

FCG.



Vesihuoltolaitosten  
kehittämisrahasto

Päivi Peltonen ja Kalle Kakko

# Kalkkivialkalointioppaan päivitys

15.8.2024

FCG.

Hankkeen esittely

# Hankkeen esittely:

- Alkuperäisen oppaan on julkaissut Vesilaitosyhdistys vuonna 2002: v. 2023 alkoi yhteistyöhanke oppaan päivittämiseksi ajan tasalle
- Hanke koostui kolmesta osasta:
  1. oppaan päivitys
  2. kalkkikivisuodatuksen tutkimus ohjausryhmän 8 kpl vesilaitoksia
  3. käyttökokemusten kerääminen vesihuoltolaitoksilta, materiaali- ja laitetoimittajilta mm. työpajassa
- Hankkeeseen osallistuivat Vesilaitosyhdistys (rahoittajana Vesihuoltolaitosten kehittämisrahasto), Keski-Uudenmaan Vesi Kuntayhtymä, Joensuun Vesi, Lakeuden Vesi Oy, Porvoon vesi, Rautjärven kunta, Nordkalk Oy Ab, Oy Lining Ab ja Allwatec Oy.
- Hankkeen toteuttajana toimi FCG Finnish Consulting Group Oy: Päivi Peltonen, Kalle Kakko ja Jussi Lindholm

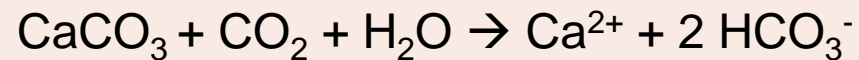
# FCG.

## Hankkeen tuloksia

Esimerkkejä oppaan päivitetyistä sisällöistä

# Kalkkikivialkalointi

- Kalkkikiven eli kalsiumkarbonaatin liukeneminen veteen nostaa tasaisesti veden pH-arvoa, alkaliteettia ja kalsiumpitoisuutta sekä laskee hiilidioksidipitoisuutta:



- Pohjavesilaitoksilla kalkkikivialkalointi toteutetaan useimmiten kalkkikivisuodattimissa
- Pintavesilaitoksilla on käytössä sekasuodattimia (hiekkä + kalkkikivi) – lisätty uutena asiana oppaaseen



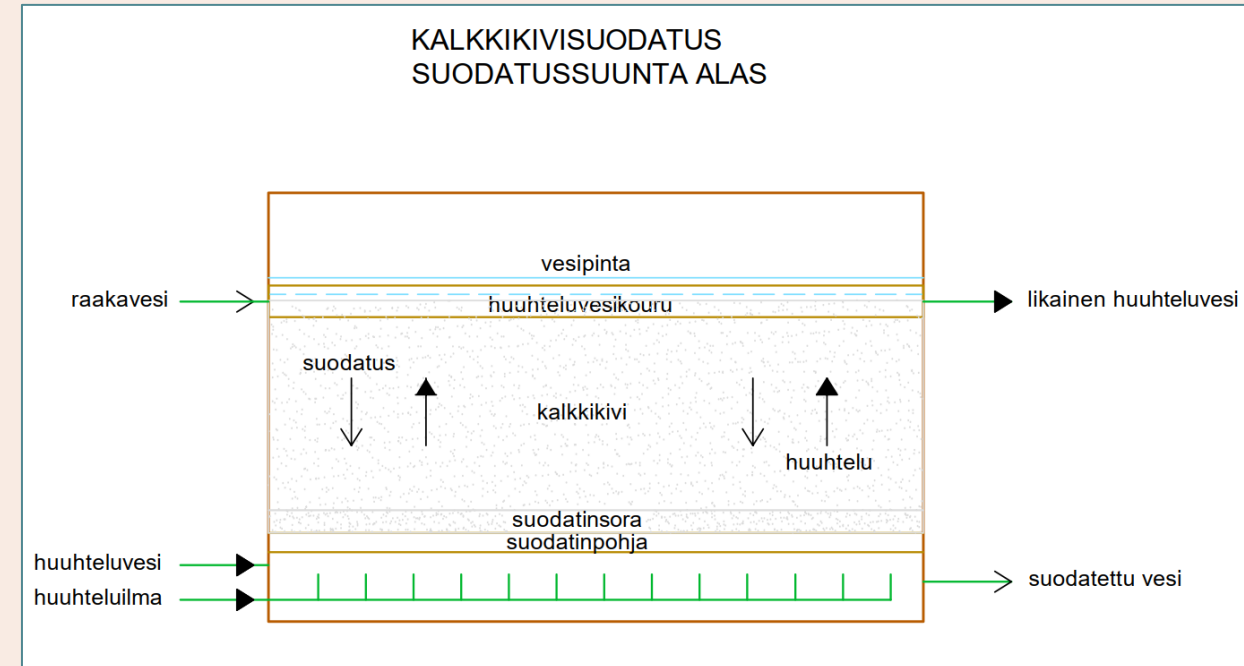
Kuva: Kalkkikivisuodatin (FCG, JLi)

# Kalkkikivialkalointi vedenkäsittelyssä

+	-
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Pienet käyttökustannukset</li><li>✓ Vähäinen valvonta</li><li>✓ Pieni huollon tarve</li><li>✓ Turvallisuus vedenlaadun kannalta: pH ei nouse liian korkeaksi</li><li>✓ Työturvallisuus: turvallinen aine käsitellä</li><li>✓ Toimintavarmuus: kk:ä tuotetaan Suomessa, toimituksia tarvii harvoin</li><li>✓ Kalsiumpitoisuuden ja alkaliteetin runsas nosto vrt. CO<sub>2</sub>-poistoon</li><li>✓ Samanaikainen metallien ja ammoniumin poisto</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>❖ Suuri tilatarve (ei painesuodattimilla!)</li><li>❖ Suuret investoinnit</li><li>❖ Ei sovi: kalsiumpitoiset, kovat vedet</li><li>❖ Levänkasvu kalkkikivisuodattimissa pintavesilaitoksilla → ei sovellu, mutta soveltuu sekasuodattimiin (sekasuodattimet ei yksin nosta pH-arvoa riittävästi)</li><li>❖ Hiilidioksidipitoisuus &gt; 20 mg/l (soveltuu kuitenkin esi-ilmastuksen kanssa)</li></ul>

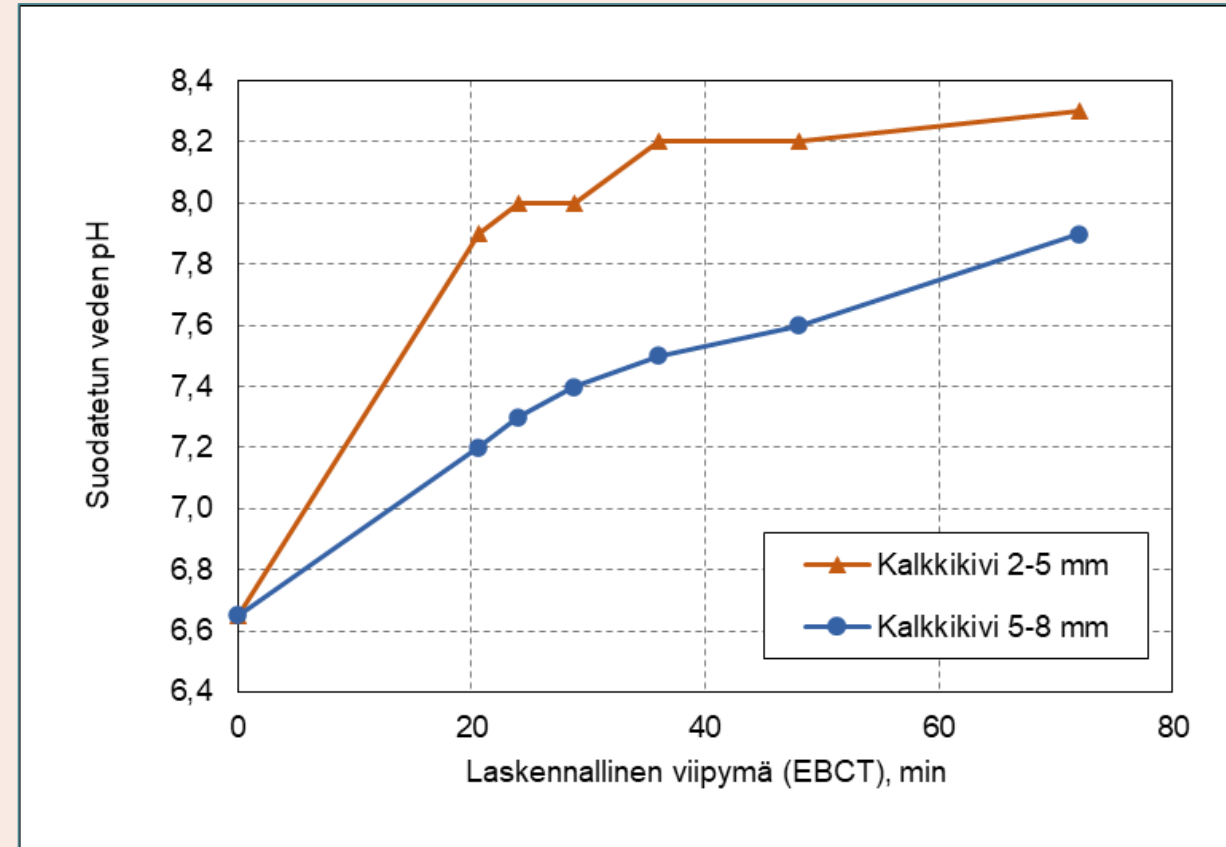
# Kalkkikivisuodatuksen toteutus

- Avosuodattimet:
  - betonialtaat
  - toimii (yleensä) hyvin, ongelmia vaakavirtalaitoksilla
- Painesuodattimet:
  - alhaiset rakennuskustannukset
  - ei tarvetta välipumppauksille
  - ilmastus mahdollinen yläosassa (mutta hiilidioksidi ei poistu)
- Muovisäiliöt:
  - alhaiset rakennuskustannukset
  - voi olla hyvä vaihtoehto etenkin pienillä laitoksilla
- Huuhtelujärjestelmät:
  - samanaikainen ilma-vesi-huuhtelu on tärkeä
  - pintakuorma (esim. vesi 10–15 m/h ja ilma 30 m/h), huuhtelun kesto (usein n. 1 h) ja huuhteluväli vaihtelevat (1,5-6 kk, osalla tiheämpi tai vuosittain)



# Kalkkikiven laadun vaikutus suodatukseen

- Suodatuksen mitoituksen kannalta tärkein tekijä on viipymä (EBCT), johon vaikuttavat:
  - kalkkikiven raekoko: yleisimmät noin 2–5 mm ja 5–8 mm
  - vedenlaatu (hiilidioksidi, alkaliteetti, kalsium)
- Myös kalkkikiven koostumus on oleellinen:
  - tyypillisessä suomalaisessa kalkkikivessä magnesiumkarbonaatti noin 2-4 % ja liukenematon aines 2-5 %
  - saatavilla myös kalkkikiveä, jonka raekoko on pieni 1-2 mm ja jossa on vähemmän liukenematonta ainesta < 1 %
- Liukenematon aines ja kulunut, hienojakoinen kalkkikivi tulee huuhdella mahdollisimman hyvin huuhtelussa säännöllisesti vähintään 0,5–1 vuoden välein

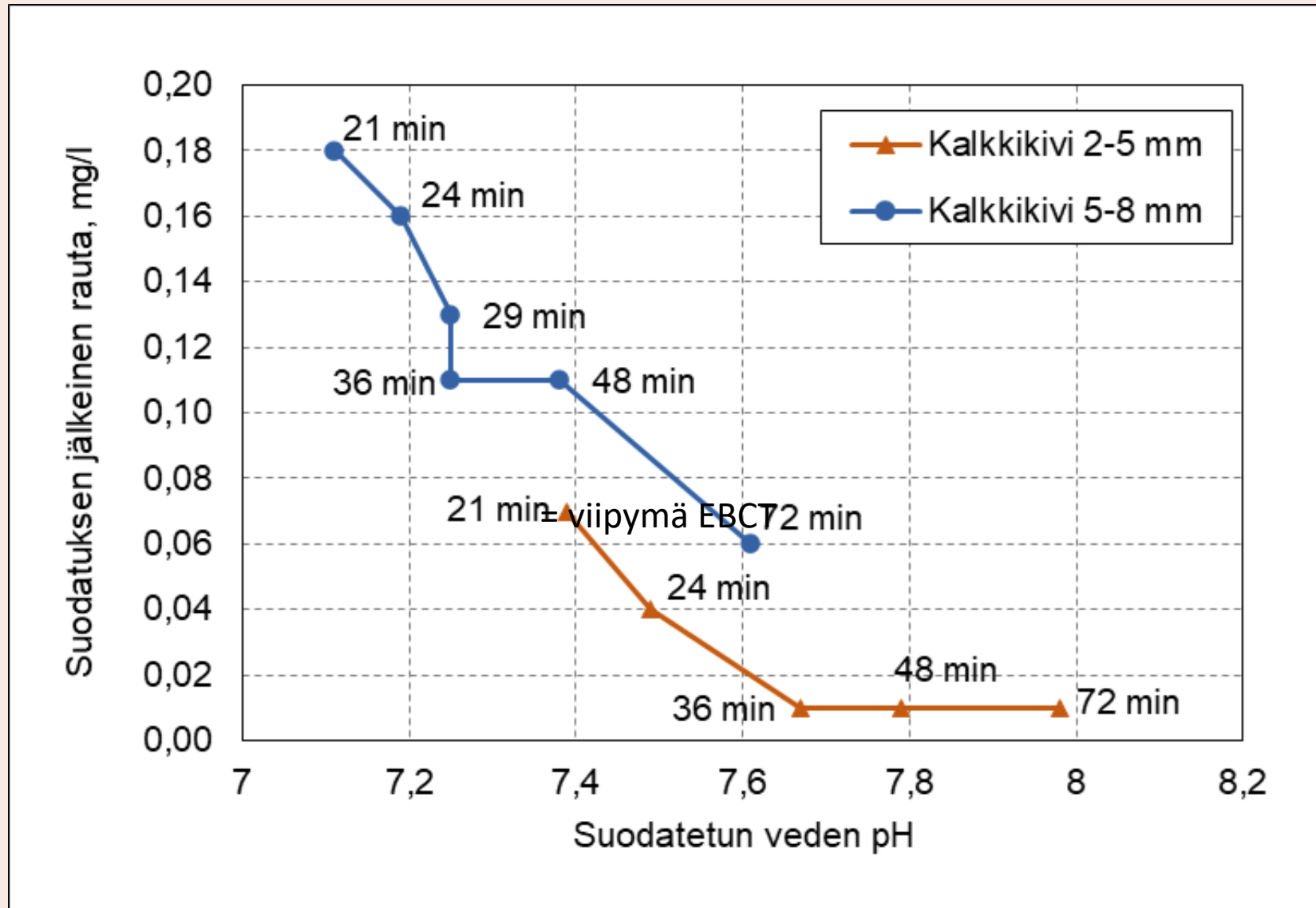


EBCT = Empty bed contact time  
 = Suodatuskerroksen tilavuus m<sup>3</sup> /  
 virtaamalla (m<sup>3</sup>/h) \* 60

# Metallien ja ammoniumin poistuminen

Poistettava aine	Voidaan poistaa kalkkikivisuodatuksella?	Huomioitavaa
Rauta	+++	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle 0,5–1 mg/l pitoisuudet poistuvat useimmiten hyvin</li> <li>Orgaaninen aines tai raudan hapettuminen ennen suodatinta voivat haitata poistumista</li> <li>Saviainekseen sitoutunut rauta ei poistu</li> </ul>
Mangaani	+++	<ul style="list-style-type: none"> <li>Biologinen poisto: vaatii korkean pH-arvon &gt; 8 ja happipitoisuuden 7–8 mg/l</li> </ul>
Alumiini	+++	<ul style="list-style-type: none"> <li>Saviainekseen sitoutunut alumiini ei poistu</li> </ul>
Nikkeli	+	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tehokas poistuminen vaatii korkean pH-arvon 8,5–9</li> <li>Suuria pitoisuuksia varten puolipoltettu dolomiitti</li> </ul>
Ammonium	+++	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korkea hapenkulutus, huomioitava mangaanin poistossa</li> <li>Muuttuu nitraatiksi</li> </ul>

# Kalkkikiven raekoon vaikutus raudan poistamiseen:



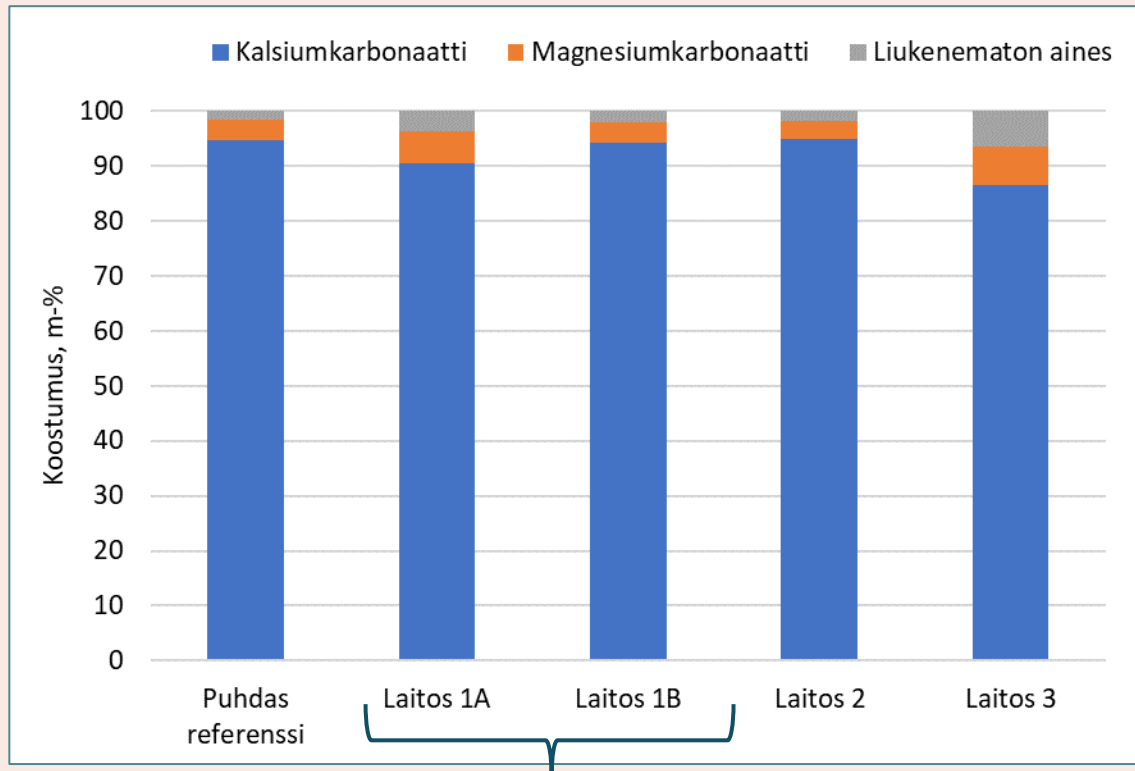
FCG.

# Tutkimustuloksia

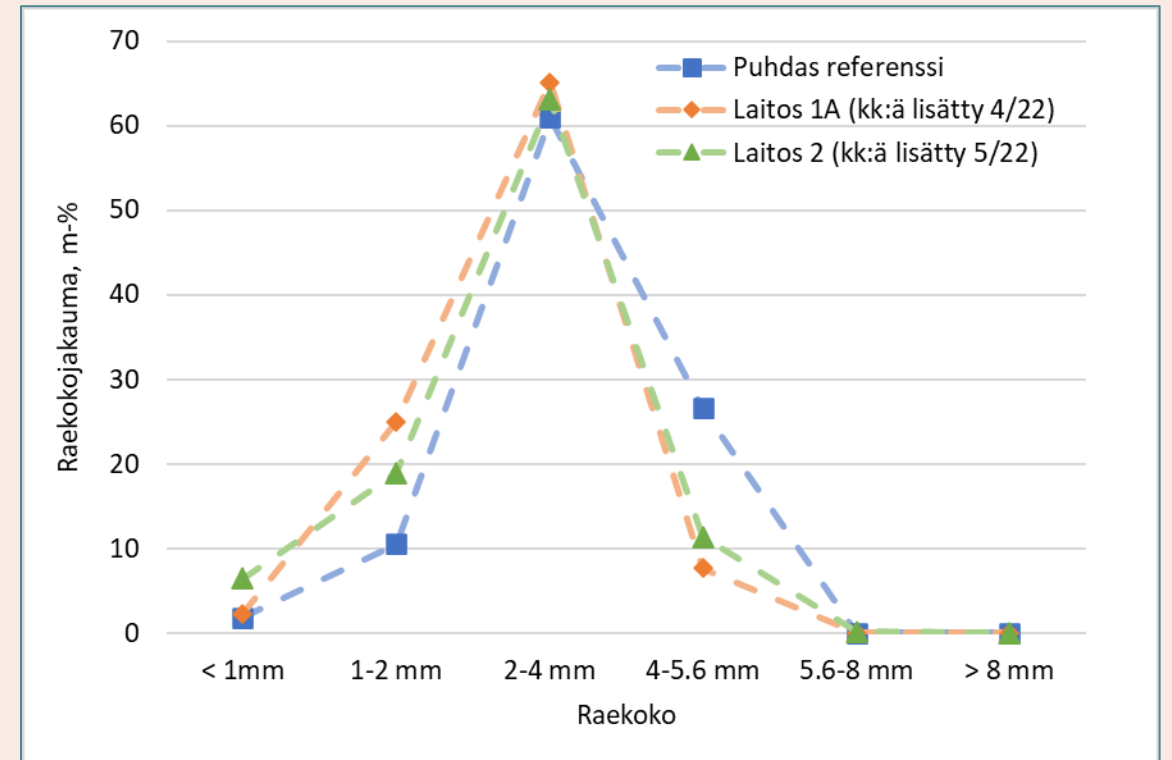
# Yhteenveto

- Näytteitä otettiin 8 vesilaitokselta välillä syyskuu–joulukuu vuonna 2023: kalkkikivisuodattimien tulevasta ja lähtevästä vedestä, huuhteluvedestä ja kalkkikivikerroksesta suodattimen pinnalta
- Tutkittiin veden alkaloitumista, kalkkikiven kulumista ja muuttumista, metallien poistumista sekä huuhteluiden tehokkuutta.
- Tuloksia ei ole suoraan esitetty päivitetystä oppaassa, mutta niitä on hyödynnetty opasta kirjoittaessa
- Tulosten tulkintaan vaikuttaa useita asioita: kalkkikiven lisäämisväli, virtaama vs. mitoitus, raakaveden vedenlaatu, huuhtelukäytännöt...
- Poimintoja tuloksista:
  - Suuremmalla 5–8 mm raekoolla alkalointiin tarvittava viipymä oli noin kaksinkertainen verrattuna pienempään 2–5 mm raekokoon
  - Kalkkikiven kulumisen havaittiin kalkkikivinäytteistä (seuraava dia): partikkelikoon muuttuminen, liukenematon aines kohosi suodatinkerroksessa etenkin raekoolla 1-2 mm ja 2-5 mm — suuremmalla raekoolla 5-8 mm vain magnesiumkarbonaatti kohosi huomattavasti
  - ilma-vesi-huuhtelu yhtäaikaaisesti puhdistaa kalkkikiven (veden pintakuorma vähintään noin 10–15 m/h, huuhtelu-aika 0,5–1 h), pitkällä huuhteluvälillä (> 3 kk) 1 h huuhtelukaan ei välttämättä riitä: riippuu muun muassa virtaamasta, metallien pidättymisestä, kalkkikiven kulumisesta ja huuhtelujärjestelmän toteutuksesta
  - Huuhtelu poistaa suodattimista vaihtelevia määriä liukenematonta ainesta ja metalleja riippuen raakoosta, huuhteluajoista ja -pintakuormista.

# Kalkkikivinäytteet – kalkkikiven kuluminen suodattimen pinnalla (2–5 mm raekoko)

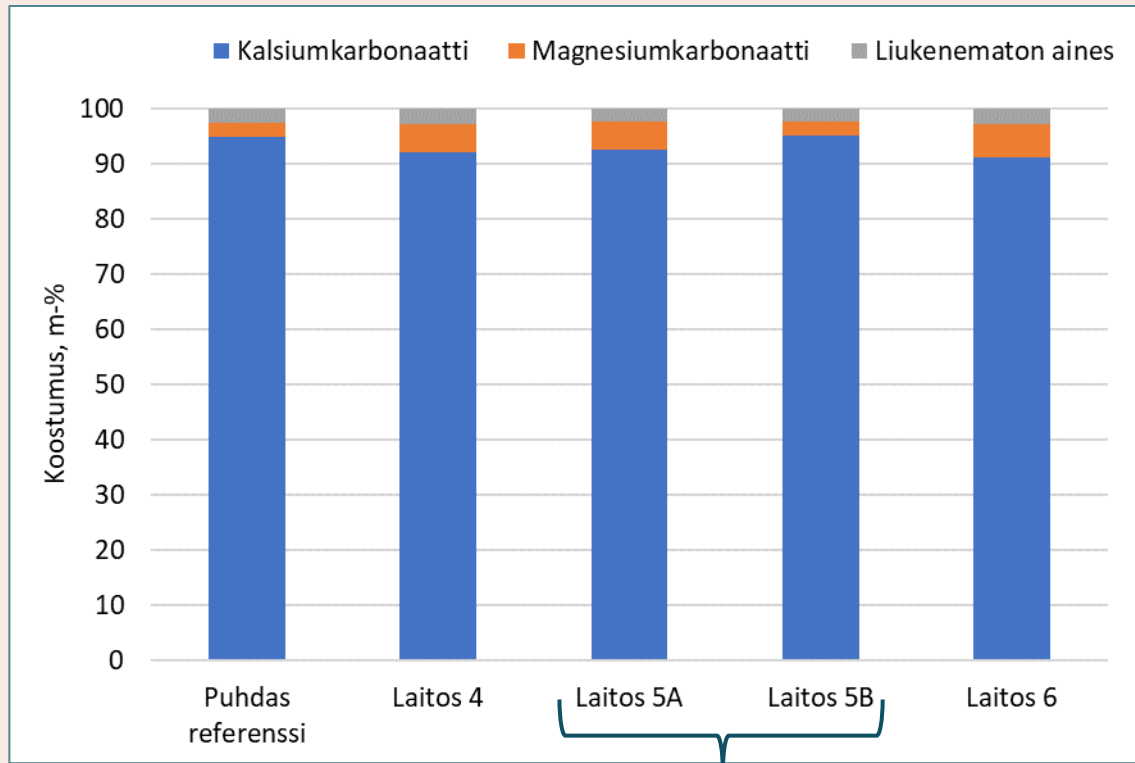


Samalla laitoksella sarjassa suodatin A → suodatin B

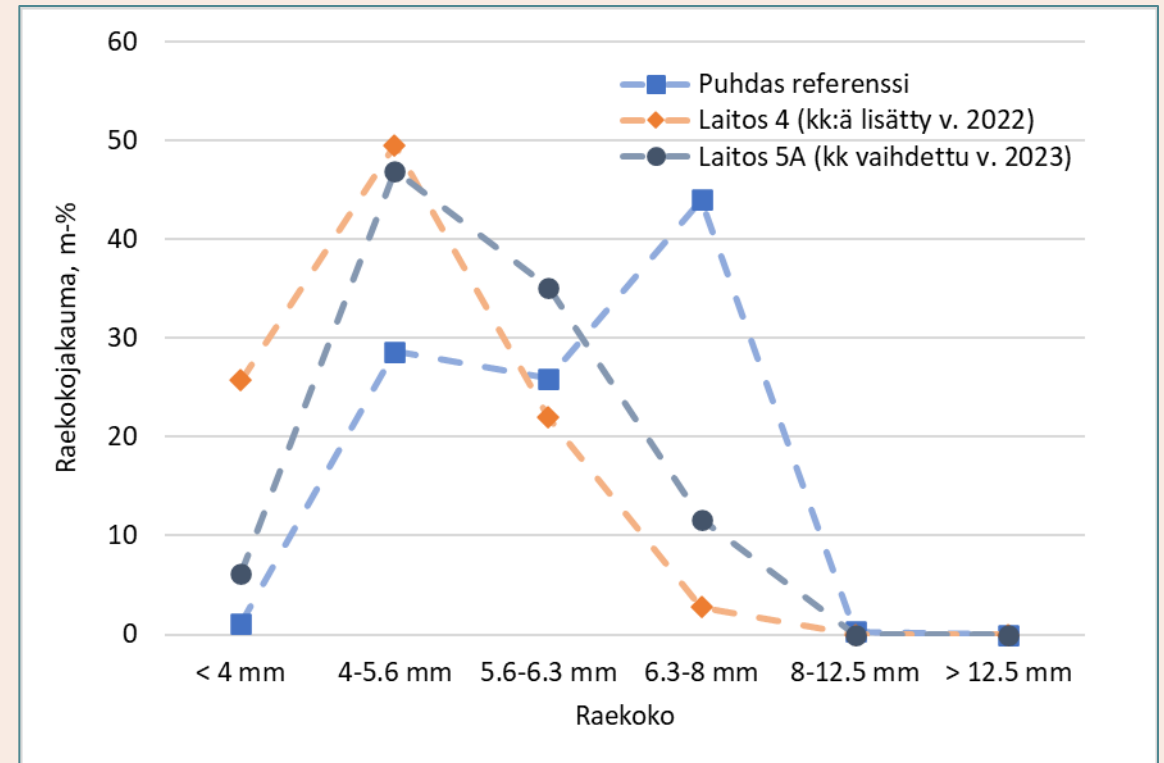


Partikkelit < 1 mm on todennäköisesti poistuneet paremmin huuhtelussa laitoksella 1 kuin laitoksella 2.

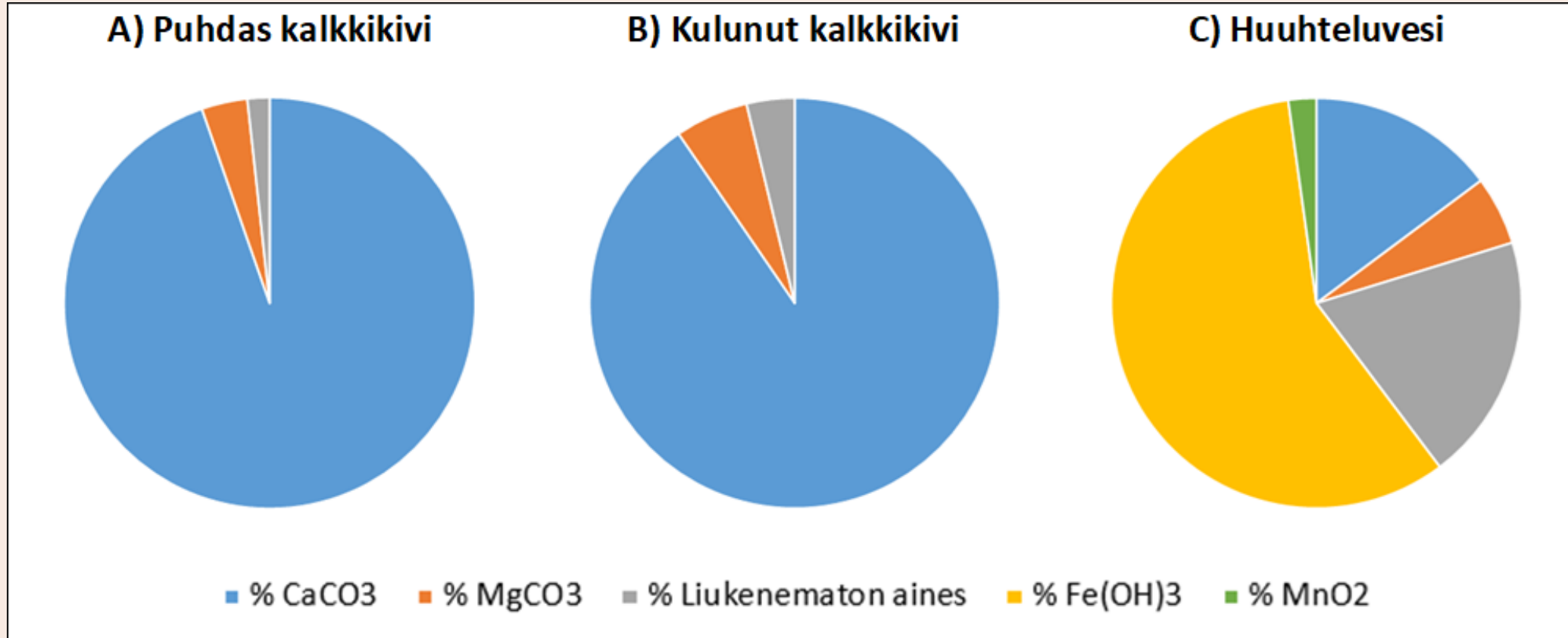
# Kalkkikivinäytteet – kalkkikiven kuluminen suodattimen pinnalla (5–8 mm raekoko)



Vaakavirtasuodatin: lohko 1 ja lohko 2



# Suodatinkerroksen kalkkikivi ja huuhteluveden kiintoaine – huuhtelussa poistuu liukenematonta ainesta ja rautaa



Kuvan esimerkki:

- kalkkikiven raekoko 2-5 mm
- tulevan veden rauta 250 µg/l
- lähtevän veden rauta <10 µg/l

# Kalkkikivi ennen ja jälkeen huuhtelun

Kuvan kalkkikiven raekoko 5-8 mm, johon kertyy tulevan veden rautaa (45 µg/l), lähtevä <15 µg/l

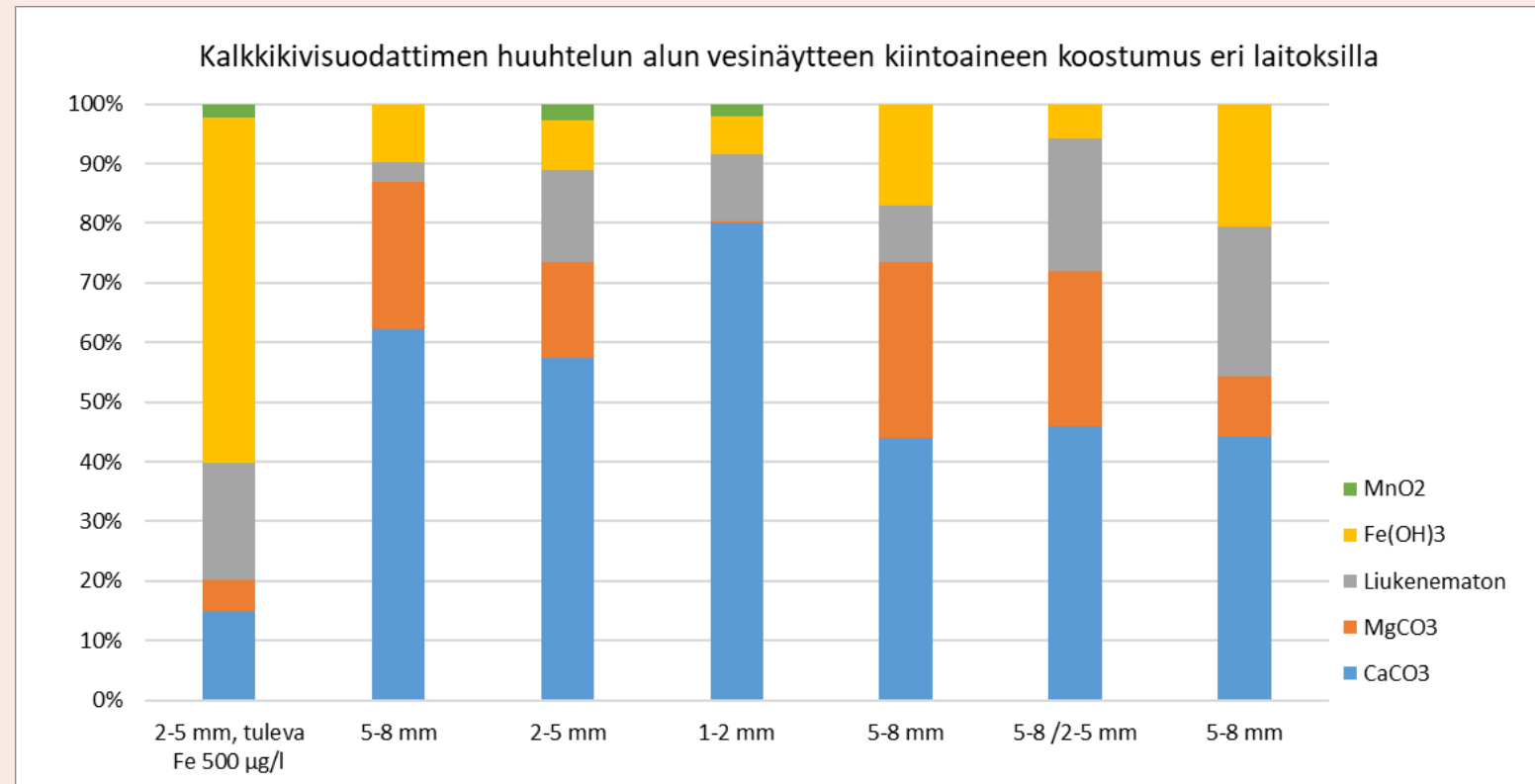
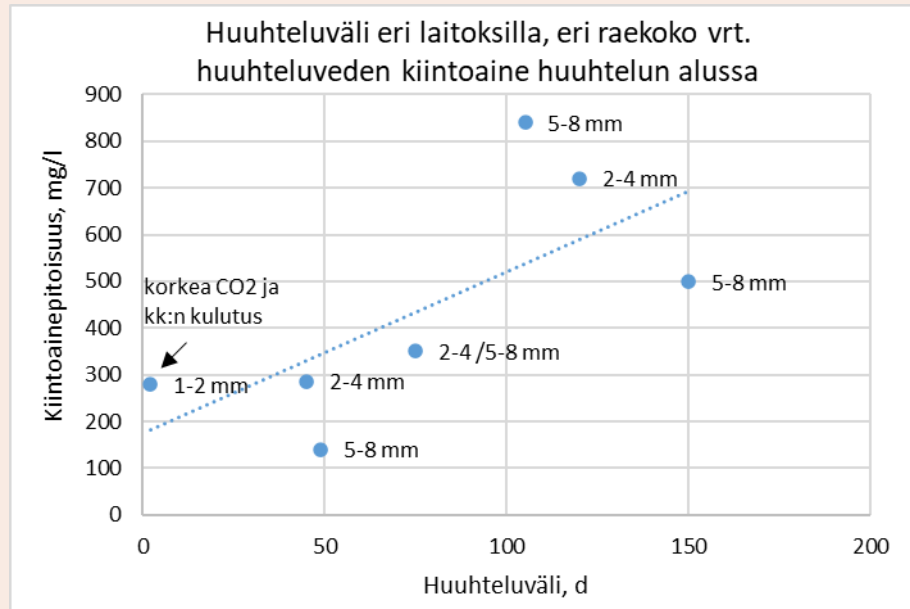


**Ennen huuhtelua**



**Huuhtelun jälkeen**

# Huuhteluveden laatu huuhtelun alussa ja kiintoaineen koostumus



FCG.

Kiitos!

Päivi Peltonen ja Kalle Kakko

[www.fcg.fi](http://www.fcg.fi)