

Veden mikrobiologisen laadun hallinta vesilaitoksilla

Ilkka Miettinen



TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

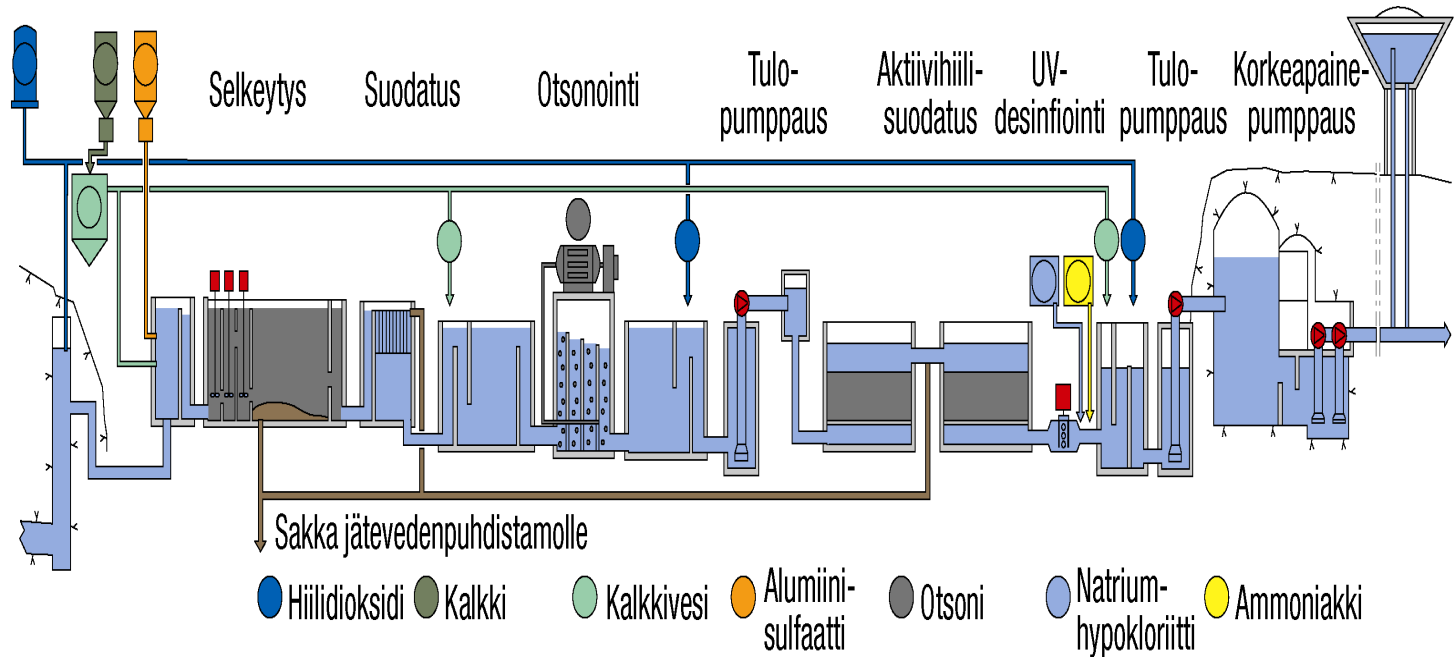


Vesiturvallisuus

- Raakavesien saastumisen estäminen
 - Raakavesien suojeleminen – likaantumisen estäminen
- Veden riittävän tehokas käsittely
 - RV:n laadun huomioon ottaminen veden käsittelyssä
 - Desinfiointi
- Likaantumisen estäminen verkostossa
 - Veden vanheneminen
 - Vuotojen ja haverien estäminen
 - Verkoston ikääntyminen

Vesiturvallisuuden hallinta - pintavesilaitokset

- Pintavedet eivät ole sellaisenaan juomakelpoisia → vedenpuhdistus aina tarpeen
- desinfiointi aina käytössä
- laitoksen suuri koko → tehokas veden laadun seuranta



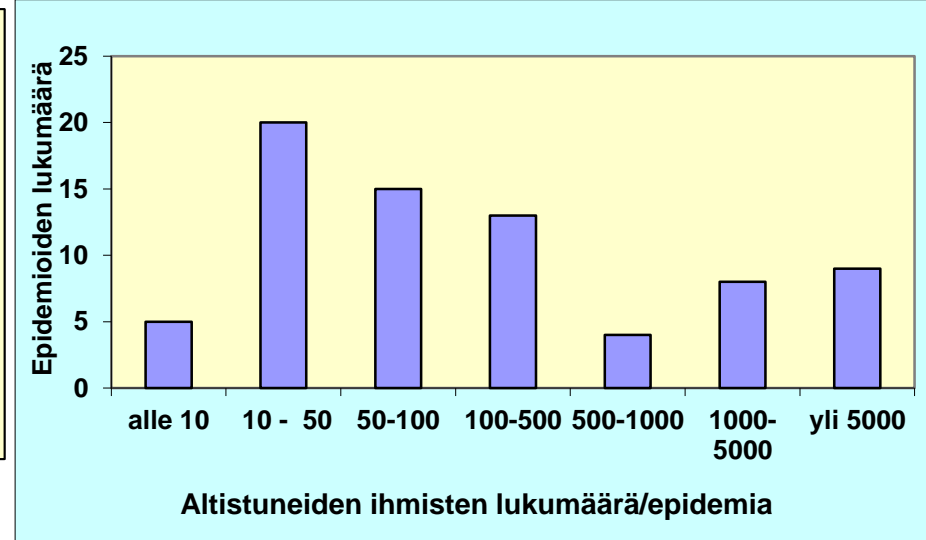
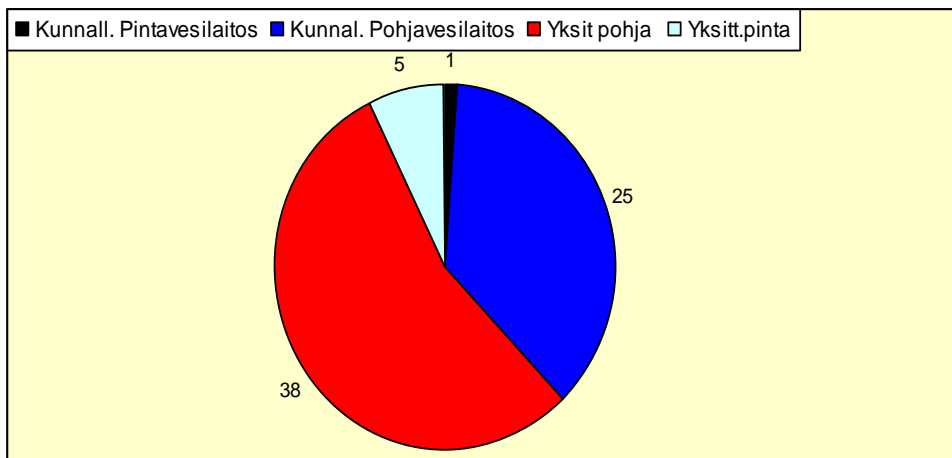
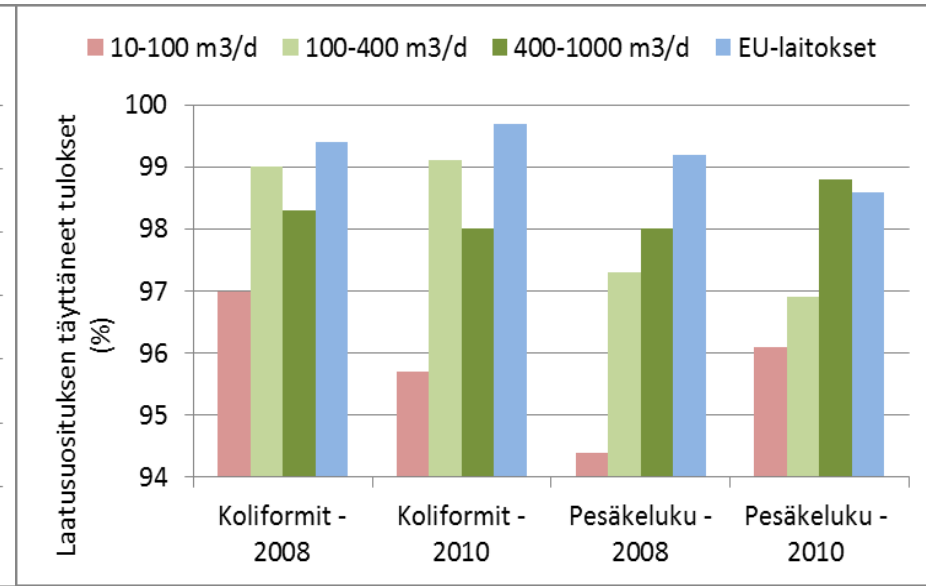
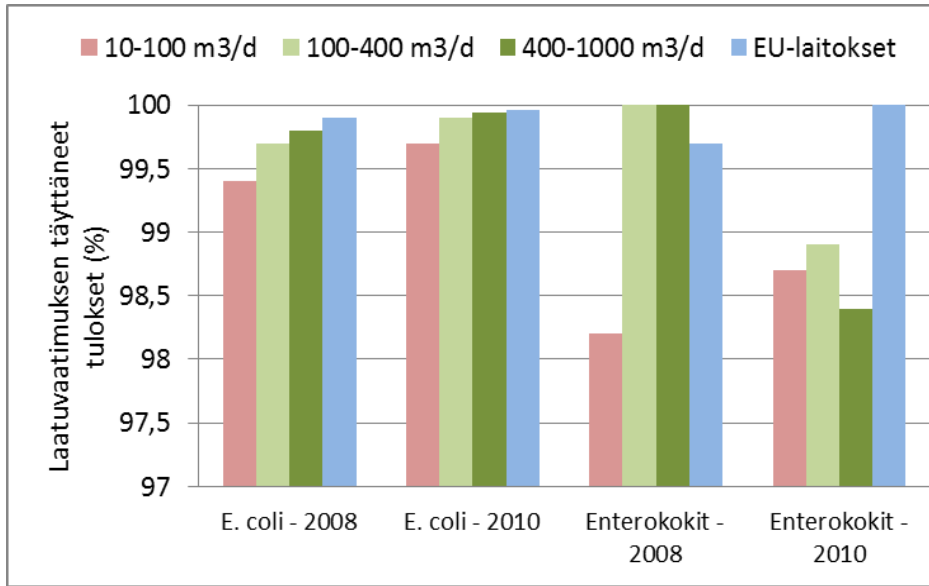
Vesiturvallisuus - tekopohja- ja pohjavesilaitokset

- Puhdistus tapahtuu maaperässä
- Useimmat pieniä vedenottoamoita
- Useimmiten veden mikrobiologinen laatu hyvä → ei Desinfiointia

Pohjaveden
likaantuminen →
epäpuhtaudet
juomaveteen



Laitosten koko: mikrobiologinen laatu/ vesiepidemiat



Veden desinfiointi

- Klooraus

- Tehokas bakteereille (ei itiöille), mutta viruksille ja alkueläimille vähemmän tehokas
- Normaali klooraus: alle 0.5 mg Cl₂/l
- Vesiepidemiat: 1-2 mg Cl₂/l, Tehoklooraus: 10 mg Cl₂/l
- Helppo ja halpa desinfiointitapa
- Ensi vaiheen desinfiointi keittokehotuksen lisäksi
- Verkostojen mikrobikasvun hillintä

- UV-desinfiointi

- Varsin tehokas bakteereille, viruksille ja alkueläimille
- UV-annos: 40mWs/cm² = 400 Ws (J)/m²
- Usein käyttöön kun krooninen ongelma (ei halua jatkaa kloorausta)
- Ei verkostovaikutusta

- Otsonointi (O₃)

- Erittäin tehokas virusten, bakteerien ja alkueläinten tuhoutuminen
- Vaativa tekniikka



Mikrobien ravinteet- orgaaninen hiili

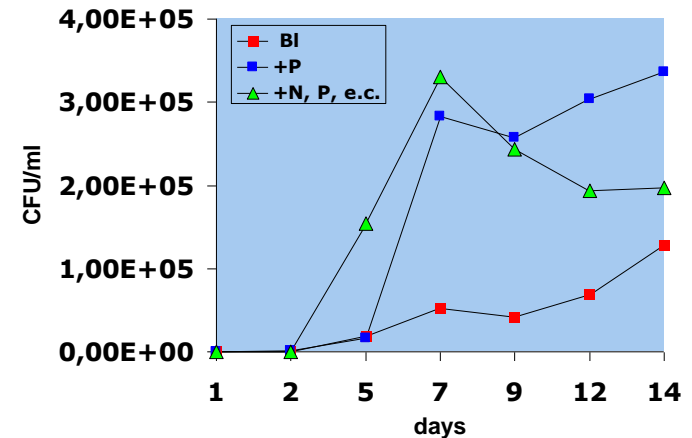
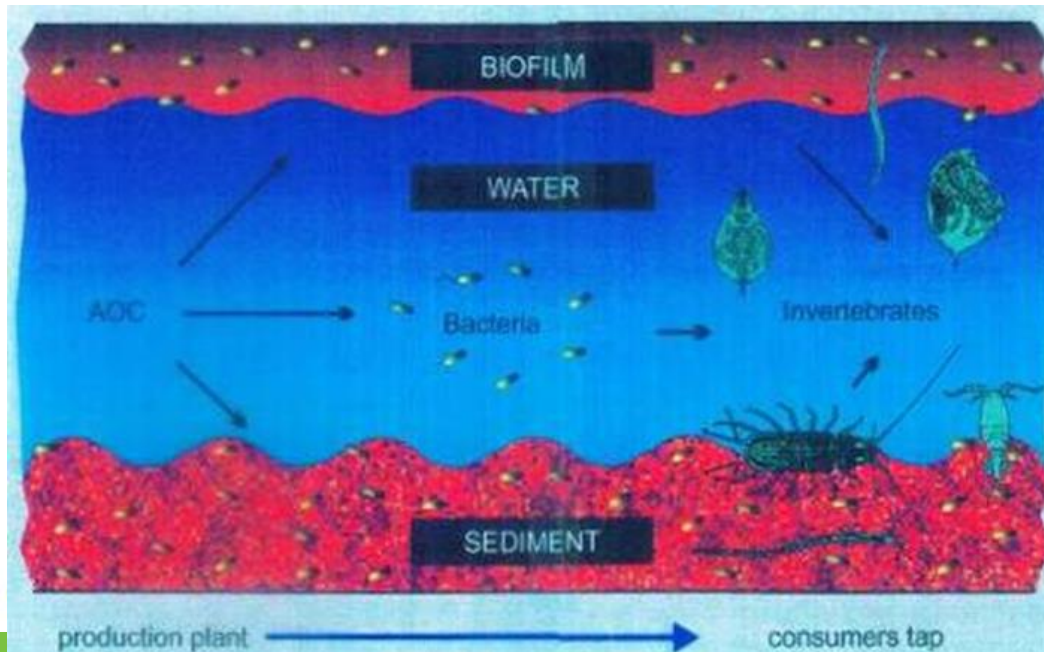
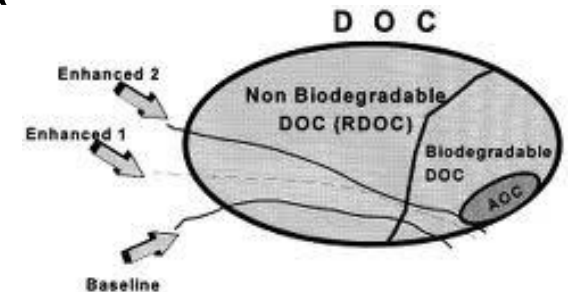
Orgaaninen aine toimii heterotrofisten mikrobien hiilen ja energian lähteenä

– Vain osa orgaanisesta aineesta mikrobien käytettävissä

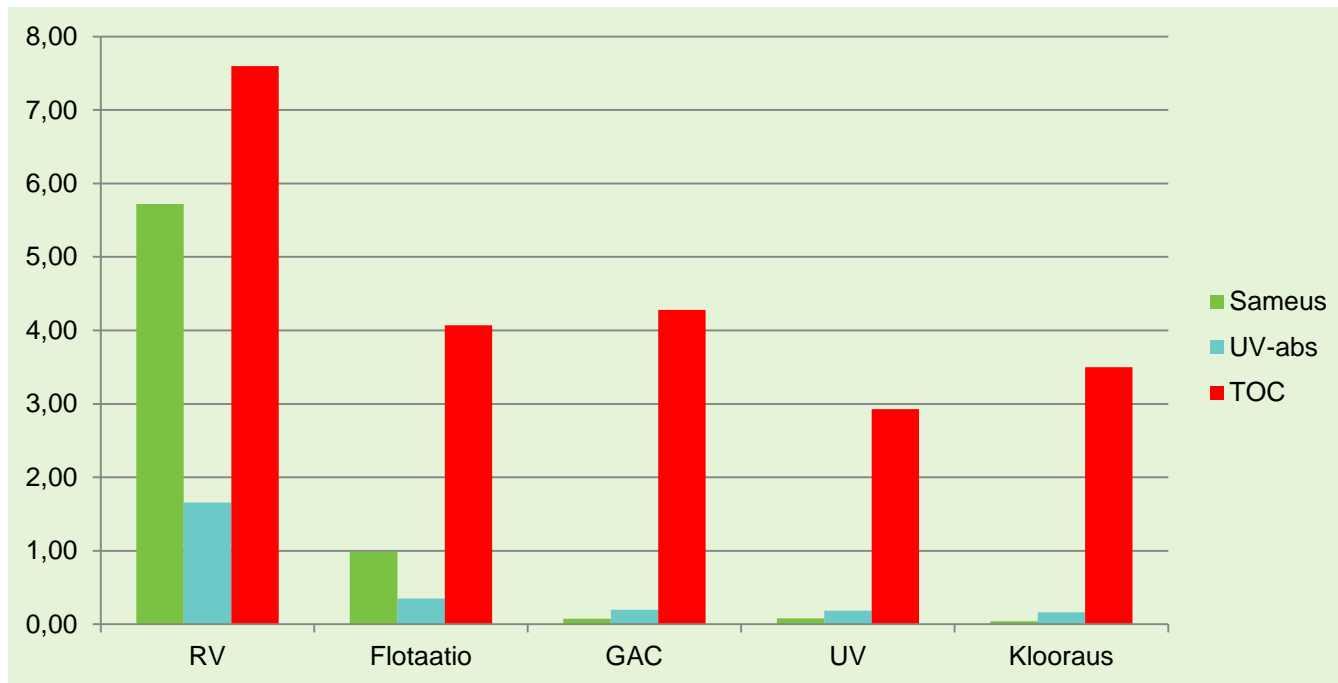
- assimiloituva orgaaninen hiili (AOC)

• Suomessa fosfori usein mikrobien kasvua rajoittava tekijä

– mikrobeille käyttökelpoinen fosfori (MAP)



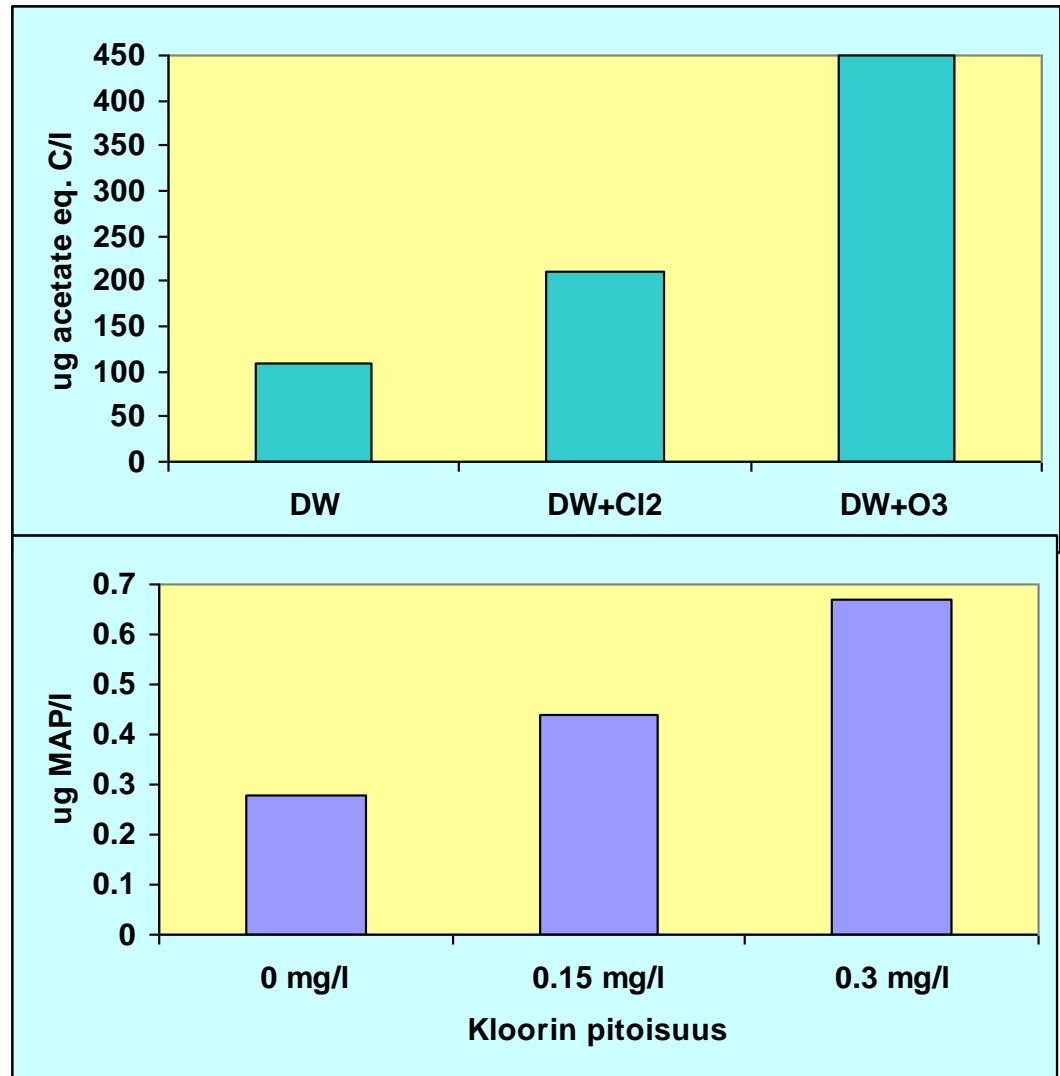
Polaris – pintavesilaitos: sameus, UV_{254nm}abs ja TOC



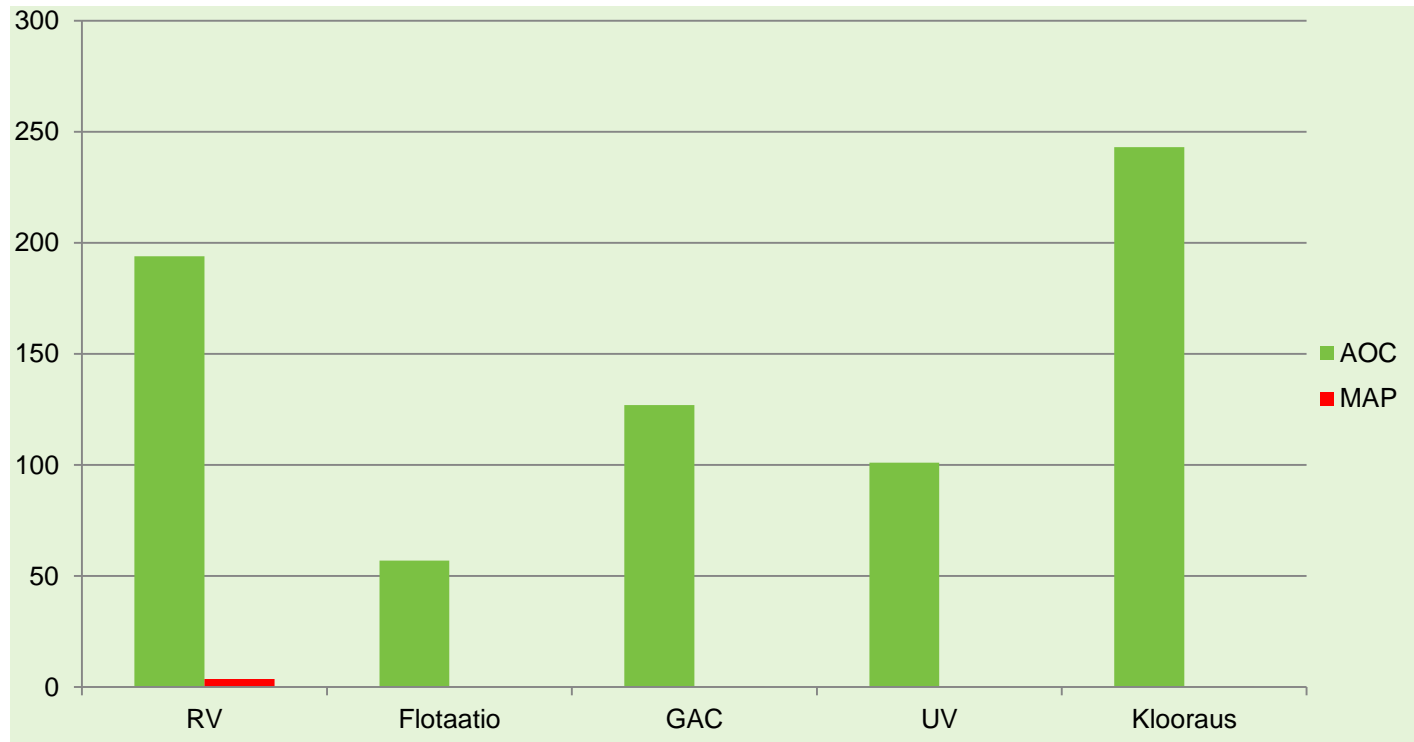
- Kemiallinen saostus: TOC, UVabs, sameus: alenema 50-80%
- Aktiivihiiლისუოდatus: TOC, UVabs, sameus: alenema 0-90%
- Otsonointi: TOC, UVabs, Sameus: alenema 0-30%

Vedenkäsittelyn vaikutus mikrobiravinteisiin

- Kemiallinen saotus:
AOC vähenee (20-80%)
- Kloori ja otsoni pilkkovat orgaanista ainetta vapauttaen AOC:ta
- Kemiallinen saostus alentaa fosforin /MAP pitoisuutta (>80%)
- Otsonointi ja klooraus pilkkovat orgaanista ainetta vapauttaen MAP:ia

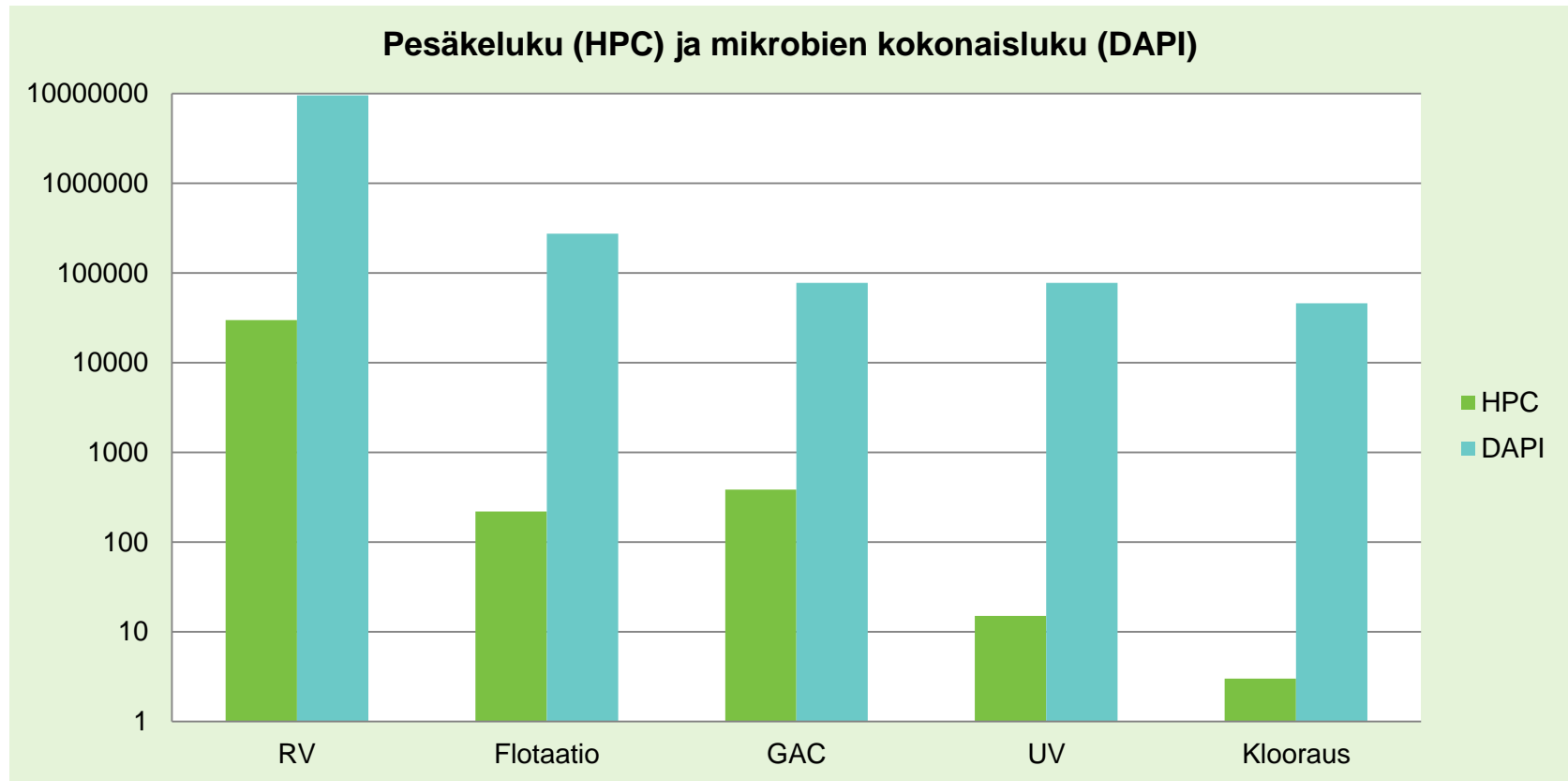


Polaris: Mikrobiravinteet AOC ja MAP



- Saostus vähentää mikrobin ravinteita
 - AOC: saostus + GAC 35%.
 - MAP: saostus + GAC → MAP alle määrittärajän
 - Saostuksen metallijäämien aiheuttama inhibitio ?
- Klooraus pilkkoo orgaanista ainetta vapauttaen AOC:ta (MAP)

Polaris: Pesäkeluku ja mikrobien kokonaisluku



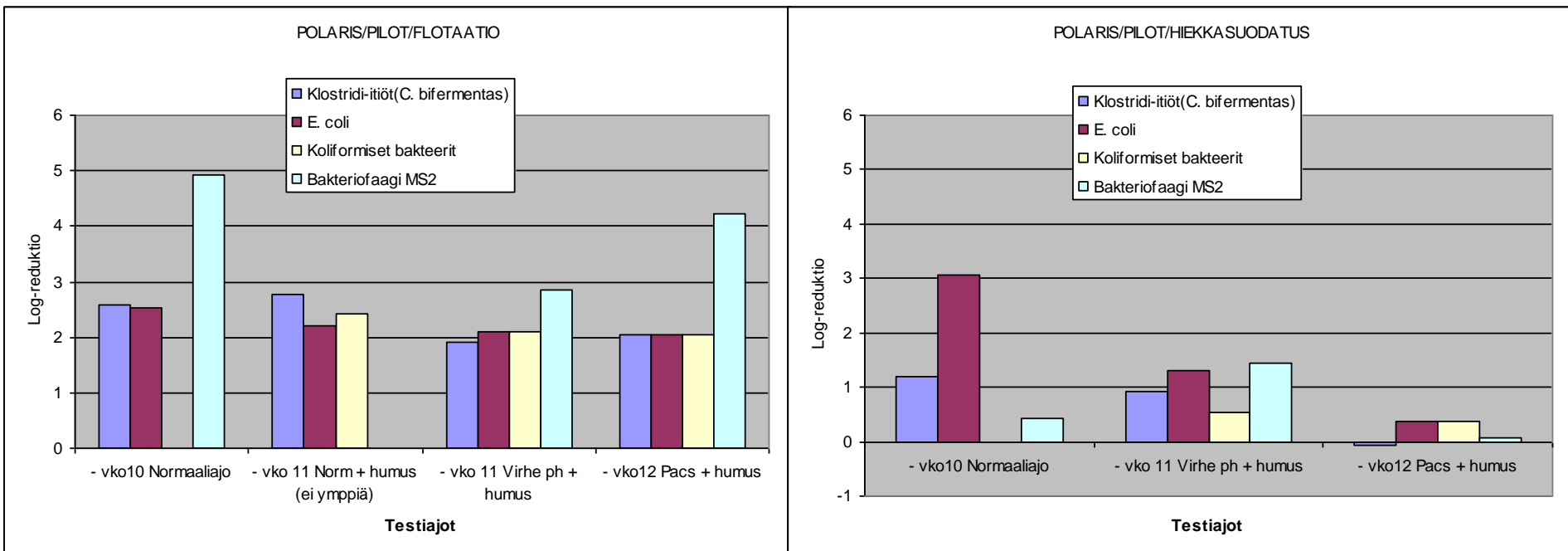
- Saostus poisti 97%- 99% bakteereista (HPC/DAPI)
- HPC kohoa (43%) aktiivihiilisuodatuksessa
- Desinfiointi alentaa pesäkelukua (80%-96%) , muttei välttämättä mikrobien kokonaislukua (UV: 0% ja Cl2: 40%)

Taudinaiheuttajien poistuminen pintavesistä

Polaris - pintavesilaitokset:

- Raakavesissä vaihtelevia määriä suolistoperäisiä bakteereita sekä taudinaiheuttajabakteereita ja viruksia
- Saostus toimi (liki) kaikissa olosuhteissa hyvin → mikrobien lukumäärä aleni voimakkaasti
- Vain yksittäisiä koliformisia tai klostridi-bakteereita havaittavissa saostuksen jälkeen vedessä
- Desinfioinnin tehtäväksi jää enimmäkseen verkostovedessä tapahtuvan mikrobikasvun hallinta

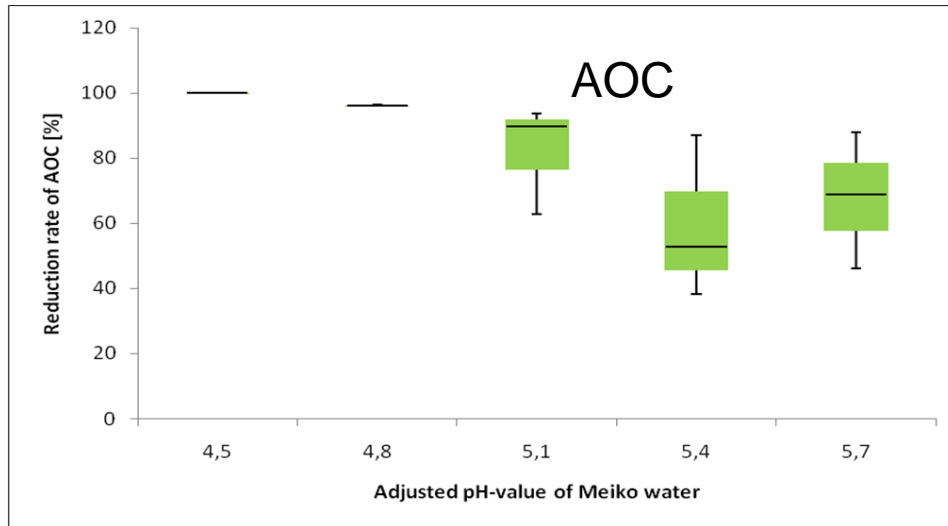
Pintavesilaitoksen toiminta poikkeustilanteissa – saostus ja hiekkasuodatus



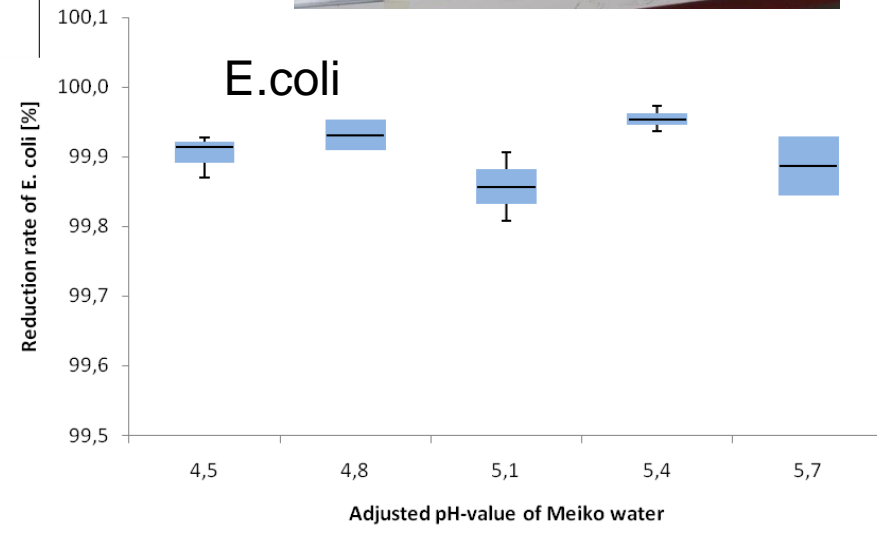
- Mikrobiten poistuminen hyvin vedenkäsittelyn aikana.
 - Klostridi-bakteerit vaikeinta poistaa vedestä
- Saostus on ”anteeksiantava”: suurikaan humuskuorma tai virheellinen pH ei välttämättä heikennä mikrobiten poistamista
- Saostus tärkein tekijä pintavesilaitosten mikrobiologisessa turvallisuudessa → vähän vesiepidemioita pintavesilaitoksilla



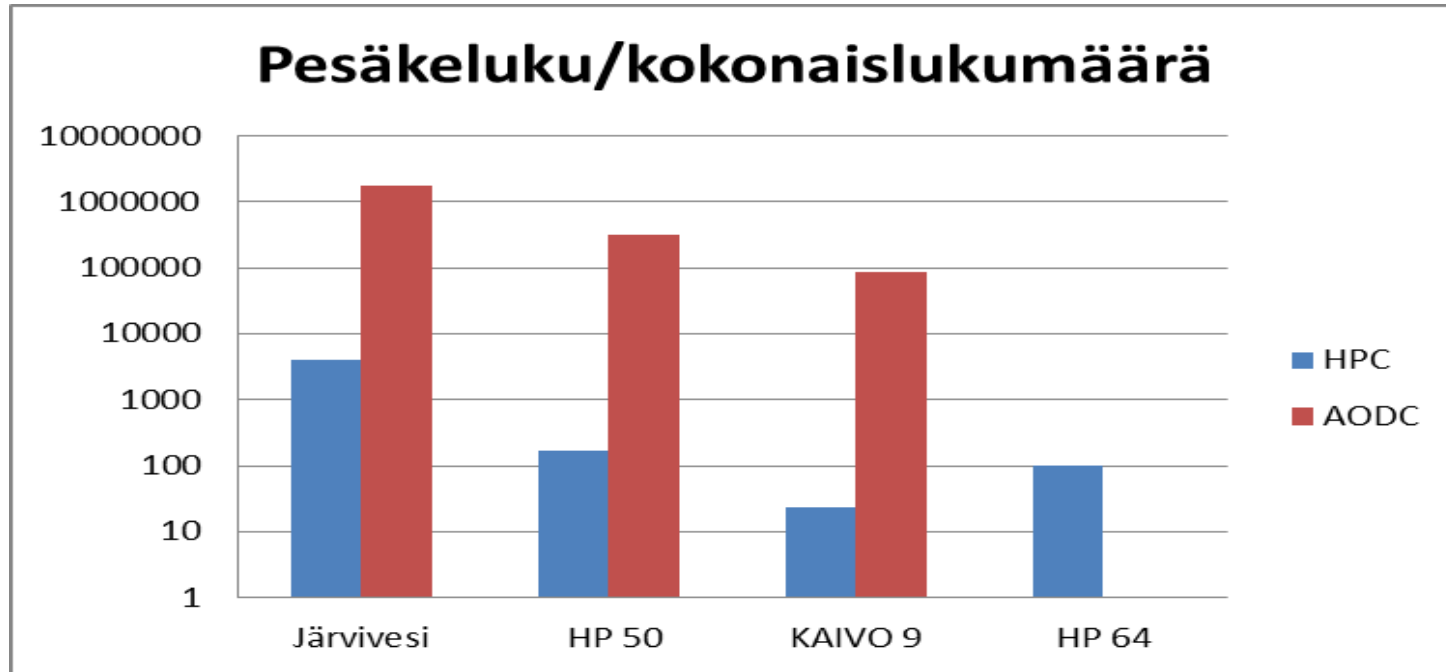
Saostus ja pH: orgaaninen aine ja mikrobit



- Pilot-kokeet: pH:n vaikutus saostukseen
- Suuretkaan pH:n muutokset eivät välttämättä heikennä saostuksen tehoa poistaa mikrobeja



Polaris: mikrobien poistuminen tekopohjavedestä



- Mikrobiluvun vähenemä imeytymisen edistyessä
- Vähän patogeenisia mikrobeja raakavesissä
- Haitallisten mikrobien nopea poistuminen imeytymisen aikana
 - Yksittäiset koliformisia bakteereita havaintoputkissa/kaivoissa

Rankkasateet

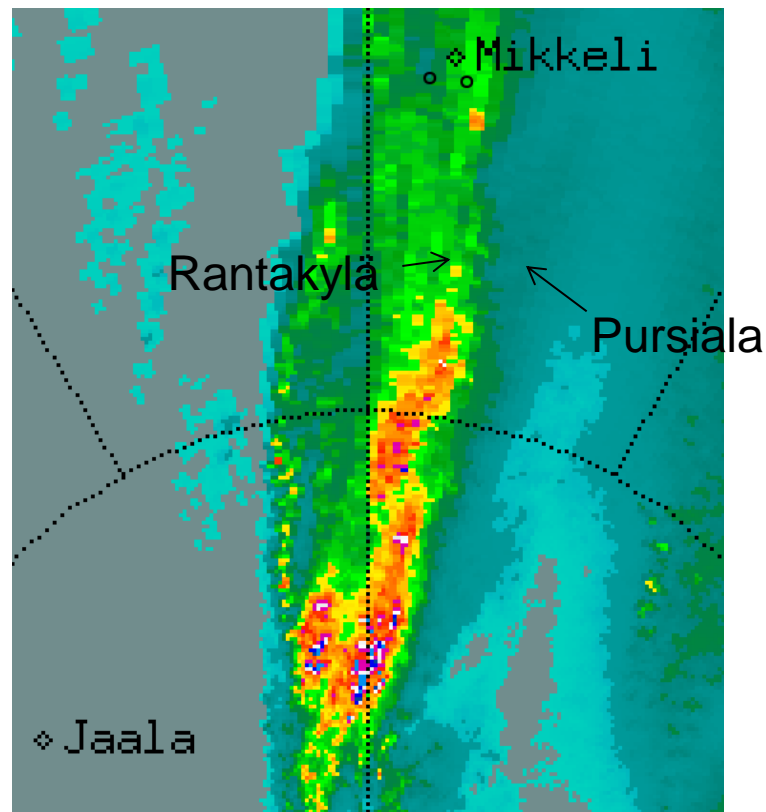
- Tulvat
 - Vedenottamo rantapenkassa
- Lumien sulaminen
- Huuhtoutumat
 - pintavalunta
 - pohjavesien likaantuminen



TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN LAITOS

Rankkasade Mikkeliissä 19.7.2011

- Sademäärät:
 - Mikkelin kohteessa olevan mittarin sademäärä: 42,4 mm
 - tästä 37,8 mm tunnissa,



Tutkakuva 19.7. klo 22

- Rankkasade-episodin lopputulos: muutama koliforminen bakteerit/kohonneet pesäkeluvut havaintoputkissa.
 - Ei mikrobeja juomavedessä

Yhteenveto

- Pintavesilaitokset
 - Raakavesissä alati mikrobiologisia uhkia
 - NykYTEKNIikka pystyy poistamaan raakavesien epäpuhtauksia
 - Saostus poistaa orgaanisen/epäorgaanisen aineksen lisäksi hyvin myös mikrobeja
 - Desinfiointi lisäturvana
- Pohjavesilaitokset
 - Pohjavesien laatu yleensä hyvä, toisaalta tekopohjavesien raakavesissä samat uhat kuin pintavesilaitoksilla
 - Maaperä kykenee poistamaan suurimman osan mikrobeista
 - Riskinarviointi tärkeää pohjavesilaitoksilla
 - Mitkä tekijät uhkaavat pohjavesiä ?
 - Oikea sijainti
 - Mikä on riittävä imeytymismatka ?
 - Desinfioinnin tarpeellisuus