



# Maasuodattamoiden riskit pohjaveden mikrobiologiselle laadulle

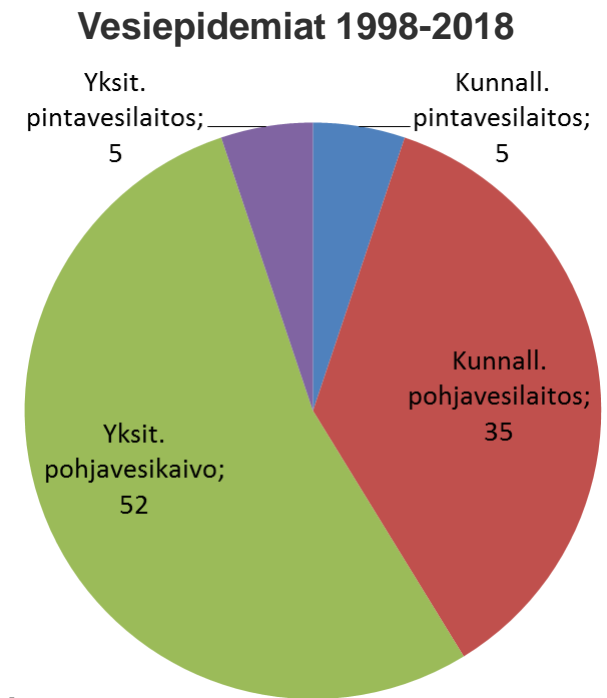
Ari Kauppinen

12/18/2019

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

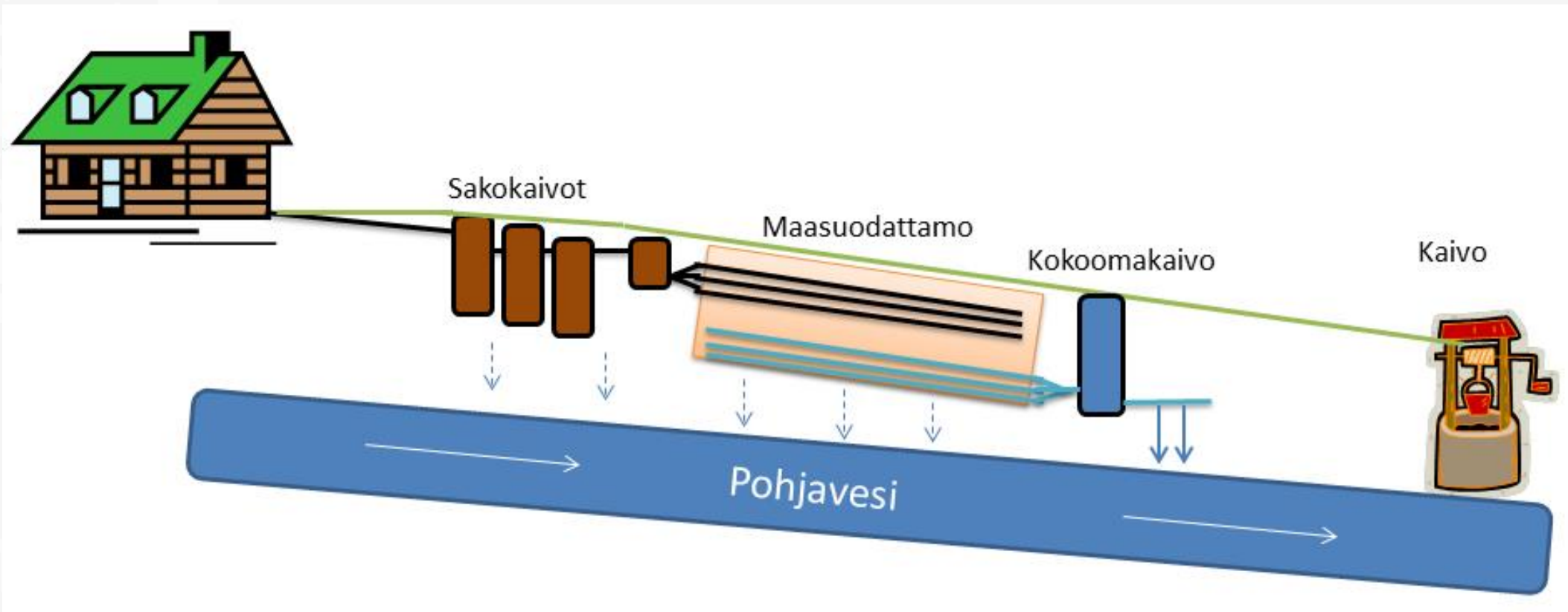
# Johdanto

- Suomessa pohjavedet ovat pääsääntöisesti hyvälaatuisia
  - Suurin osa epidemioista pohjavedenottamoilla - ohut pohjavettä suojaava maakerros ja/tai haavoittuva sijainti
  - Yksityiskaivoissa tai pienissä pohjavedenottamoissa ei ole usein minkäänlaista veden jatkokäsittelyä, kuten desinfiointia
- Suomessa yli puolen miljoonan asukkaan vesihuolto perustuu yksityiskaivojen käyttöön
- Samalla tontilla usein myös kiinteistökohtainen jäteveden käsittely
  - Maasuodattamot, maaimeyttämöt, pienpuhdistamot, umpisäiliöt...
  - Vaikutukset vesiturvallisuuteen (juomavesikaivot ja uimarannat)?



# Maasuodattamot

- Maasuodattamoissa jätevedenpuhdistus perustuu suurelta osin maa-ainesten ja maaperän kykyyn sitoa mikrobeja



# Maasuodattamoihin liitetyt ongelmat

- Rakennusvirheet, kuten väärä mitoitus tai suodatinkerroksen maa-aines, joka voi johtaa hyvän puhdistustuloksen kannalta riittämättömään viipymään
- Järjestelmä voi vuotaa ja toimia maahanimeyttämönä
- Sijainti joko liian lähellä ja/tai ylärinteessä juomavesikaivoon nähden
- Järjestelmän huolto voi olla laiminlyöty, jolloin esimerkiksi sakokaivot voivat tulvia ja mikrobeja päätyä jäteveden mukana ympäristöön
- Elinkaari (20-30v) - tukkeutuminen pikku hiljaa

# Mikrobiologiset riskit

- Tautia-aiheuttavat mikrobit

- Virukset

- Norovirus, rotavirus, adenovirus, hepatiitti a -virus jne.

- Bakteerit

- Kamylobakteeri, salmonella jne.

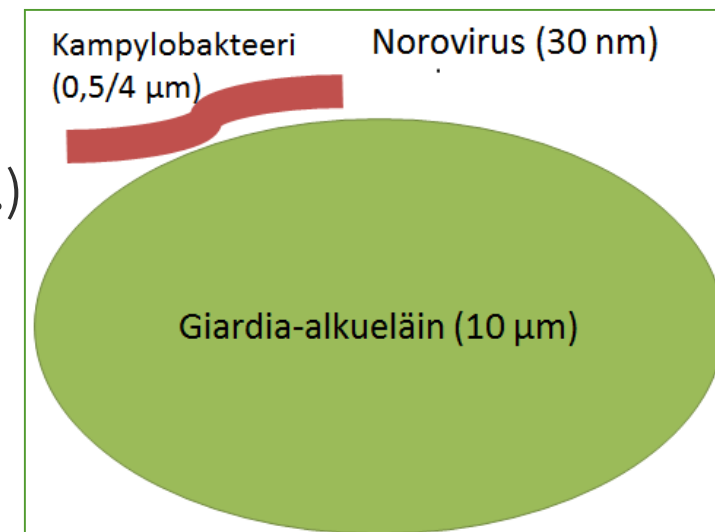
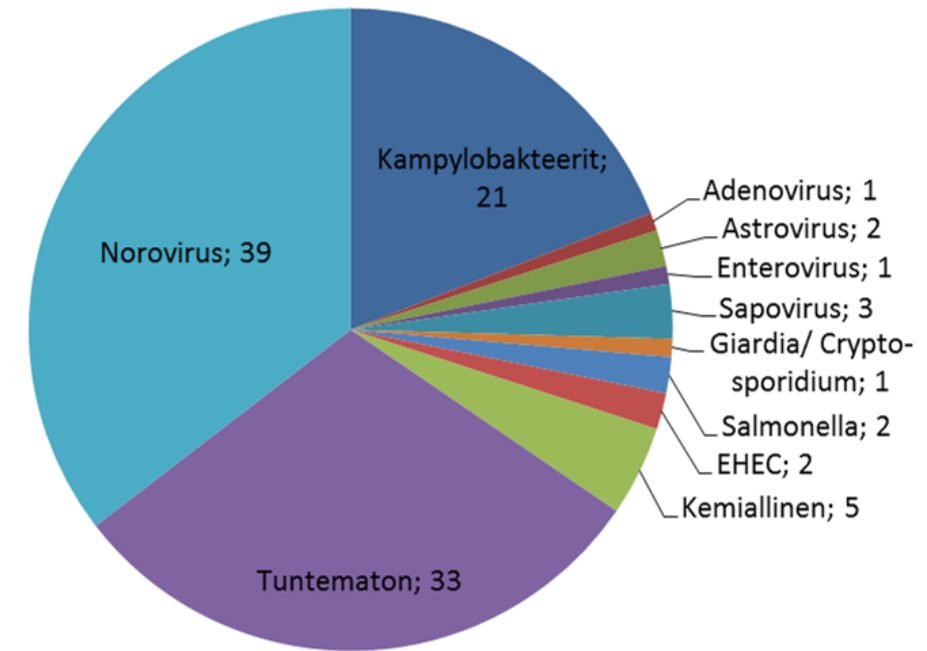
- Alkueläimet

- Giardia ja cryptosporidium

- Miksi virukset suurin riski?

- Ominaisuuksiltaan erilaisia (koko, kestävyys, pintarakenne jne.)
- Säilyvyys kuukausia jopa vuosia

Vesiepidemioiden aiheuttajat 1998-2018





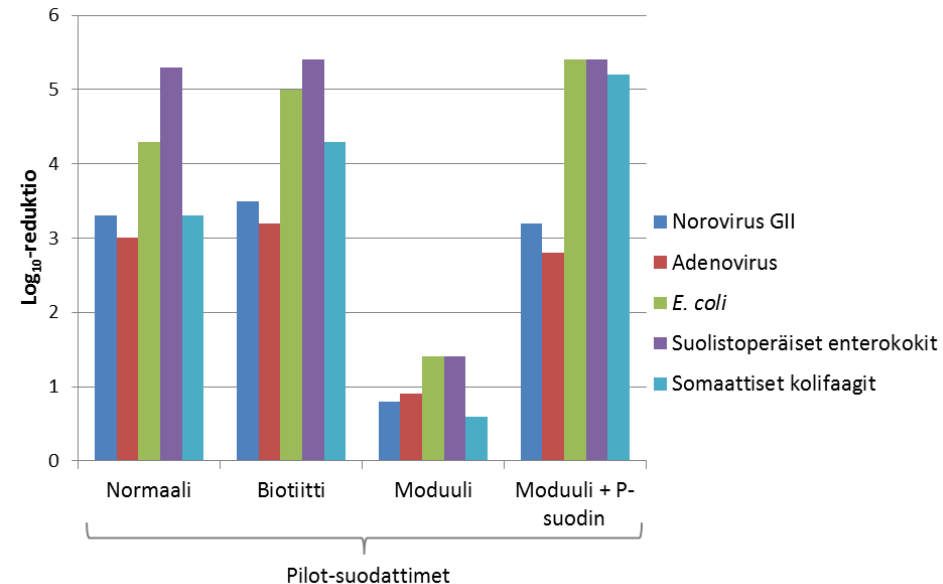
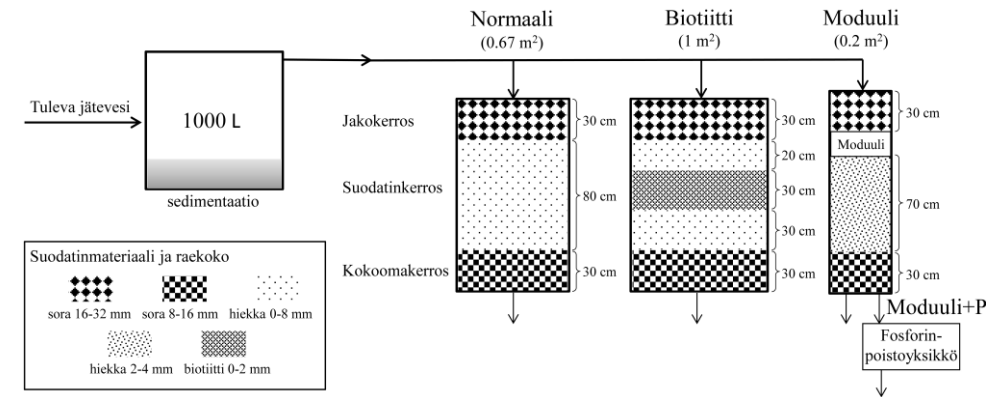
# Miten mikrobit voivat päätyä pohjaveteen?

- Mikrobin täytyy läpäistä pohjavettä suojaava maakerros ja kulkeutua pohjavesikaivoon ennen kuin mikrobi tuhoutuu
- Mikrobit kulkeutuvat maaperässä veden virtauksen mukana
  - Kulkeutumisenopeuteen ja mikrobien pidättymiseen vaikuttavat:
    - Mikrobin ominaisuudet: koko ja muoto, pintavaraus...
    - Maaperän ominaisuudet: vesipitoisuus, huokoskoko, geokemiallinen koostumus, orgaanisen aineen ja ravinteiden määrä, pH...
- Mikrobit voivat kulkeutua maaperässä muutamista senttimetreistä jopa satojen metrien päähän

# Maasuodattamoiden kyky poistaa mikrobeja

## Pilot-tutkimus

- Mikrobien poistotehokkuudet 4 eri pilot-maasuodattamolla
  - Vuoden ajan tutkittiin 1 näyte/kk
- Pilot-maasuodattamoiden poistotehokkuuksissa oli selkeitä eroja, ja osassa puhdistamoista kulkeutuminen oli tehokkaampaa talvella kuin kesällä
- Virukset kulkeutuivat tehokkaammin kuin bakteerit
- Yli- tai alikuormituksella ei havaittu olevan juurikaan vaikutusta mikrobien poistotehokkuuksiin



# Maasuodattamoiden kyky poistaa mikrobeja

## Kenttäkoe

- Tutkittiin seitsemän maasuodattamon puhdistettua jätevettä vuoden ajan
  - 3 normaalia hiekkasuodattamo, 3 biotiittisuodattamo ja 1 moduulisuodattamo
  - Esiintyvyys: Adenovirukset 7/7, norovirukset GI 2/7 ja GII 6/7

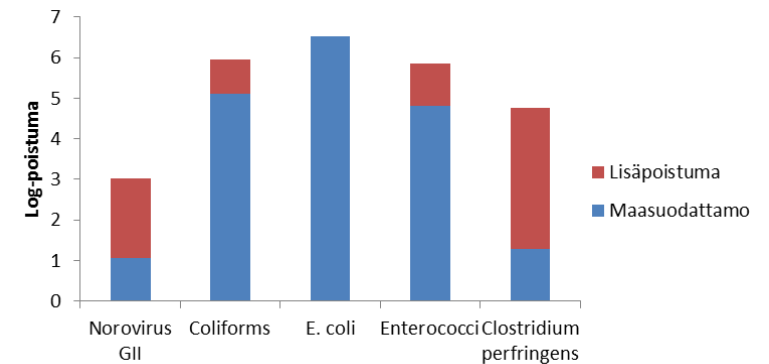
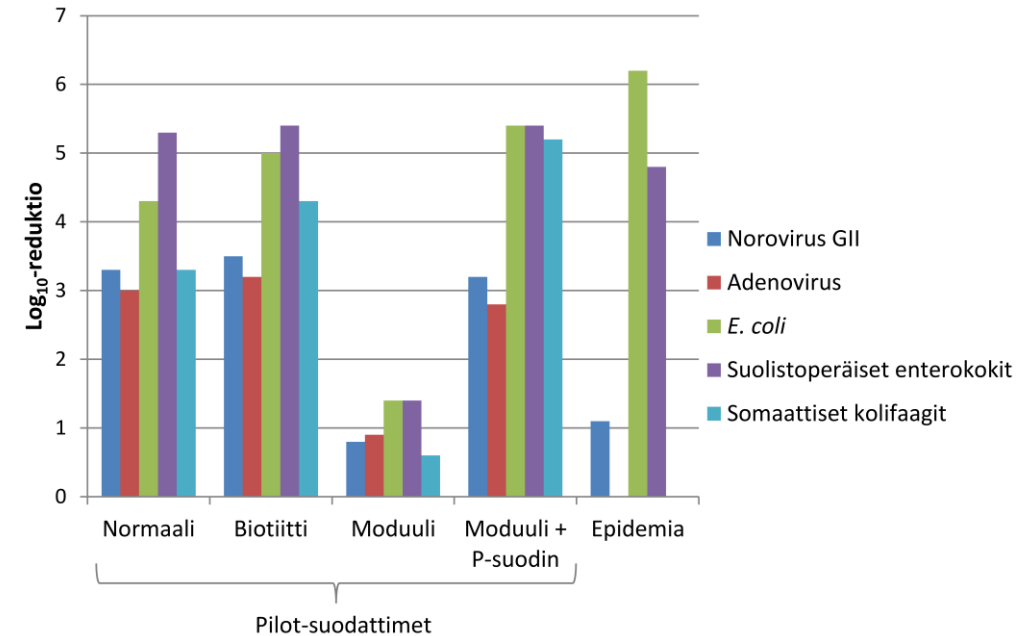
Taudinaiheuttaja	N <sub>havaitut</sub>	N <sub>kaikki</sub>	Esiintyvyys näytteissä (%)	Lukumäärien vaihtelu (GC=genomikopiot)
Adenovirukset	18	48	38	1-100 GC/ml
Norovirus GI	3	46	7	1-80 GC/ml
Norovirus GII	35	48	73	1-900 GC/ml

- Taudinaiheuttajaviruksia esiintyy laajasti jo yhden talouden jätevesijärjestelmissä ja virukset voivat läpäistä nämä puhdistusjärjestelmät
- Maasuodattamo voi toimia tietynlaisena varastona, josta mikrobit kulkeutuvat hitaasti järjestelmän läpi
- Suodattamotyypillä, vuodenajalla tai suodattamon iällä ei ollut havaittavissa selkeitä vaikutuksia puhdistetun jäteveden mikrobiologiseen laatuun



# Esimerkkitapauksia, Etelä-Suomi 2011

- Maasuodattamon aiheuttama vesiepidemia
  - 17 sairastunutta
  - Taudinaiheuttaja: norovirus
  - Rengaskaivossa 1500 GC/L norovirusta, *E. coli* 1 PMY/100 ml
- Maasuodattamo sijaitsi 45 m juomavesikaivosta ylöspäin
- Huonosti toimiva maasuodattamo
  - Poisti vain n. 1 log = 90 % noroviruksista
  - Lisäksi n. 2 log lisäpoistuma matkalla kokoomakaivosta juomavesikaivoon



# Esimerkkitapauksia, Pohjois-Suomi 2018

- Maasuodattamon aiheuttama vesiepidemia
  - 9 sairastunutta
  - Taudinaiheuttaja: norovirus
  - Porakaivossa 830 GC/L norovirusta (GI), myös adenovirusta
  - Muutoin täytti talousvedelle asetetut laatuvaatimukset
- Lomakohteen noin 60 metriä syvä porakaivo sijaitsi lähellä, noin 30-40 metrin päässä ylämäkeen maasuodattamosta
- Klooraus tai epidemian havaitsemisen jälkeen asennettu UV-desinfiointi ei poistanut ongelmaa (ennen UV 540 GC/L ja jälkeen 460 GC/L)
- Lopulta tilanne ratkaistiin asentamalla uusi kaivo noin 150 metrin päähän edellisestä

# Yhteenveto

- Haja-asutuksen jätevesilainsäädäntö parantaa lähivesien laatua ja ympäristöterveyttä
- Vesiturvallisuuden näkökulmasta tärkeille mikrobeille ei ole asetettu puhdistusvaatimuksia
- Vesiepidemiat ovat osoittaneet, että nykyiset maasuodattamoon perustuvat jätevedenkäsittelytekniikat eivät välttämättä riitä poistamaan mikrobeja ja erityisesti taudinaiheuttajaviruksia tarpeeksi tehokkaasti
- Maasuodattamoilla saavutettavat mikrobien poistotehokkuudet ovat kuitenkin vertailukelpoisia yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoihin, joissa on myös suurta vaihtelua puhdistustuloksissa
  - Esim. virusten osalta poistotehokkuus on tyypillisesti 1–4 log<sub>10</sub>-yksikköä

# Yhteenveto

- Vesiturvallisuuden kannalta jätevesijärjestelmien kehittäminen entistä tehokkaammiksi on tärkeää
- Kiinteistökohtaisten jätevesijärjestelmien oikeanlainen valinta, sijoittaminen ja huolto ovat keskeisessä asemassa, jotta vältytään mahdolliselta pohjaveden likaantumiselta
  - Eli oikea järjestelmä oikeaan paikkaan huoltoa unohtamatta!



# Kiitos mielenkiinnosta!



- **Viitteet:**

- MASU-projektin loppuraportti:  
[http://portal.savonia.fi/pdf/julkaisutoiminta/MASU\\_raportti.pdf](http://portal.savonia.fi/pdf/julkaisutoiminta/MASU_raportti.pdf)
- Pilot-maasuodattamot: Kauppinen ym. 2014. J. Environ. Manage. 133, 206-213.
- Kenttäkoe: Martikainen ym. 2018. Water. 10(8), 1000.
- Maasuodattamon aiheuttama vesiepidemia: Kauppinen ym. 2018. Food Environ Virol. 10, 39–50.

**Terveysturvallisuusosasto, Vesimikrobiologian laboratorio**

**Erikoistutkija, FT, Ari Kauppinen**

**[ari.kauppinen@thl.fi](mailto:ari.kauppinen@thl.fi), [www.thl.fi/vesi](http://www.thl.fi/vesi)**