



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO


# Orgaanisen aineen karakterisointimenetelmät aktiivihiihisiuodatuksen seurannassa

Outi Kaarela, Markus Koppanen, Marja Palmroth ja  
Jukka Rintala

#Vesihuolto2018 @TampereUniTech

## Aktiivihiihisiuodatus talousveden käsittelyssä pintavesilaitoksella

- Tavoitteena tehostaa orgaanisen aineen poistoa, erityisesti
  - hajua ja makua aiheuttavat yhdisteet
  - mikrobeille käyttökelpoinen orgaaninen hiili, joka voi lisätä mikrobien kasvua verkostossa
  - yhdisteet, jotka voivat muodostaa haitallisia desinfiointin sivutuotteita
  - mikropollutantit



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

#Vesihuolto2018 @TampereUniTech

24.5.2018

2

## Tutkimuksen tavoite

- Mitä hyötyä pintavesilaitokselle on, jos orgaanisen aineen poistumista aktiivihilisuodatuksessa seurataan yleisesti käytettyjen summaparametrien (TOC, UV254) lisäksi orgaanisen aineen laadusta kertovilla menetelmillä?
- Miten eri menetelmät ja niillä saadut tulokset eroavat toisistaan?



## Tutkimuksen toteutus

- Uuden aktiivihilisuodattimen NOM:n poiston seuranta 8 kk ajan käyttöönotosta Tampereen Veden Ruskon vedenpuhdistuslaitoksella
- Analyysimenetelmät
  - TOC
  - UV254
  - Kokoerotteleva nestekromatografia
    - HPLC-SEC (UV-detektio)
    - LC-OCD (Orgaanisen hiilen detektio)
  - Fluoresenssin viritys-emissiomatriisit (FEEM)
  - Biohajoava liukoinen orgaaninen hiili (BDOC)

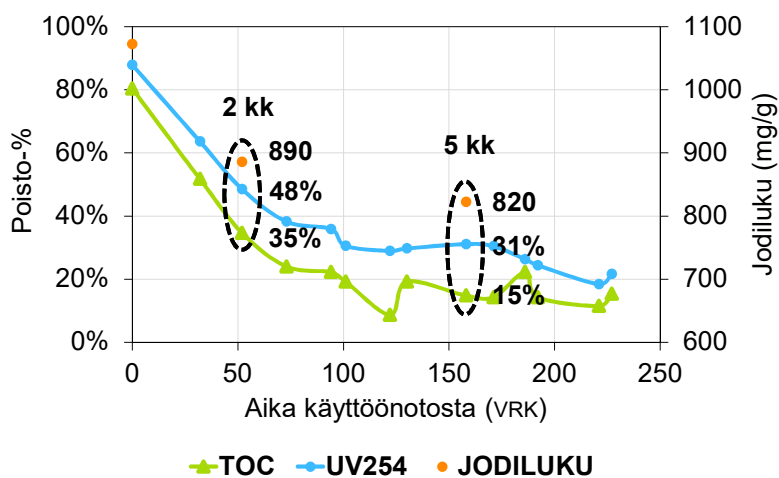


## Orgaanisen aineen (NOM) karakterisointimenetelmien edut ja heikkoudet

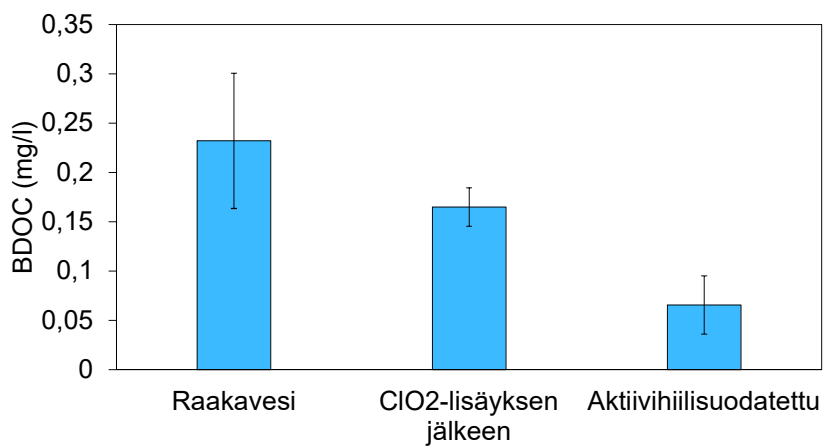
Menetelmä	Edut	Heikkoudet
FEEM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nopea ja yksinkertainen mittausta</li> <li>- Sekä liukoinen että partikkelimuotoinen NOM</li> <li>- Kertoo NOM:n laadusta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vain fluoresoiva NOM mitattavissa</li> <li>- Ei kerro NOM:n molekyylikoosta</li> </ul>
HPLC-SEC	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saadaan tietoa NOM:n molekyylikokojakaumasta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaatii näytteen esikäsittelyä</li> <li>- Vain liukoinen ja UV-absorboiva NOM mitattavissa</li> </ul>
LC-OCD	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Saadaan tietoa NOM:n molekyylikokojakaumasta</li> <li>- Myös UV-detektorilla näkymättömät fraktiot (mm. biopolymeerit) mitattavissa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vaatii näytteen esikäsittelyä</li> <li>- Vain liukoinen NOM</li> </ul>



## Orgaanisen aineen (TOC, UV254) poistuma (%) aktiivihiilisuodattimessa



## Biohajoavan liukoisen orgaanisen hiilen (BDOC) keskimääräinen poistuma



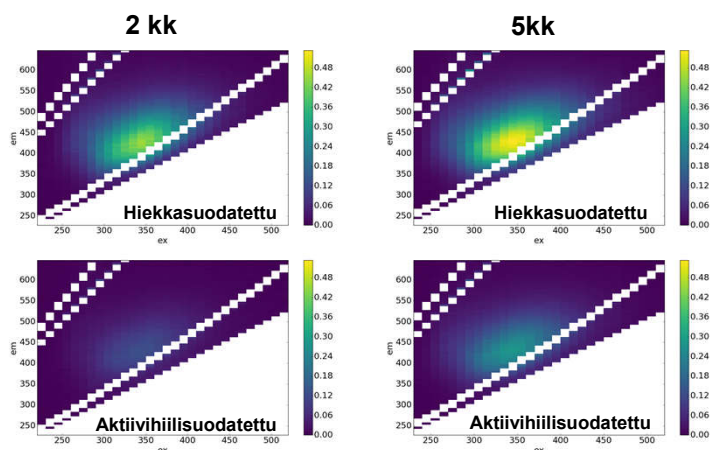
TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

#Vesihuolto2018 @TampereUniTech

24.5.2018

7

## FEEM: Liukoisen ja partikkelimuotoisen orgaanisen aineen määrä ja laatu



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

#Vesihuolto2018 @TampereUniTech

24.5.2018

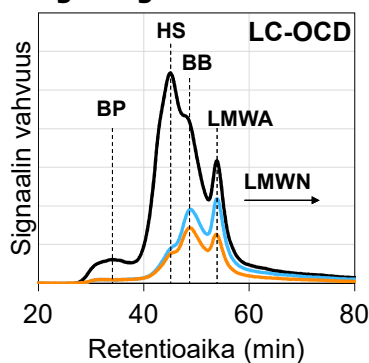
8

## FEEM tulokset: orgaanisen aineen määrä ja laatu

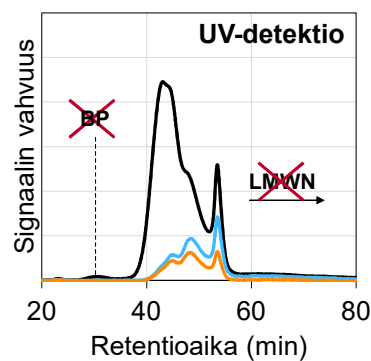
- Liukoisen ja partikkelimuotoisen orgaanisen aineen määrä vähenee aktiivihilisuodatuksessa
- Orgaanisen aineen laatu muuttuu
  - Humus- ja fulvohappojen kaltaisten yhdisteiden väheneminen
    - 50-70 %
  - Proteiininkaltaiset poistuvat hieman huonommin
    - n. 40 %



## Liukoisen orgaanisen aineen kokofraktioiden poistuma 2 kk käytetyssä aktiivihili-suodattimessa



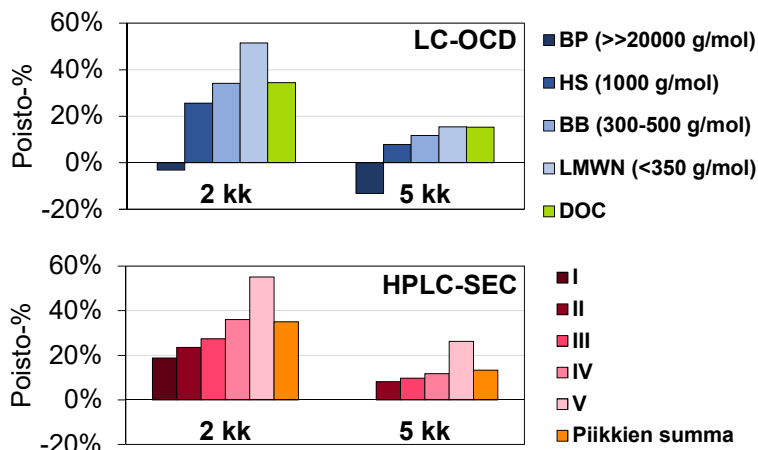
BP: >>20 000 g/mol  
 HS: ~1000 g/mol  
 BB: 300-500 g/mol  
 LMWA + LMWN: <350 g/mol



— Raakavesi  
 — Hiekkasuodatettu  
 — Aktiivihilisuodatettu



## Liukoisen orgaanisen aineen kokofraktioiden poistuma (%) 2 ja 5 kk jälkeen



## Johtopäätökset

Aktiivihiihluodatuksessa orgaanisen aineen määrä ja laatu muuttui

- FEEM: liukoisen ja partikkelimuotoisen orgaanisen aineen humus- ja fulvohappojen tyyppiset yhdisteet poistuivat proteiinityyppisiä yhdisteitä paremmin
- HPLC-SEC- ja LC-OCD: liukoisen orgaanisen aineen pienimmät NOM-yhdisteet poistuivat parhaiten
- Vain LC-OCD-menetelmällä havaittavat biopolymeerit eivät poistuneet aktiivihiihluodatuksessa. Pitoisuudet kuitenkin pieniä.

Tutkimalla veden orgaanisen aineen laatua voidaan optimoida puhdistusprosessia esim. verkostokasvupotentiaalin tai desinfioinnin sivutuotteiden muodostumisen minimoimiseksi.



# Kiitos yhteistyökumppaneille!

- Tero Kesti, UWater Oy
- Nikita Durandin ja Elina Vuorimaa-Laukkanen, TTY
- Tampereen Vesi

