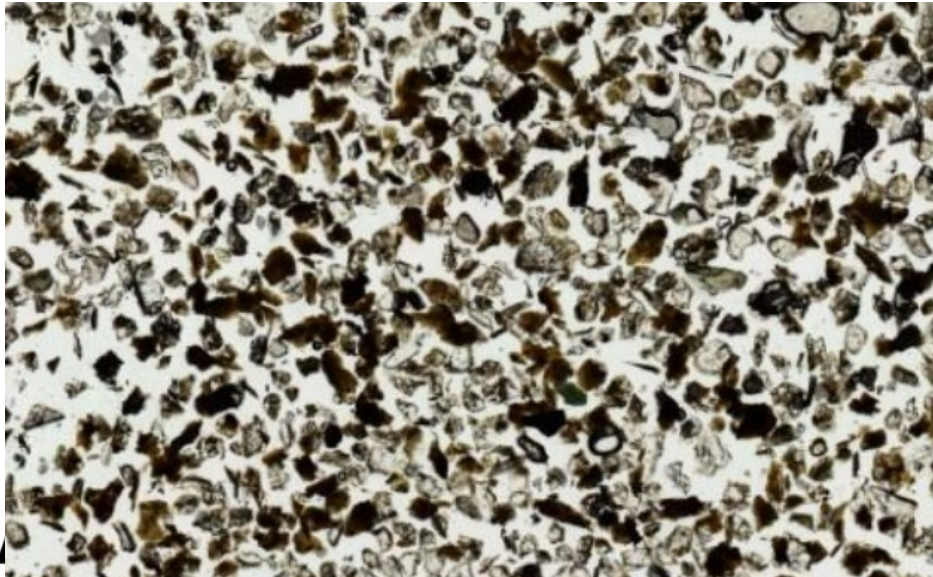
Lineaarinen regressio



Regressioanalyysi

Hienoaineksen määrä näyttäytyy tuloksissa dominoivana vedentarpeeseen

- Miten hienoaineksen partikkelien muoto tai kokojakauma korreloi vedentarpeen kanssa

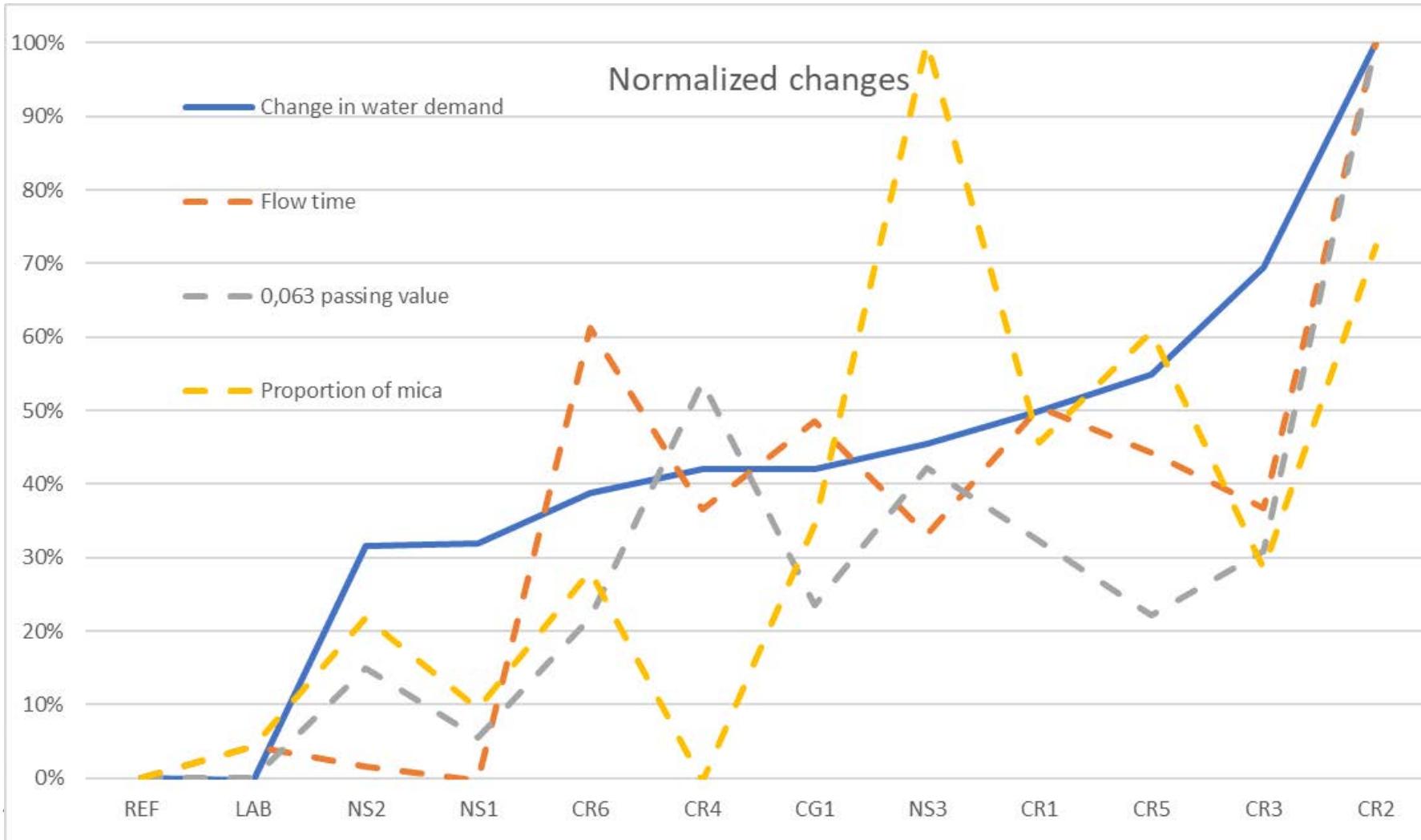


Regressioanalyysi

Correlations									
	Void %	w/c	Flow time	Mica %	SA	< 0,063	H4	H63	rel SA
Void %	1	-0,44988	-0,308011	-0,289316	-0,04684	0,045953	-0,1012	0,020072	0,123288
w/c		1	.826**	.623*	0,130902	.847**	.773**	.849**	0.808**
Flow time			1	.577*	-0,01677	.826**	.863**	.846**	.669*
Mica %				1	.687*	0,548233	0,288819	0,516176	.736**
SA					1	0,103532	-0,179998	0,062322	.936**
< 0,063						1	.881**	.997**	.851**
H4							1	.916**	.674*
H63								1	.837**
rel SA									1

- Kiillemineraalien määrä vaikuttaa hienoaineksen ja ominaispinta-alan määrään ja siten vedentarpeeseen
- Myös metamorfoosiaste vaikuttaa vedentarpeeseen
 - Ei numeerisesti lausuttavia muuttujia: suuntautuneisuus, kiderajat

Vedentarpeen ennustaminen



Tuloksia

1. Mitkä kiviaineksen ominaisuudet ovat kriittisimpiä vedentarpeen kannalta?
 - Hienoainesmäärä, ominaispinta-ala
 - Kiillemineraalit
 - Metamorfoosi
 - *Suuntautuneisuus, kiderajat*
2. Miten kiviaineksen vedentarvetta voisi helposti arvioida?
 - Flow cone tuloksilla hyvä korrelaatio
 - Pelkkä hienoainesmäärä antaa kohtalaisen arvion

Vaikutus CO₂ päästöihin

Tutkittujen kiviainesten vedentarpeet 180 mm leviämälle vaihtelivat väliltä 0.36 - 0.47

Luonnonhiekoilla keskimäärin 0.39 ja kalliokivimurskeilla 0.42

Lähtöoletus: kiviaines 1800 kg/m³, sementti 330 kg/m³ (CEM I)

Vaikutus vesimäärään: + 9,9 kg/m³, sementtimäärään + 25,3 kg/m³

Vaikutus CO₂ päästöihin + 20,3 kg/m³

Kiviaineksen osalta lähtöoletuksissa vaikuttaa merkittävästi hienoaineksen määrä ja murskatun kiven suuntautuneisuus

Tulevaisuuden haasteita

- Tutkimusaineiston perusteella kalliokivimurskeilla havaittu luonnonmuovaamia hiekkoja korkeampaa vedentarvetta sekä suurempaa hajontaa vedentarpeessa
 - Pieni aineisto ei riitä selittämään hajontaa
- Tulevaisuudessa siirryttävä hienoaineksessa enemmän kohti kalliokivimurskeita
 - Vaikuttaa merkittävästi vedentarpeeseen
- Samalla tulisi pyrkiä pienempään hiilijalanjälkeen
 - Murskeiden hienoaines on tunnettava nykyistä paremmin
- Soveltuvuus vs saatavuus
 - Prosessointi, kuljetusmatkat, varastointi