

Uusi sisäilman laadun tutkimusmenetelmä

Sisäilmatutkimuspalvelut Elisa Aattela Oy

SIEA

Terveellinen Turvallinen Rakennus-klinikka

OYS-TTR-projekti

Tulevaisuuden sairaala 2030

Sisäilmatutkimuspalvelut Elisa Aattela Oy

SIEA

- 💧 Rakennusten kosteus- ja mikrobivaurioiden selvitystyötä 1983 lähtien
- 💧 Aattela näytteenottomenetelmän kehitystyö 2014 lähtien
- 💧 Sisäilmaintot, tiedotus ja koulutus 2007 lähtien

Sisäilman epäpuhtauksia

- Hiilimonoksidi eli häkä, hiilidioksidi, ammoniakki, typpidioksidi, rikkivety, otsoni, formaldehydi, radon, asbesti, haihtuvat ja erittäin haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC, VVOC), aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet, kuidut, eläin- ja siitepölyt, itiöt, bakteerit, virukset, nanohiukkaset
- **Homeiden tuottamat toksiinit, mikrobien aineenvaihdunnan tuotteet, biosidit, pesuaineiden tehoaineet, muut käytettävät kemikaalit, palonsuoja-aineet, liikenteen pakokaasupäästöt, nanohiukkaset, hajusteet**

Epäpuhtauksien eri olomuodot

- Sisäilman epäpuhtaudet esiintyvät ja kulkeutuvat elimistöön kolmessa eri olomuodossa:
 - hiukkaset (kiinteä aine)
 - kaasut
 - nesteet (sumut, höyryt)
- Eri olomuodoille täytyy olla omat keräysmenetelmänsä.
- Hiukkas- ja kaasujenkeräysmenetelmien lisäksi on kehitetty uusi nesteenkeräysmenetelmä sisäilman nestemäisten haitta-aineiden keräämistä varten.

Aineen toksisuus on sen eliötä vahingoittava ominaisuus

- Toksisuus käsitteenä on määritelty EU-direktiivissä EU528/2012.
- Hengitettynä saatu altistus (höyryt ja sumut) on luokiteltu 1000 x haitallisemmaksi kuin samalle pitoisuudelle tai annokselle altistuminen ihon kautta ja 100 x haitallisempi kuin nieltynä.
- Välittömän myrkyllisyyden arvot ilmaistaan LD_{50} -arvona suun ja ihon kautta ja LC_{50} -arvona hengitysteitse.
- **Tarvitaan näytteenottomenetelmä nestemäisille epäpuhtauksille, jotta voidaan selvittää sisäilman toksisuus.**

Uusi Aattelan näytteenottomenetelmä

- Teräslaatikon sisälle sijoitetaan hiilihappojäätä (-79 °C).
- Sisäilmassa olevat vesimolekyylit härmistyvät kylmään pintaan huurteeksi.
- Hiilihappojää poistetaan ja huurtuminen loppuu.
- Huurre muuttuu vedeksi ja valuu teräslaatikon alla olevalle tarjottimelle.
- Vesi kaadetaan näytepulloon ja toimitetaan laboratorioon analysoitavaksi.



Tampereen yliopiston solututkimus- ja testauslaboratorio FICAM

- Huurrevesinäytteestä tehdään analyysi Tampereen yliopiston kansainväliset laatuvaatimukset täyttävässä solututkimus- ja testauslaboratoriossa FICAMissa.
- Näytteen toksisuus testataan ihmissoluilla, makrofagiviljelmässä laimennettuna solujen kasvatusliuoksella 1:10. Jokaisesta näytteestä tehdään 6 rinnakkaista testiä.
- Toksisuuden mittaamisessa käytetään WST-1 -testiä.

Tampereen yliopiston solututkimus- ja testauslaboratorio FICAM

- Tulokset annetaan ilmanäytteille altistettujen solujen elävyysprosentteina verrattuna kontrollisolujen elävyysprosenttiin.
- Tulokset testataan tilastollisesti, jotta nähdään milloin erot solujen elävyydessä ovat tilastollisesti merkittävät.
- Ilmanäyte tulkitaan toksiseksi, mikäli P-arvo on tilastoanalyysissä < 0.05 .

Tampereen yliopiston solututkimus- ja testauslaboratorio FICAM

Toksisuus jaetaan kolmeen luokkaan seuraavasti:

- * solujen elävyys on 1-10% alempi verrattuna kontrollisoluihin ts. ilmanäyte tappaa soluista 10%.
- ** solujen elävyys on 11-20% alempi verrattuna kontrollisoluihin ts. ilmanäyte tappaa soluista 11-20%.
- *** solujen elävyys on 21-30% alempi verrattuna kontrollisoluihin ts. ilmanäyte tappaa soluista 21-30%.

Tutkimustulokset

Solukuolemaa esiintyi sekä uusissa että vanhoissa rakennuksissa

Uudet rakennukset, Suomi

- 26 näytettä, joiden tuloksista 31 % oli toksisia
 - 1 näyte ***
 - 4 näytettä **
 - 3 näytettä *

Vanhat rakennukset, Texas

- 20 näytettä, joiden tuloksista 70 % oli toksisia
 - 3 näytettä ***
 - 4 näytettä **
 - 7 näytettä * (joista 1 näyte ulkoilmasta)

Tutkimustulokset

- Solukuolemaa esiintyi sekä uusissa että vanhoissa rakennuksissa

Uudet rakennukset, Suomi syksy 2016

- 26 näytettä, joiden tuloksista 31 % oli toksisia

- 1 näyte ***
- 4 näytettä **
- 3 näytettä *

Jatkotutkimus syksy 2017

- 14 näytettä, joiden tuloksista 86% oli toksisia
- 5 näytettä **
- 7 näytettä *

Homeitten tuottama toksisuus



- Tutkimuksissa on havaittu, että sisätilahomeet emittoivattoksiineja nestepisaroina eikä itiöinä eli hiukkasina.
- Pisarat olivat toksisia kaikille kohdesoluille vielä 1000–10000 -kertaisina laimennoksina. (Taulukko 18, Johanna Salon diplomityö ”Rakennuksen homeiden aineenvaihduntatuotteiden mittaamiseen perustuvan analytiikan kehittäminen”)

Biosidit rakennusmateriaaleissa



- Homeet kasvavat hyvin, vaikka kasvatusmaljoille on lisätty biosidejä.
- Booriyhdisteet aiheuttavat iho-, silmä- ja hengitystieärsytystä sekä saattavat heikentää hedelmällisyyttä ja olla haitallisia sikiölle.

Biosidit puhdistusaineissa

”Säilytä lasten ulottumattomissa. Ärsyttää voimakkaasti silmiä.
Ärsyttää ihoa.”



- Isotiatsoloneja käytetään kosmetiikassa, hygieniatuotteissa, pesu- ja puhdistusaineissa.
- Näiden aineiden antimikrobisia ominaisuuksia erehdytään usein pitämään hygienialle hyödyllisenä.
- Biosideille altistutaan, koska siivous tehdään ”leave-on” menetelmällä, eli pyyhintään käytetyt siivousaineet jätetään pinnoille eikä huuhdota pois (”rinse-off”).

Asiakashyödyt ja ennaltaehkäisevä toiminta

- Menetelmän luotettavuus, nopeus, toistettavuus ja ympärivuotisuus
- Kustannustehokas ja edullinen näytteenottotapa
- Puhtaiden tilojen erottaminen vaurioituneista tiloista
- Piilevien vaurioiden tunnistaminen
- Sisäilman laadun selvittäminen ennen ja jälkeen korjauksen
- Rakenteita rikkomaton menetelmä
- Uusien materiaalien testaaminen todellisessa tilanteessa ennen markkinoille tuloa
- Tavoitteena myrkytön sisäilma

Sisäilmatutkimuspalvelut Elisa Aattela Oy

SIEA

- Kiitos mielenkiinnosta uutta Aattelan näytteenottomenetelmää kohtaan.
- Näytteidenottojärjestelmä toimii Suomessa yhteistyökumppaneiden tarjoamana palveluna lisenssipohjalta.
- Löydät oman paikkakuntasi yrityksen/yrittäjän www.sisailmatutkimuspalvelut.fi
- Jos olet kiinnostunut aiheesta ota yhteyttä elisa.aattela@sisailmatutkimuspalvelut.fi