

# RAKENNUSTEN MIKROBISTO JA NIIDEN ROOLI RAKENNUSTEN TUTKIMISESSA

Anne Hyvärinen

tutkimusprofessori, yksikön  
päällikkö

Ympäristöterveyden yksikkö



# Sisäilmaongelmien ratkaiseminen - kokonaisuuden hallintaa ja yhteistyötä

## Altistumisolosuhteet

- Altistumisolosuhteiden arviointi perustuu rakennusten teknisten ja sisäilmastaselvityksien tuloksiin
- **EI** yksittäisiin mittauksiin! Arvioidaan altistumisen todennäköisyys

## Altistumisen kesto

- Toistuva ja pitkäkestoinen altistuminen vs. kertaluontoinen ja lyhytaikainen
- Altistuvien henkilöiden määrä

## Terveydellinen merkitys

- Käyttäjien kokemat oireet ja sairastuvuus painottaa kiireellisyyttä
- Yhteistyössä terveydenhuollon ja altistumisolosuhteiden ammattilaiset

# Mikrobimittaukset osa sisäilmastaselvityksiä

- Sisäilmastaselvitykset – tavoitteena **epäpuhtauslähteen paikallistaminen ja altistumisen arviointi**
  - **Mikrobiologiset epäpuhtaudet**
    - Mikrobikasvu rakenteissa ja pinnoilla ensisijaisesti rakennusmateriaalinäytteiden avulla (sisäilman mikrobipitoisuudet)
      - Elinkykyiset mikrobit
        - > Pitoisuus ja lajisto
      - Muut menetelmät – toimivuus osoitettava

# Kosteusvauriorakennukset: mikrobiologisille epäpuhtauksille ei ole terveysperusteisia toimenpiderajoja

- WHO 2009, Käypä hoito 2016, Hurrass ym. 2016
  - Mikrobeilla on **todennäköinen rooli terveysvaikutusten synnyssä**, mutta **mikään yksittäinen mikrobin tai mikrobiologisen tekijän mittaaminen ei selitä** terveysvaikutuksia
    - Yksilöiden vasteet erilaisia
    - Eri altisteiden yhteisvaikutukset
    - Ei ole määriteltyä ”hometalosaireutta”
  - Kliinistä näyttöä mm. allergiseen alveoliittiin (korkeat pitoisuudet) ja homeinfektioihin henkilöillä, joiden vastustuskyky on alentunut

# Yksittäisille mikrobisuvuille- ja lajeille Ei ole toimenpiderajoja

- **Toimenpidesuosituks**et perustuvat sisäilmaongelman kokonaisvaltaiseen eli altistumisolosuhteiden arviointiin
  - **Ei tule perustua vain yksittäiseen mikrobilöydökseen**
  - Sisäilmanäytteet
    - Eivät paikallista ongelmaa! Tarvitaan rakenteiden tutkimista, miksi siis aloittaa sisäilmanäytteillä?
- Mikrobinäytteillä osoitetaan mikrobikasvu rakenteissa ja pinnoilla tai mahdollinen mikrobiologinen epäpuhtauslähde osana kokonaisuutta
  - Mikrobilajisto antaa **lisäinformaatiota** tähän kokonaisuuteen



# Sädesienet, aktinomykeetit

- Yleisiä luonnossa – mm. maaperässä, ulkoilmassa
- Yksi kosteusvaurioindikaattoreista
- On potentiaalinen terveysvaikutusten aiheuttaja, koska...
  - Korkeissa pitoisuuksissa aiheuttaa mm. homepölykeuhkopölyä
  - Paljon erilaisia aineenvaihduntatuotteita, osa toksisia
  - Havaittu vasteita solu- ja eläinkokeissa
- ...mutta epidemiologinen näyttö **ei-työperäisissä** altistumistilanteissa ristiriitaista, mm.
  - Cai ym. (2010), Hyvärinen ym. (2006) riski astmalle
  - Nordbäck ym. (2016) suojasi väsymykseltä
  - Johansson ym. (2013) vähensi eNO hengitysilmassa
  - Karvonen ym. (2015) ei yhteyttä terveysvaikutuksiin



# Kentän kokemuksia sädesienistä

- Käytännössä ” jokaisesta vanhasta rakennuksesta löytyy, kun riittävän pitkään kaivaa”
  - vanhoissa hirsi- ja massiivitiilirakennuksissa usein paikallista lahoa mm. puualapohjan nurkista
  - paikallista lahoa ja sädesientä löytyy yleisesti myös vanhojen betonivälipohjien muottilautoituksista ja täyttömateriaaleista
- Runsaille esiintymillä todennäköisesti yhteys sisäilmaoireisiin
  - mm. vaurion laajuus ja ilmayhteydet vaikuttavat
- Usein tutkitaan vain mikrobinäytteitä, mutta sisäilmaongelmien taustalla monenlaisia syitä!!!

# Next generation sequencing (NGS)

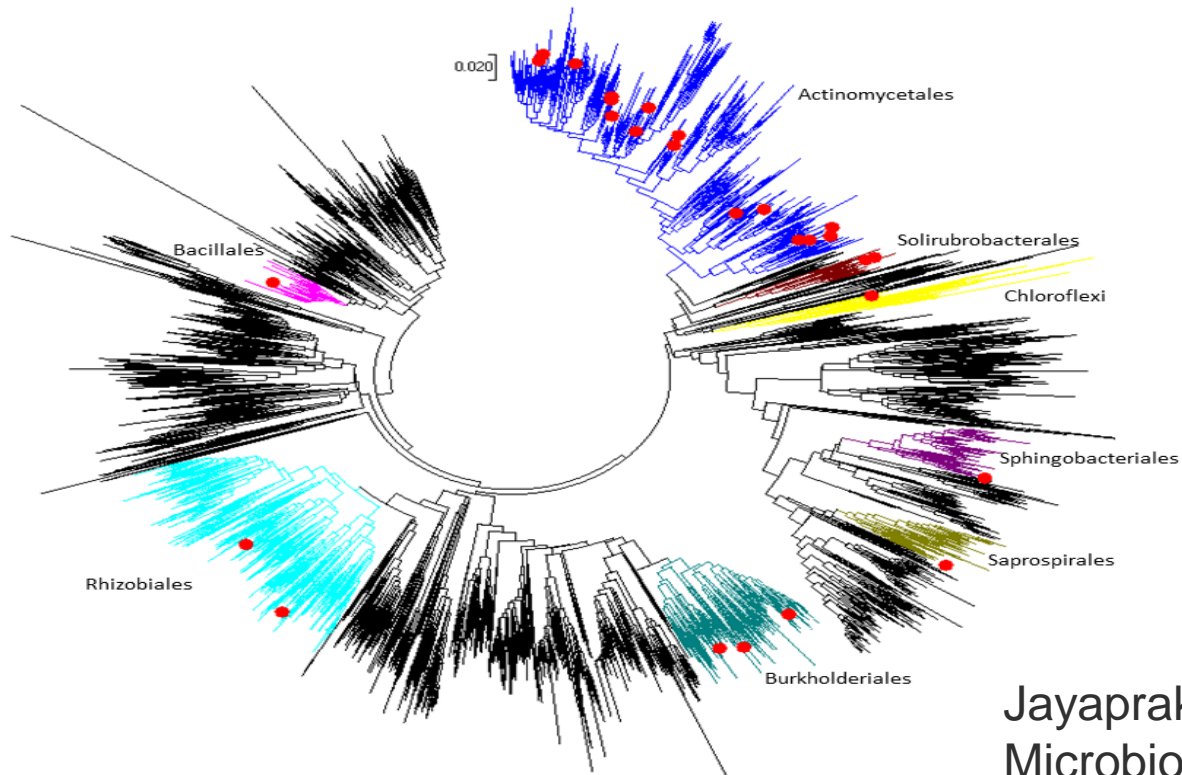
- Uuden sukupolven sekvensointitekniikka
- Mahdollistaa käytännössä kaikkien mikrobien havaitsemisen
  - Viljely: vain elinkykyiset mikrobit
  - qPCR: vain mikrobit, joihin analyysit kohdistetaan (valittu viljelyn perusteella)
- ”Non-targeted”-lähestymistapa, jolla pyritään tunnistamaan mikrobilajeja- tai profiileja, jotka yhteydessä kosteusvaurioihin
  - Tavoitteena parantaa altistumisen arviointia



# NGS ja kosteusvauriot – vain muutamia tutkimuksia toistaiseksi

- Kosteusvaurioilla pääasiassa vain vähän vaikutusta pölyn bakteri- ja sienilajistojen koostumukseen
  - selvä ja merkitsevä ero tulva runtelemat ja tulvalta säästyneet asunnot (Emerson et al. 2015. EnvSciTechn 49(5):2675-84)
- Kosteusvauriot ovat yhteydessä rakennuksen mikrobiston suurempaan monimuotoisuuteen
- Yksittäisten lajien rooli kosteusvaurioindikaattoreina – tietyt mikrobiryhmät yhteydessä kosteusvaurioihin

# Aktinobakteereihin kuuluvien lajien suhteellinen määrä väheni kosteusvaurioiden korjausten jälkeen



Jayaprakash et al. 2017;  
Microbiome 5:138

Original Article

## Gene expression of indoor fungal communities under damp building conditions: implications for human health

Bridget Hegarty, Karen Dannemiller, Jordan Peccia [✉](#)

Accepted manuscript online: 3 March 2018 [Full publication history](#)

DOI: [10.1111/ina.12459](https://doi.org/10.1111/ina.12459) [View/save citation](#)

- Metatranscriptome-tutkimus
  - mitkä geenit aktivoituvat eniten eri kosteusolosuhteissa
- Kosteuden lisääntyminen lisäsi sienien metabolista aktiivisuutta, erityisesti niiden geenien osalta, jotka vaikuttavat allergeenien, toksiinien ja patogeenisten tekijöiden tuotantoon

# Yhteenveto

- Rakennukset tulee tutkia kokonaisuutena – mikrobilajisto on **osa** tätä kokonaisuutta
  - Mikrobivaurioiden toteaminen perustuu rakennuksen tekniseen tutkimukseen
  - Yksittäisille mikrobilajeille ei ole toimenpiderajoja
  - Suositukset eivät tule perustua vain yksittäiseen mikrobilöydökseen
- Uudensukupolven sekventointimenetelmät tuottavat lupaavaa tietoa sekä rakennuksen mikrobistosta että sen metabolisesta aktiivisuudesta