

A nighttime photograph of a cityscape, likely Helsinki, featuring a wide river with a bridge in the foreground. The city lights are visible in the background, including several tall skyscrapers and a church spire. The sky is a deep blue, and the water reflects the city lights.

uponor

# Veden (mikrobiologisen) laadun monitorointi

Esa Hämäläinen  
Kehityspäällikkö  
Uponor Oyj

[esa.hamalainen@uponor.com](mailto:esa.hamalainen@uponor.com)

040-7670744

# Esimerkkejä vesikriiseistä

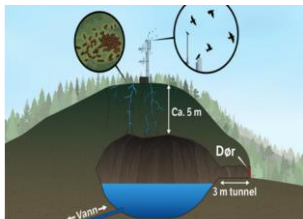


Image: <https://www.nrk.no/ordalandsykdomsutbruddet-pa-askoy--dette-er-saken-1.14587221> Downloaded: 23.1.2020

Askøy

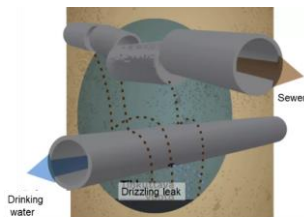
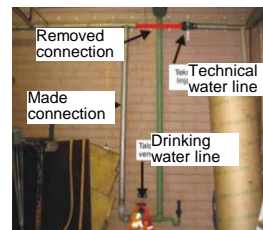


Image: <https://yle.fi/uutiset/3-10395641>

Nousiainen



Östersund



Nokia



<https://www.bbc.com/news/uk-england-lancashire-41565873>

Franklaw, UK

- ✓ Kaikissa tapauksissa kyse oli likaisen veden joutumisesta talousveden tai raakaveden joukkoon ja siitä seurannut mikrobiologisen laadun heikkeneminen
  - ✓ Seurauksena oli sairastumisia ja merkittäviä kustannuksia
  - ✓ Näytteenottoon ja laboratoriotesteihin perustuva järjestelmä ei havainnut saastumisia riittävän aikaisin
- ➔ Tarve jatkuvatoimiselle, reaaliaikaiselle ratkaisulle, joka havaitsee pienenkin määrän pintavettä tai jätevettä puhtaan veden joukossa

## Lähteet:

<https://www.nrk.no/ordalandsykdomsutbruddet-pa-askoy--dette-er-saken-1.14587221>

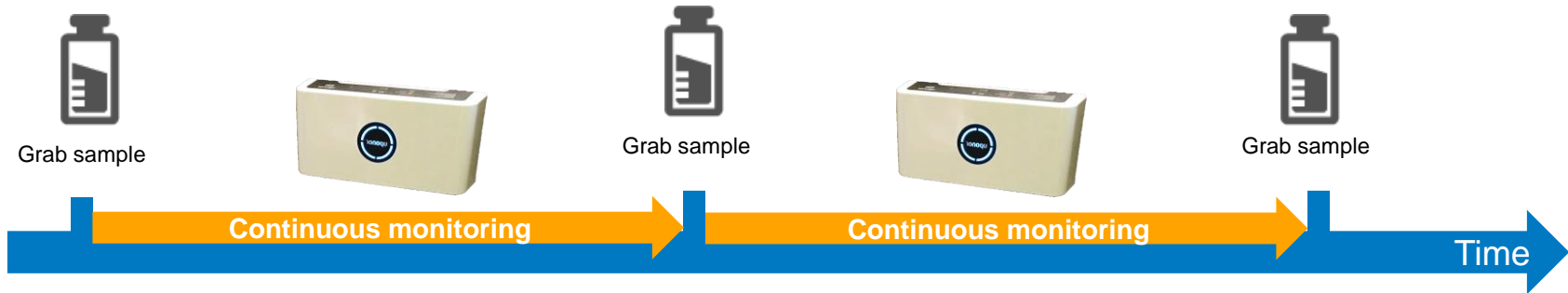
<https://yle.fi/uutiset/3-10395641>

<https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/20/4/12-1415-f2>

[https://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/muutonnettomuudet/2007/b22007y\\_tutkintaselostus/b22007y\\_tutkintaselostus.pdf](https://www.turvallisuustutkinta.fi/material/attachments/otkes/tutkintaselostukset/fi/muutonnettomuudet/2007/b22007y_tutkintaselostus/b22007y_tutkintaselostus.pdf)

# Veden laadun jatkuvatoiminen mittaaminen

- **Kuinka varmistetaan veden laatu näytteenottojen välillä?**
  - Veden laadun varmistus perustuu näytteenottoon ja laboratoriotesteihin
  - Online-ratkaisut eivät aina anna relevanttia, helposti tulkittavaa tietoa
  - Uponor on kehittänyt uudenlaisen kuvantavan anturin ja IoT-järjestelmän veden laadun valvontaan



# Esimerkkiasennuksia

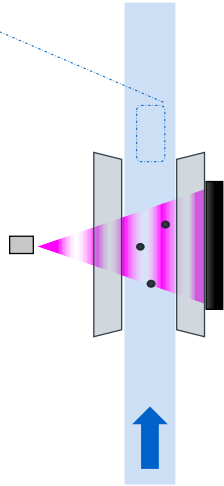




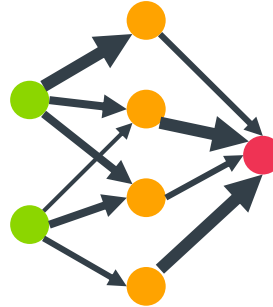
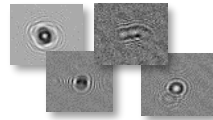
# Hiukkasten luokittelu tekoälyllä

**Hiukkasia näytevirrassa (1 – 100 µm)**

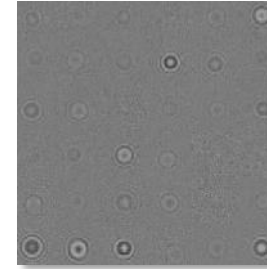
- Bakteerit
- Levät
- Sinilevä
- Alkueläimet
- Ruoste, hiekka, savi
- Selluloosa- ja mikromuovikuidut



Digitaalinen holografinen kuvantaminen  
Automaattinen kuvankäsittely

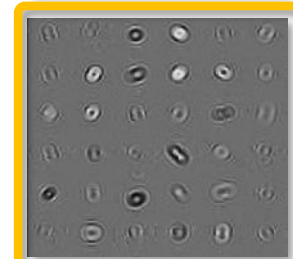


Koneoppiminen  
Neuroverkot



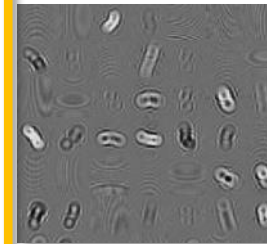
## N-hiukkaset

Puhtaassa vedessä normaalisti esiintyvät hiukkaset



## B-hiukkaset

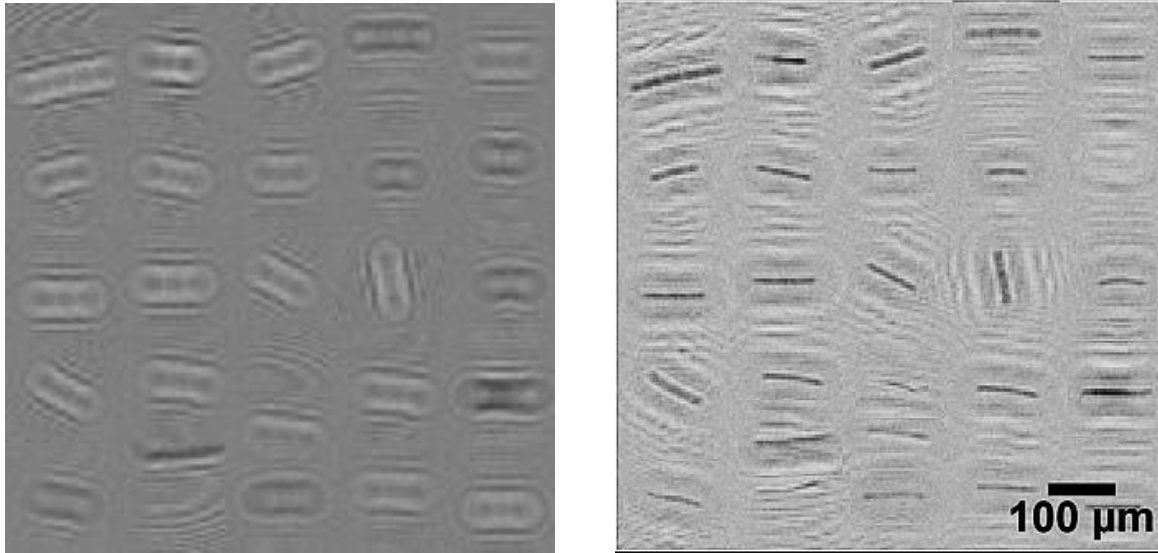
“Monimutkaiset”, saastuneessa vedessä esiintyvät hiukkaset



## F-hiukkaset

Kuitumaiset saastuneessa vedessä esiintyvät hiukkaset

# Esimerkki: kuituja vesijohtovedessä!



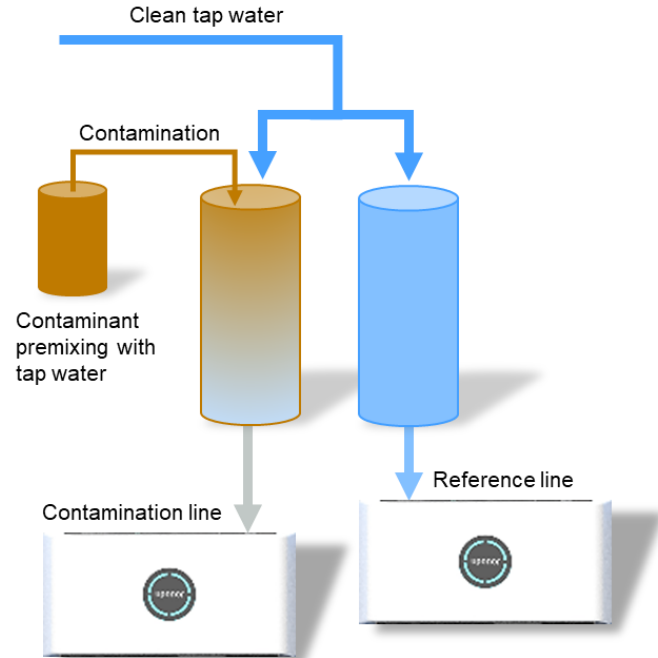
Kollaasi hiukcashavainnoista, vas. hologrammit, oik. rekonstruktiot

# Suorituskyvyn demonstrointi

- Kaksi mittauslinjaa
  - Saastutuslinja
  - Referenssilinja
- Kontaminantti esilaimennettiin ja pumpattiin saastutuslinjaan 30 minuutin ajan
- Referenssilinjasta saatiin tietoa puhtaan vesijohtoveden hiukkasmäärien vaihtelusta, mutta tulokset perustuvat saastutuslinjan dataan
- Yhteenveto tuloksista:

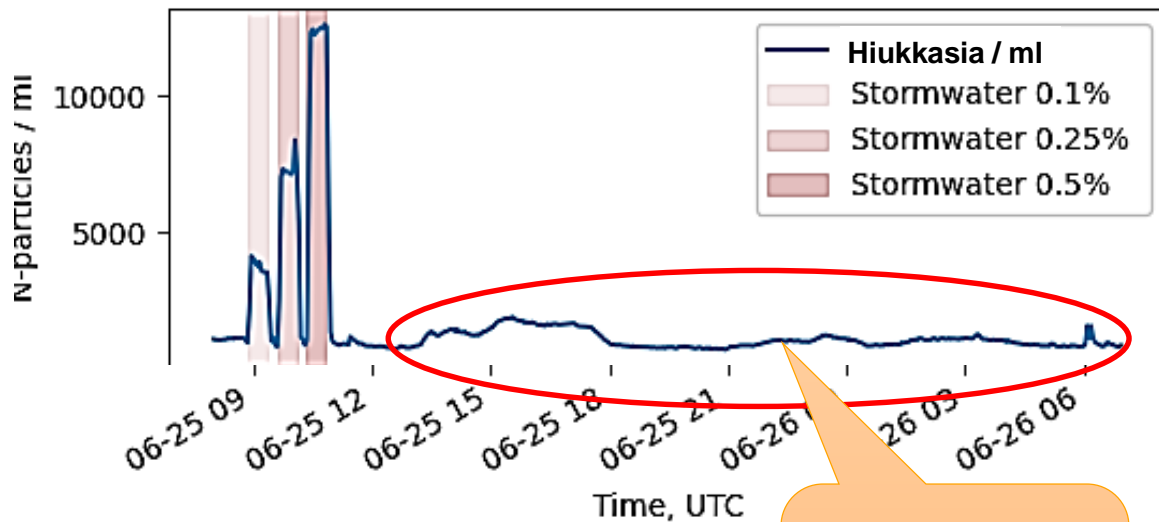
**Hulevesi havaittiin 0,05% (500 ppm) pitoisuudessa**

**Jätevesi havaittiin 0,001% (10 ppm) pitoisuudessa**



# Saastutus hulevedellä

2020-06-25\_stormwater



Kokonaishiukkas-  
määrässä  
huomattavaa  
luontaista vaihtelua

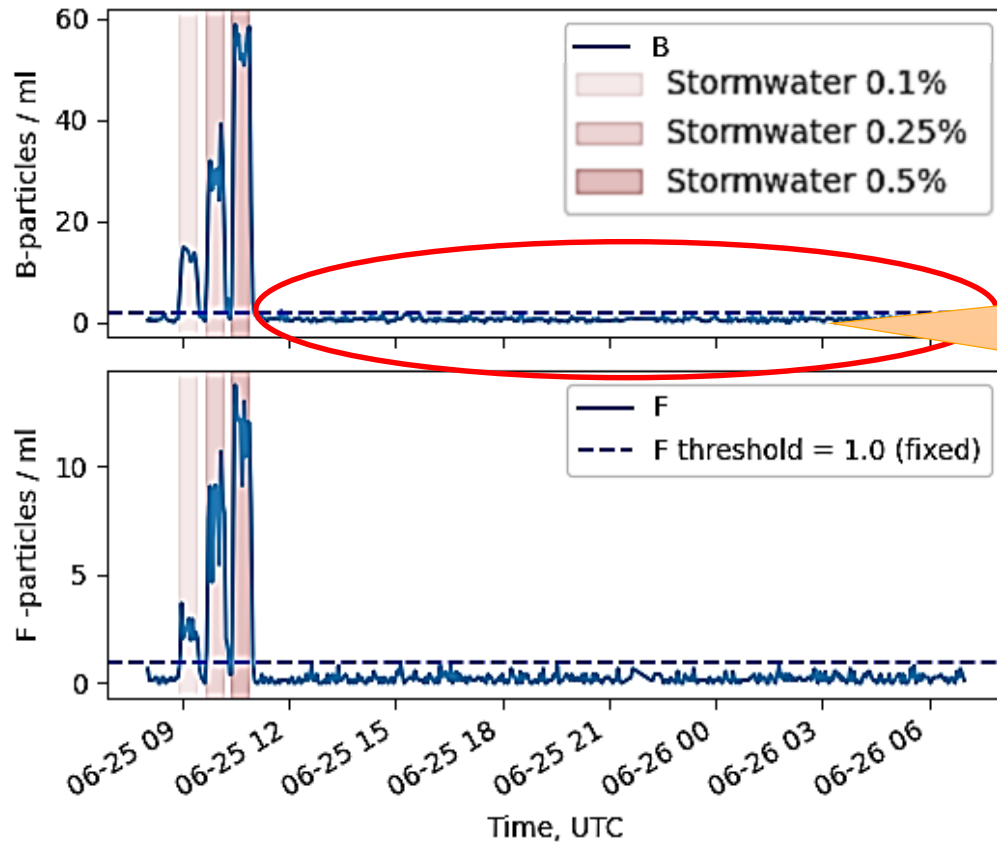


Huleveden laboratorioanalyysi

	MPN / 100 ml
Coliform bacteria	80 000
E. coli	13 000

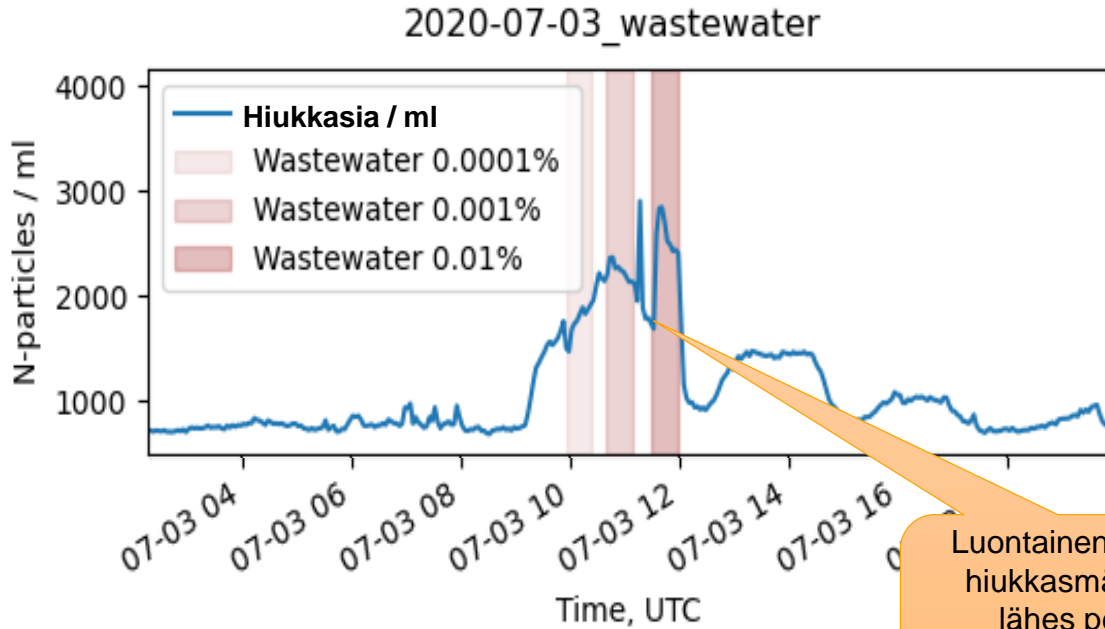


# Saastumisen havaitseminen B- ja F-hiukkasten perusteella



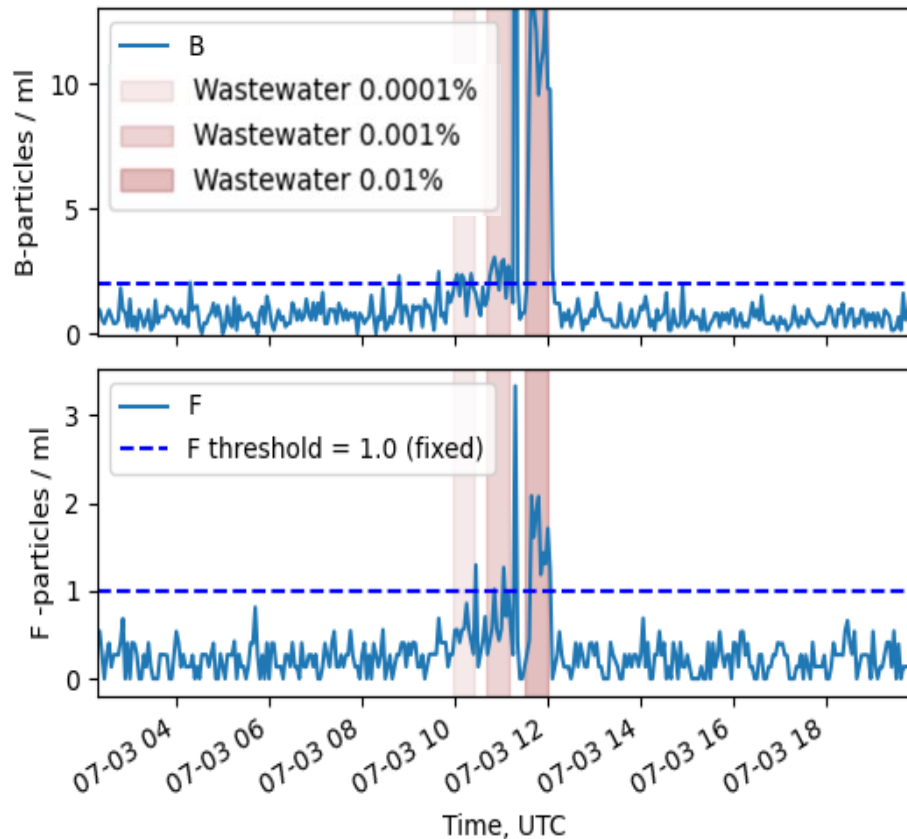
B- ja F-hiukkastyypeillä normaali konsentraatio on vakio ja lähellä nollaa

# Jätevesikontaminaatio



Luontainen vaihtelu  
hiukkasmäärässä  
lähes peittää  
saastutuksen  
vaikutuksen!

# Jäteveden havaitseminen B- ja F-hiukkasten perusteella



- Kokonaishiukkasmäärä vaihtelee vesijohtovedessä luontaisesti
- B- ja F-hiukkasia on puhtaassa vedessä erittäin vähän → matala ja vakio taustataso
- **B-hiukkasten perusteella jätevesikontaminaatio havaittiin 0,001 %:n pitoisuudessa**
- **F-hiukkasten perusteella havaittiin 0,01 % jätevettä juomavedessä**

➔ **Tekoälyn luokittelemat hiukkaset ovat erinomainen indikaattori saastumiselle!**

# Jatkuvatoiminen veden laadun mittaus - vertailua

Teknologia	Sameusmittari	Hiukkaslaskuri	Virtaussytometri (BactoSense)	Uponor WQMS
Jäteveden havaitseminen	Ei	Ei	0,1% jätevettä	0,001% jätevettä
Vieraiden partikkelien havaitseminen	Ei	Rajoitetusti (kokoon perustuen)	Automatically within 20 minutes	Automaattisesti, jatkuvatoimisesti
Kemikaalien kulutus	Ei	Ei	Reagentit	Ei
Huoltotarve	vähäinen	usein	usein	vähäinen / tarpeen mukaan
Osaavan työvoiman tarve	vähäinen	korkea	korkea	vähäinen

# Yhteenveto

- Mikrobiologisen laadun varmistamiseksi on tärkeää havaita jäte- tai pintaveden tunkeutuminen vesijohtoveteen
- Uponorin kuvantava hiukkasmittaus havaitsee saastumisen hyvin pienissäkin pitoisuuksissa → hyödyllinen tulevan veden valvontaan näytteenottoa täydentämään
- Mahdollisesti myös muita sovelluksia elintarviketeollisuudessa?



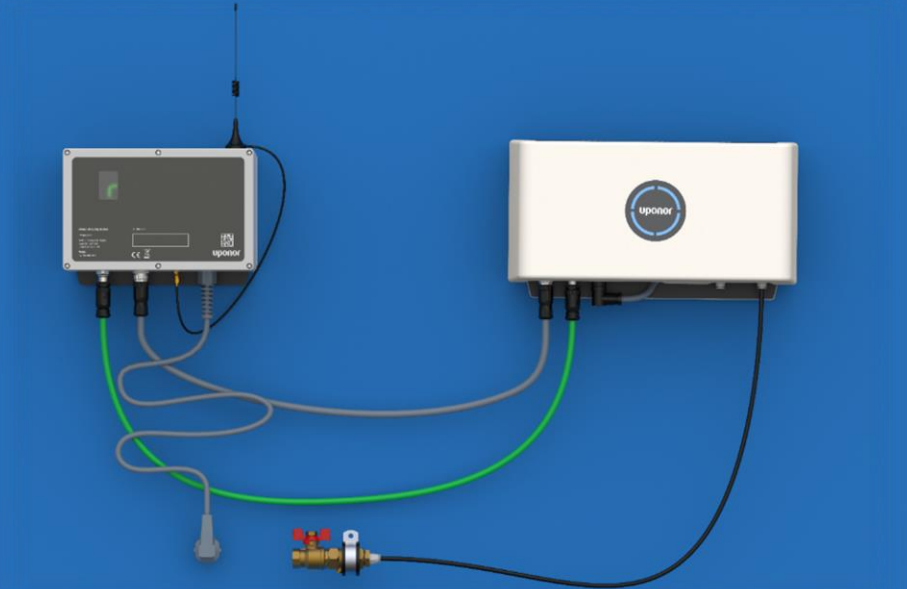


# Kiitos!

Kerromme mielellämme lisää

Jussi Niemelä  
jussi.Niemela@uponor.com  
+358201292777

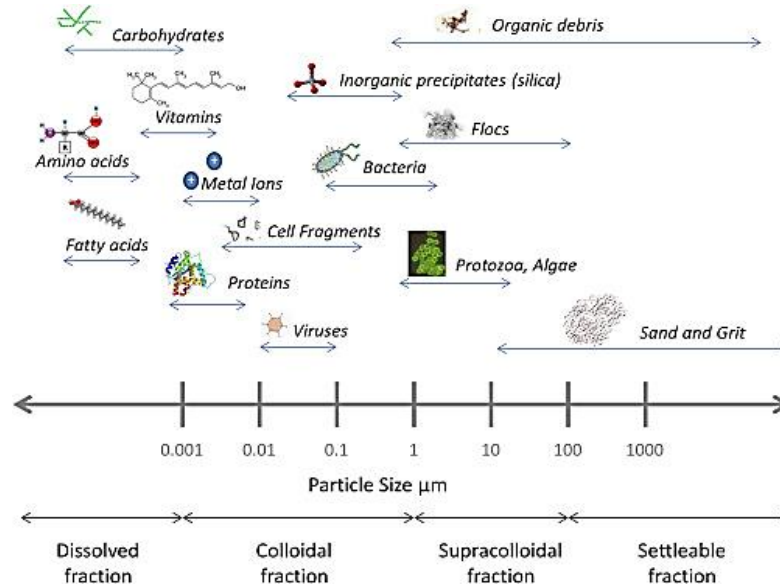
Kim Bärlund  
kim.barlund@uponor.com  
+358406529700



# Particles Found in Wastewater

## 0.5 – 100 $\mu\text{m}$ size range

- Organic debris
- Cellulose fibers
- Inorganic precipitates (silica)
- Floccs
- Bacteria
- Cell fragments
- Protozoa
- Algae
- Sand and Grit
- Microplastics (fibers)



Chapter Two - Pathogen and Particle Associations in Wastewater: Significance and Implications for Treatment and Disinfection Processes  
C.Chahal, B.van den Akker, F.Young, C.Franco, J.Blackbeard, P.Monis  
Advances in Applied Microbiology Volume 97, 2016, Pages 63-119, <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0065216416300971-gr7.jpg>