

# Viherseinien mikrobisto ja suorituskyky matalissa VOC-pitoisuuksissa

Anu Mikkonen<sup>1</sup> ([anu.mikkonen@jyu.fi](mailto:anu.mikkonen@jyu.fi))

Elisa Salmivirta<sup>1</sup>, Jacob Mensah-Attipoe<sup>2</sup>, Jarno Mikkonen<sup>3</sup>, Marko Hyttinen<sup>2</sup>,  
Marja Tirola<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Biotieteiden osasto, Bio- ja ympäristötieteiden laitos, Jyväskylän yliopisto

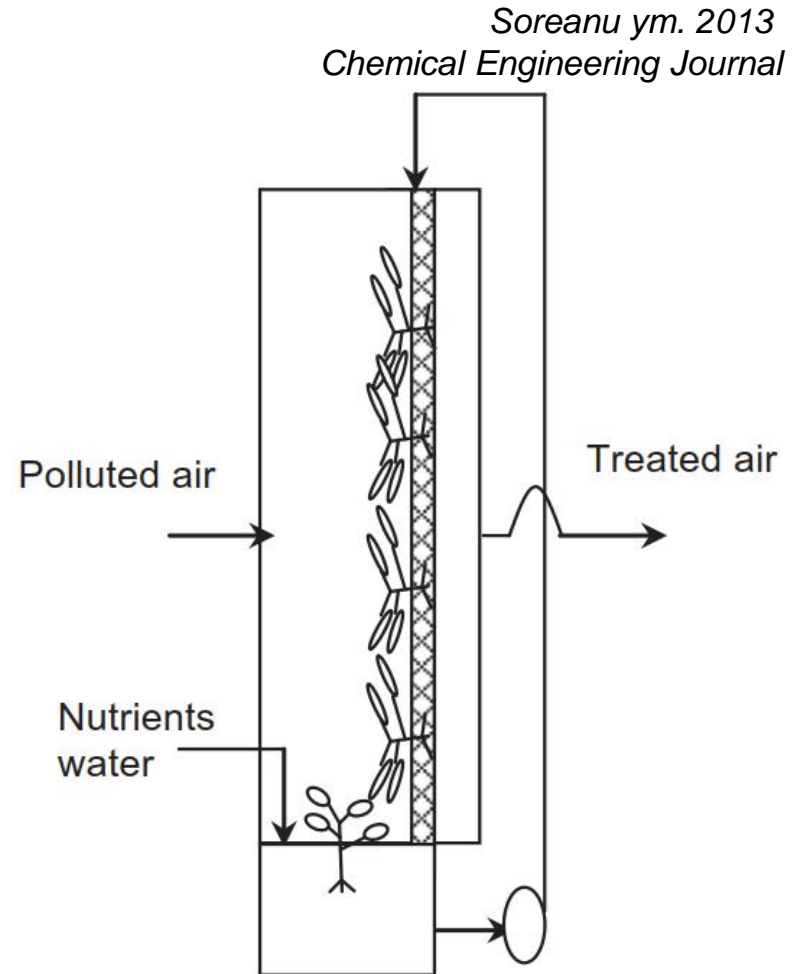
<sup>2</sup>Sisäympäristön ja työhygienian tutkimusryhmä, Ympäristö- ja biotieteiden  
laitos, Itä-Suomen yliopisto

<sup>3</sup>Naava (Naturvention Oy)



# Aktiiviviherseinät – botaniset biosuodattimet

- Helppohoitoinen keino ”vehreyttää” sisätiloja
- Mullaton kasvualusta (kasteluvesi lannoitettu)
- Automatisoitu aktiivinen ilman ja kasteluveden kierrätys kasvualustan läpi (tekoäly, etäohjaus)



# Aiempiä tutkimustuloksia kontrolloiduissa oloissa - mekanismit

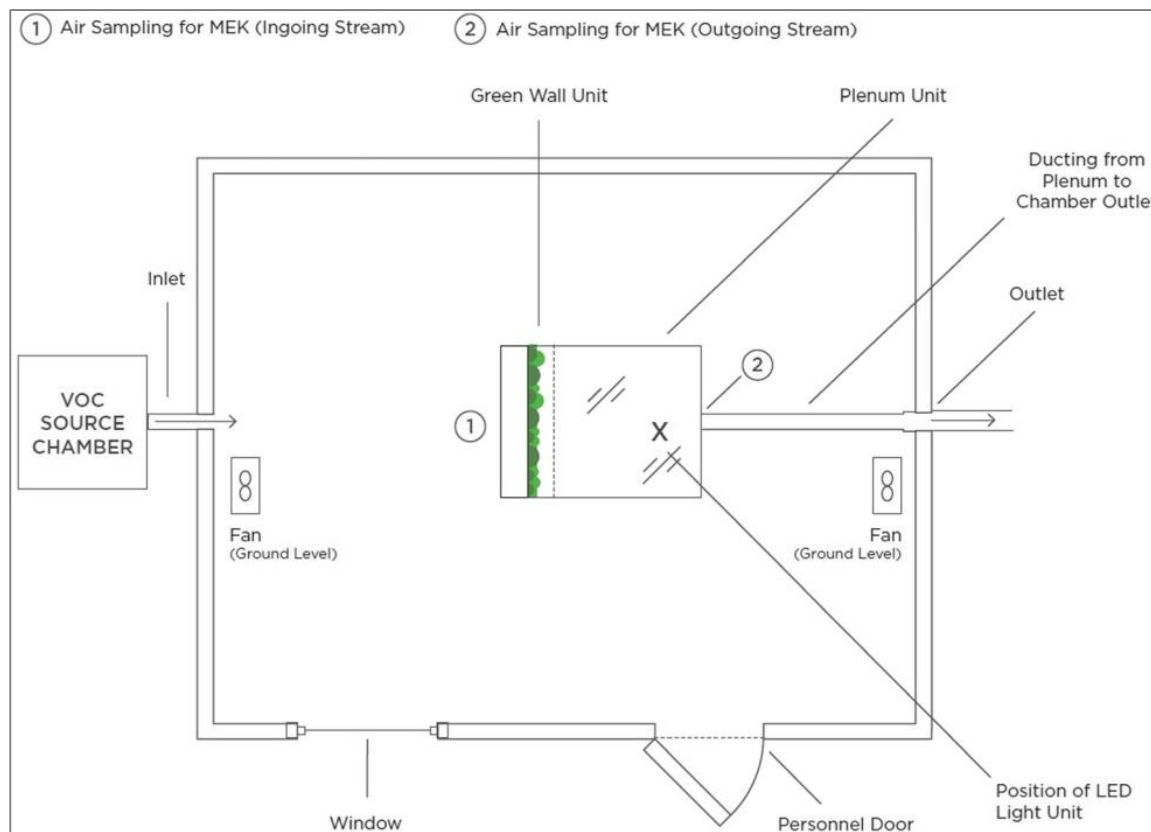
- Kasvatusalustan optimointi ja kasvit lisäävät VOC-poistotehoa, mutta toimii osittain myös leca-soralla ja kasveitta
- Poistoteho yllättävän samanlainen laajalle kemikaalikirjolle
- Yhdisteet siirtyvät kasvatusalustan kosteilla pinnoilla veteen, josta hajotetaan mikrobien toimesta joko ruukussa tai kasteluvesialtaassa



*Mikkonen ym. 2018  
vertaisarvioinnissa*

# Aiempiä tutkimustuloksia kontrolloiduissa oloissa - kertaläpäisy

- Metyylietyyliketonin poistoteho yhdellä läpivirtauksella 57%



*Torpy ym. 2017  
Air Qual Atmos Health*

Anu Mikkonen  
Sisäilmastoseminaari 2018

# Tutkimuskysymykset

Aktiiviviherseinien VOC-poisto ja mikrobiyhteisöt todellisissa huoneoloissa – asiakaskäytössä:

- Havaitaanko VOC-poistoa (matalat VOC-pitoisuudet)?
- Millaista mikrobistoa systeemi ylläpitää?
- Levitetäänkö tätä mikrobistoa huoneilmaan?
- Rikastavatko viherseinät legionellaa?





# Kohteet: 13 viherseinähuonetta

## 📦 VOC-näytteet:

- 2 viherseinästä
- 2 huoneen vastakkaiselta puolelta
- 2 vertailuhuoneesta

## 📦 Mikrobinäytteet:

- hanavesi
- viherseinän kasteluvesi
- viherseinän ulostuloilma

## 📦 Menetelmät:

- kaasukromatografia
- syväsekvensointi (mikrobiomi-analyysi)
- kvantitatiivinen PCR (legionella)

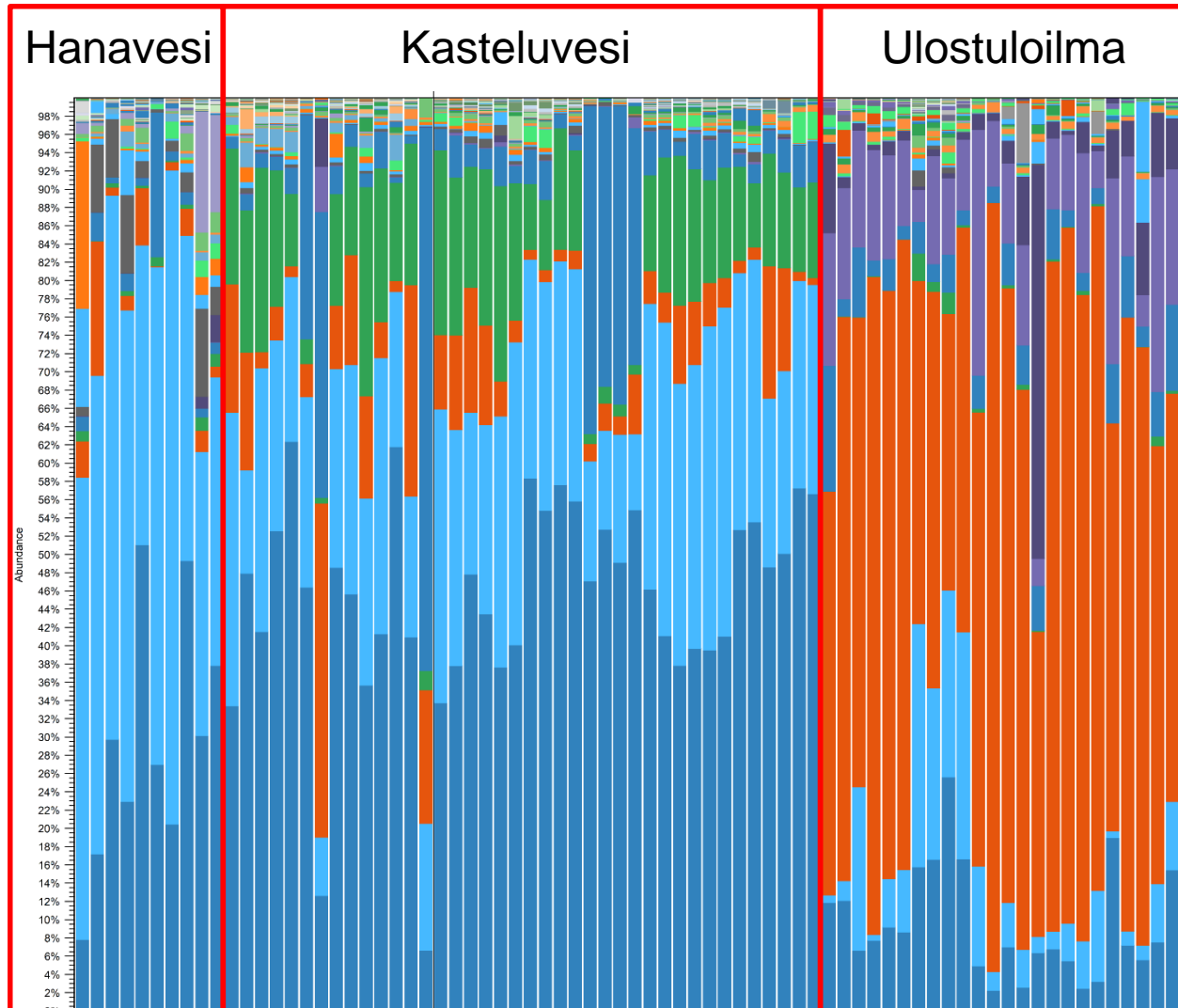


Kuva Elisa Salmivirta

# Totaali-VOC -pitoisuudet matalia – osassa kohteista vielä matalampia viherseinästä

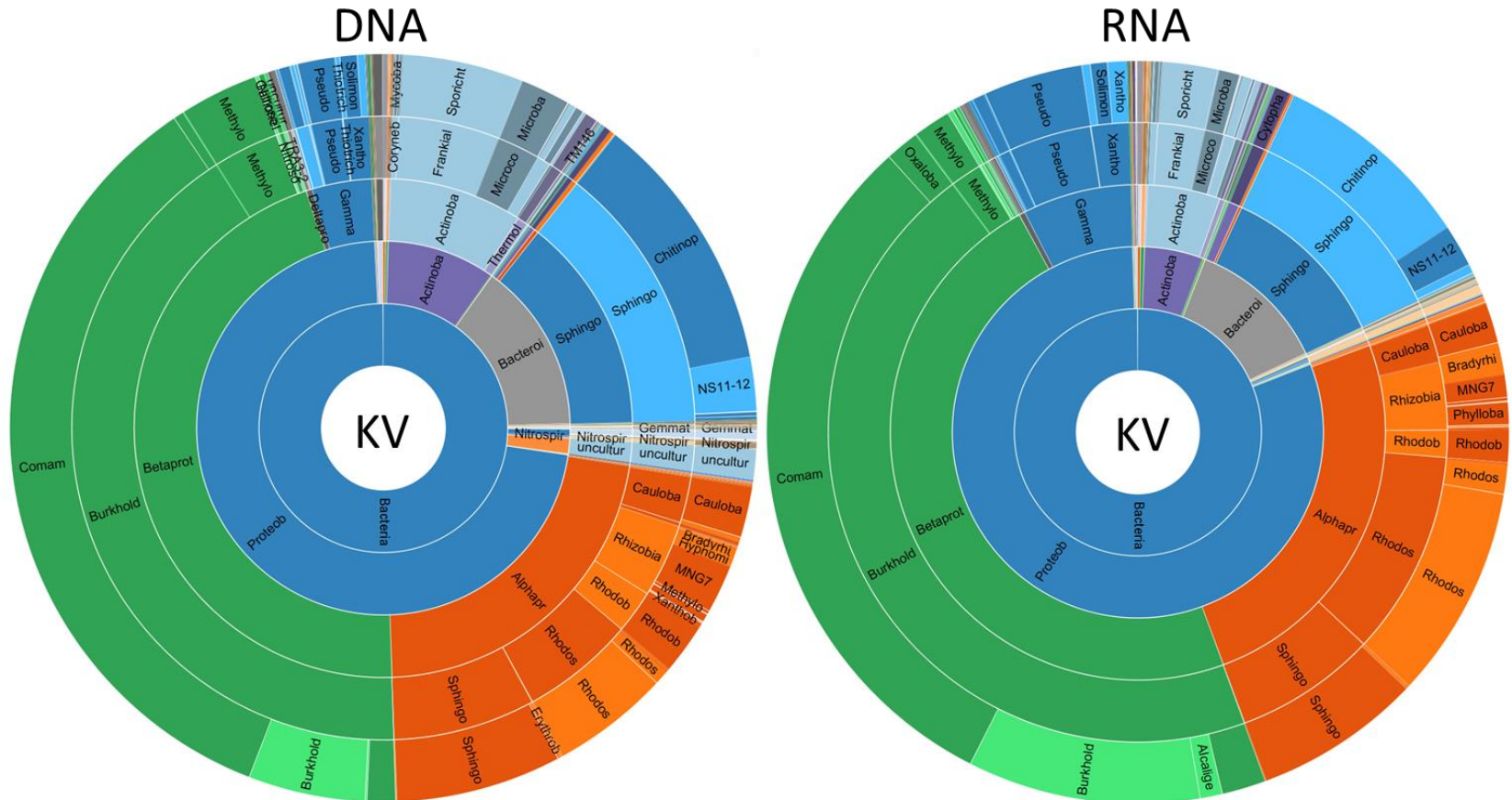
Tila	Verrokkihuone		Viherseinähuone		Ulostuloilma			
Toimisto 1	50	45	↑	72	58	↓	44	40
Toimisto 2	57	64	↓	52	50		50	50
Toimisto 3	25	24	↑	47	43	↓	29	27
Studio	25	24	↑	36	44	↓	27	30
Neuvottelutila 1	19	21	↑	52	46	↓	36	30
Neuvottelutila 2	19	21	↑	34	33		36	25
Luokkahuone	22	19	↑	31	23		31	27
Kirjasto	118	125	↓	42	39	↓	31	33
Taukotila 1	118	125	↓	53	70		56	59
Taukotila 1	42	37	↓	29	29		31	24
Hiljainen tila	72	75		73	77		80	70
Avotoimisto	61	51	↑	71	78	↓	42	44
Aula	20	19		17	-		19	24

# Näytetyyppi määrää bakteerilajiston





# Bakteerit kasteluvessialtaissa ”ympäristöbakteereja”

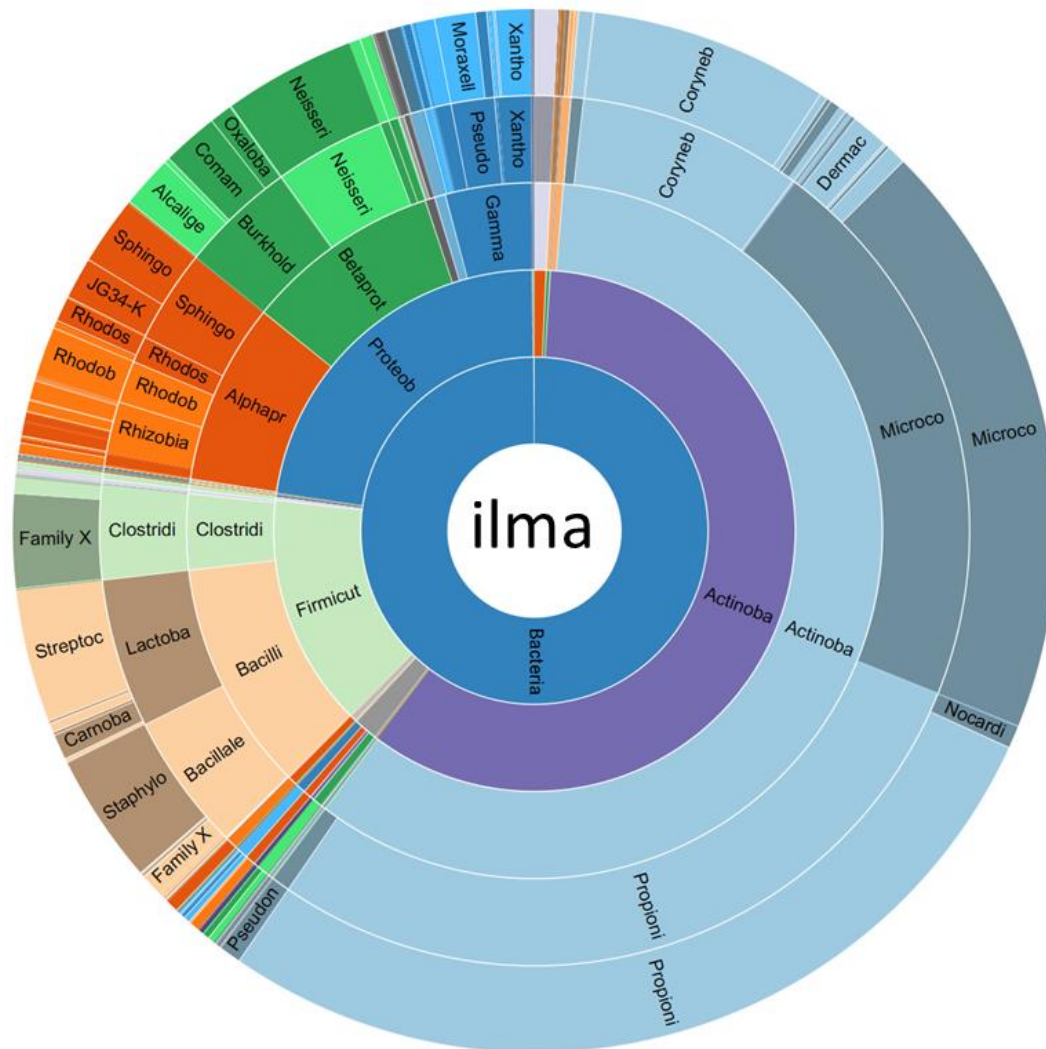


Yleisimmät suvut: *Limnohabitans*, *Sediminibacterium*, *Reyranella*, *Novosphingobium*, *Sphingomonas*, *Sphingopyxis*, *Limnobacter*, *Polynucleobacter*

# Legionella ei rikastunut viherseinien kasteluvessialtaissa

- Mikrobiyhteisöanalyysi: *Legionella*-suku
  - Hanavesissä keskimäärin 1,2 ‰  
(N=10, vaihteluväli 0,0-5,0 ‰)
  - Kasteluvessissä keskimäärin 1,5 ‰  
(N=13, vaihteluväli 0,0-4,9 ‰)
- Kvantitatiivinen PCR: *Legionella pneumophila*
  - Hanavesissä  $\leq 400$  genomiyksikköä litrassa
  - Kasteluvessissä  $\leq 20$  genomiyksikköä litrassa

# Bakteerit ulostuloilmassa valtaosin sisätilojen "ihmisbakteereja"



Yleisimmät suvut:  
*Propionibacterium*,  
*Micrococcus*,  
*Corynebacterium*,  
*Staphylococcus* ja  
*Streptococcus*



# Yhteenveto

- ❏ Aktiiviviherseinät vaikuttavat joissakin tutkituista kohteista alentaneen hieman jo ennestään matalia TVOC-pitoisuuksia
  - vaikutuksia haastavaa tutkia luotettavasti asiakaskohteissa – vaatisi kattavat kartoitukset, ennen/jälkeen mittaukset ja/tai täysin vastaavan vertailutilan
- ❏ Kasteluvesissä elää monimuotoinen yhteisö ympäristönäytteille tyypillisiä bakteereja, joita myös niukoissa määrin leviää huoneeseen
- ❏ Legionella-suvun bakteerit eivät olleet rikastuneet tutkittujen 13 viherseinän kasteluvesissä

