

# Sisäilmastohaaitta ja -selvityksiä

Tutkimusmenetelmät korjausrakentamisessa -opintojakso  
Korjausrakentaminen ja kiertotalous -opintokokonaisuus

Niko Tolvanen RI, RTA, PKA  
Savonia amk

Julkaistava aineisto (poikkeaa opintojaksolta)



Euroopan unionin rahoittama –  
NextGenerationEU

# Sisältö



Lakeja, asetuksia ja ohjeita



Sisäilmahaitta

Sisäilmaselvityksistä



Olosuhdearvio

Tutkijan pätevyyksistä

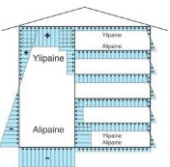


Sisäilmaolosuhteiden arviointi ja mittauksista

mm. Fysikaaliset, hiukkasmaiset, kemialliset



Ilmanvaihdon arviointi



Paine-erot ja mittaus

# Tästä aineistosta

Aineistossa ● tarkoittaa, että kohdassa on opiskelijoille lisätietoa, jota ei tuntien aikana käsitellä tarkasti tai ollenkaan.

# Lait asetukset ja ohjeet



# Rakennusten sekä asuin- ja työtilojen terveydellisistä oloista säädetään mm.



**Rakentamislaki** Helsingissä 21.4.2023

140 § Rakennuksen kunnossapito

Rakennuksen omistajan on:

1) pidettävä rakennus ympäristöineen sellaisessa kunnossa, että se jatkuvasti täyttää terveellisuuden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset eikä aiheuta ympäristöhaittaa tai rumenna ympäristöä;

## **Terveydensuojelulaki**

27§ Asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyvä terveyshaitta

Jos asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyy melua, tärinää, hajua, valoa, mikrobeja, pölyä, savua, liiallista lämpöä tai kylmyyttä taikka kosteutta, säteilyä tai muuta niihin verrattavaa siten, että siitä voi aiheutua terveyshaittaa asunnossa tai muussa tilassa oleskelevalle, toimenpiteisiin haitan ja siihen johtaneiden tekijöiden selvittämiseksi, poistamiseksi tai rajoittamiseksi on ryhdyttävä viipymättä.

## **Työturvallisuuslaki**

Asetuksissa, kuten **Asumisterveysasetus**

Näitä selventävissä ohjeissa, kuten **asumisterveysasetuksen soveltamisohje**



## 545/2015

Annettu Helsingissä 23 päivänä huhtikuuta 2015

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

### 1 § Soveltamisala

Tätä asetusta sovelletaan terveydensuojelulain (763/1994) nojalla tehtävään asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisten olosuhteiden valvontaan. Tämän asetuksen fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia altistumistekijöitä koskevia vaatimuksia ja niiden toimenpiderajoja sovelletaan tehtäessä terveydensuojelulain 27 tai 51 §:ssä tarkoitettuja päätöksiä ja määräyksiä.

Muista kuin tässä asetuksessa mainituista altisteista aiheutuvaa terveyshaittaa on arvioitava tapauskohtaisen riskin perusteella.

3 § - Asunnon ja muun oleskelutilan fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia tekijöitä koskevat yleiset arviointiperusteet

4 § - Mittaus, näytteenotto ja analyysi

5 § - Huoneilman kosteus

6 § - Lämpötila ja ilman virtausnopeus

7 § - Vesijohtoveden lämpötila

8 § - Ilmanvaihdon yleiset arviointiperusteet

9 § - Asunnon ilmanvaihto

10 § - Muiden oleskelutilojen ilmanvaihto

11 § - Melun mittaaminen

12 § - Melun toimenpiderajat

13 § - Melumittaustulosten korjaaminen

14 § - Kemiallisten tekijöiden mittaus

15 § - Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

16 § - Formaldehydi

# Rakennusten sekä asuin- ja työtilojen terveydellisistä oloista säädetään mm.



Muita lähteitä mm.

Työpaikkojen terveydellisistä vaatimuksista sekä mm. työnantajan vastuusta ja työterveyshuollon roolista on säädetty työterveyshuoltolaissa (1383/2001) ja työturvallisuuslaissa (738/2002).

Rakennusten terveellisyyteen liittyviä asioita on käsitelty suoraan tai välillisesti myös asuntokauppalaisissa (843/1994), asunto-osakeyhtiölaissa (1599/2009), kuluttajansuojalaissa (38/1978) ja vahingonkorvauslaissa (412/1974).

# Kuka vastaa?



Rakennuksen käyttökelpoisuudesta vastaava taho on lähtökohtaisesti kiinteistön omistaja

Haltija voi myös itse toiminnallaan aiheuttaa korjaustarpeen tai terveyshaitan, jolloin vastuu haitan poistamisesta, tai sen aiheuttamista kustannuksista, on tilan haltijalla

Arvioitaessa rakennuksen terveydellisiä olosuhteita kuntotutkijan tehtäviin kuuluu tyypillisesti selvittää, mitä epäpuhtauslähteitä rakennuksessa on, voivatko rakennuksen käyttäjät altistua niille ja kuinka suuria pitoisuudet ovat.



# Sisäilmastohaitta ja sisäilmahaitta



Sisäilma on sisätiloissa hengitettävä ilma, jossa ilman perusosien lisäksi saattaa olla eri lähteistä peräisin olevia kaasumaisia ja hiukkasmaisia epäpuhtauksia

Sisäilmasto muodostuu sisäilmasta ja siihen vaikuttavista fysikaalisista tekijöistä

Sisäilmastotekijöitä:

- sisäilman kaasumaiset yhdisteet
- sisäilman hiukkasmaiset epäpuhtaudet
- lämpötila
- kosteus
- ilman liike
- säteily
- valaistus
- melu



# Sisäilmastotekijöitä

## Sisäilman kaasumaiset yhdisteet

- ammoniakki
- formaldehydi
- haihtuvat orgaaniset yhdisteet
- materiaalien kemialliset yhdisteet
- otsoni
- tupakka

## Sisäilman hiukkasmaiset epäpuhtaudet

- huonepöly
- liikenteen tai teollisuuden hiukkasmaiset epäpuhtaudet
- mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet
- ihmisten vaatteissaan kantamat sekä eläimistä irtoava hilse
- tupakan savu
- asbesti

## Fysikaaliset tekijät

- ilman kosteus
- lämpötila ja pintojen lämpötilaerot
- ilman liike
- säteily (radon)
- valaistus
- melu



# Milloin on sisäilmaongelma?

Rakennuksessa on sisäilmaympäristöongelma silloin, kun sisäilmassa tai sisäympäristössä on jotain sellaista, joka häiritsee rakennuksen käyttäjien toimintaa. Puutteellinen valaistus, liian korkea tai matala lämpötila, ilman kuivuus tai veto ovat tyypillisiä sisäympäristöongelmia.

Kun haitan aiheuttaja vaikuttaa nimenomaan sisäilman kautta, puhutaan sisäilmaongelmasta. Sisäilmaongelma voi ilmetä mm. pahana hajuna tai ilman pölyisyytenä. Sisäilmaongelmaa ei kuitenkaan aina pysty aistein havaitsemaan, vaan esimerkiksi homeongelma havaitaan usein vasta tilan käyttäjien oireilun kautta.



# Sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä yleisesti

Ihminen viettää 90...95 % ajastaan sisätiloissa ja hengittää vuorokaudessa jopa 40 kuutiometriä ilmaa, josta valtaosa on sisäilmaa.

Sisäilman epäpuhtaudet voivat aiheuttaa tai pahentaa allergia- ja ärsytysoireita sekä keuhkosairauksia.

Sisäilmassa voi olla satoja erilaisia kaasumaisia ja hiukkasmaisia epäpuhtauksia, joiden kaikkien terveysvaikutuksia ei tunneta.

Rakennuksen sisäilmaston muodostumiseen vaikuttavien tekijöiden sekä sisäilmaston epäpuhtauksien tunteminen auttaa sisäilmaongelmien selvittämisessä

Hyvän sisäilmaston edellytyksenä on riittävä ilmanvaihto ja toimivat rakenteet, joilla voidaan vaikuttaa useimpiin sisäilmastotekijöihin.



# Sisäilman laadun määrittäminen

Sisäilma on hyvää, jos

- suurin osa rakennuksen käyttäjistä on tyytyväisiä sisäilman laatuun
- sisäilman häiritsevät tekijät eivät aiheuta terveydellistä vaaraa

Sisäilmasto on hyvä, jos rakennuksen käyttäjät eivät koe rakennukseen liittyviä oireita.

Sisäilmaston laatua voidaan selvittää käyttäjäryhmille suunnatuilla kyselytutkimuksilla.



# Sisäilmaongelma

Rakennusten huono hoito ja viivästyneet korjaukset johtavat korjausvelkaan, joka on usein sisäilmaongelmien taustalla.

Vaurioiden aiheuttamat sisäilmaongelmat heijastuvat käyttäjien terveyteen aiheuttaen hoitokustannuksia, sairauspoissaoloja sekä työn tuottavuuden laskua. Ennakoivan kiinteistönpidon on ymmärrettävästi arvioitu olevan huomattavasti edullisempaa kuin viivästyneen korjaamisen.

Sisäilmaongelma on usein myös merkki rakennuksen tiettyjen osien käyttöiän päättymisestä ja signaali kiireellisen peruskorjauksen aloittamiseen



## Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

- Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajoja

Yhdiste

Toimenpideraja

2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli diisobutyraatti (TXIB)

$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2-etyyli-1-heksanoli (2EH)

$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Naftaleeni

ei saa esiintyä hajua,  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Styreeni

$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$



# Sisäilmahaittaa aiheuttavia yhdisteitä

## Formaldehydi

- Sisäilman formaldehydipitoisuuden vuosikeskiarvo ei saa ylittää  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja lyhyen ajan keskiarvopitoisuus 30 minuutin mittauksen aikana ei saa ylittää  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## Hiilimonoksidi

- Sisäilman hetkellinen hiilimonoksidipitoisuus ei saa ylittää  $7 \text{mg}/\text{m}^3$ .

## Tupakansavu

- Sisäilmassa ei saa toistuvasti esiintyä aistinvaraisesti tunnistettavaa tupakansavua, joka on kulkeutunut asuntoon tai muuhun oleskelutilaan ulkoa tai muualta rakennuksesta. Sisäilman tupakansavu ei saa ylittää nikotiinipitoisuutena mitattuna  $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Savun kulkeutuminen sisäilmaan voidaan selvittää savun aistinvaraisen havainnon ja nikotiinipitoisuuden mittauksen lisäksi merkkiainetutkimuksella.

## Hiukkasmaiset epäpuhtaudet

- Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana saa olla enintään  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Pienhiukkasten ( $\text{PM}_{2,5}$ ) pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana saa olla enintään  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on  $0,2 \text{kuitua}/\text{cm}^2$ .
- Asbestikuitujen esiintymistä pinnoille laskeutuneessa pölyssä pidetään toimenpiderajan ylittymisenä. Sisäilman asbestikuitujen pitoisuus ei saa ylittää  $0,01 \text{kuitua}/\text{cm}^3$ .

## Mikrobit 20 §

- Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyysillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua.

## Toteaminen

- Mikrobikasvu todetaan ensisijaisesti rakennusmateriaalista mikrobien kasvatukseen perustuvalla laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmällä ja mikroskopoimalla tehdyllä analyysillä.
- Mikrobiahaitta voidaan todeta myös 6-vaiheimpaktorilla otetun ilmanäytteen tai pintasivelynäytteen laimennossarjamenetelmällä tehdyllä analyysillä. Ilmanäytteen osalta on oltava ilman mikrobipitoisuuden lisäksi myös muuta näyttöä toimenpiderajan ylittymisestä.

## LÄMPÖILOJEN JA ILMAN VIRTAAUSNOPEUDEN TOIMENPIDERAJAT

Taulukko 1. Lämpötilojen toimenpiderajat

	Lämpötilojen toimenpiderajat	Lämpötilaindeksi TI
<i>Asunnossa</i>		
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 18 °C – + 26 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella	+ 18 °C – + 32 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+ 16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+ 18 °C	87
Alin pistemäinen pintalämpötila	+ 11 °C	61
<i>Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa</i>		
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 20 °C – + 26 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella lasten päivähoitopaikat, oppilaitokset ja muut vastaavat tilat	+ 20 °C – + 32 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella, palvelutalot, vanhainkodit ja muut vastaavat tilat	+ 20 °C – + 30 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+ 16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+ 19 °C	92
Alin pistemäinen pintalämpötila	+ 11 °C	61

Pintalämpötiloja arvioidaan lämpötilaindeksiä käyttämällä silloin, kun lämpötiloja ei voida mitata – 5 °C ± 1 °C:n ulkolämpötilassa ja + 21 °C ± 1 °C:n sisälämpötilassa. Lämpötilaindeksiä käytettäessä on rakennuksen alipaineisuus otettava huomioon, kun keskimääräinen alipaineisuus ylittää 5 Pa.

Lähde: Asumisterveysasetus

## 7 § Vesijohtoveden lämpötila

Lämminvesilaitteistosta saatavan lämpimän vesijohtoveden lämpötilan tulee olla vähintään + 50 Celsius-astetta ja vesikalusteesta saatava vesi saa olla korkeintaan + 65 Celsius-astetta.

## 8 § Ilmanvaihdon yleiset arviointiperusteet

Ilmanvaihdon ulkoilmavirran tulee olla rakennuksen käytön mukaisesti riittävä ja sen laadun tulee olla riittävän puhdasta. Ilmanvaihto tulee järjestää siten, että sisäilma vaihtuu koko oleskeluvyöhykkeellä. Riittämätön ilmanvaihto ei saa aiheuttaa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä. Asuinrakennuksen tai muun oleskelutilan korjauksen aikana ilman vaihtuvuus saa olla 9 ja 10 §:ssä säädettyä pienempi, jos ilmanvaihtoa voidaan tarvittaessa lisätä.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2 100 mg/m<sup>3</sup> (1 150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Rakennuksen käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihdon tulee olla sellainen, ettei rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa.

## 9 § Asunnon ilmanvaihto

Asunnon ilmanvaihdon ulkoilmavirran tulee olla käytön aikana vähintään 0,35 dm<sup>3</sup>/s neliometriä kohden kaikissa asuinhuoneissa.

Selvityksiä



# Olosuhdearvio

Olosuhdearviointi kertoo kokonaiskuvan rakennuksen sisäilman laadusta ja olosuhteista.

Arviointi perustuu sisäilmast selvityksen tuloksiin.

Sisäilmast selvitys on sisäilmaan vaikuttavien rakennus- ja taloteknisten tekijöiden selvitys.



*Kuva: Olosuhdearviointi osana rakennuksen selvityksiä.*

Lähde: TTL



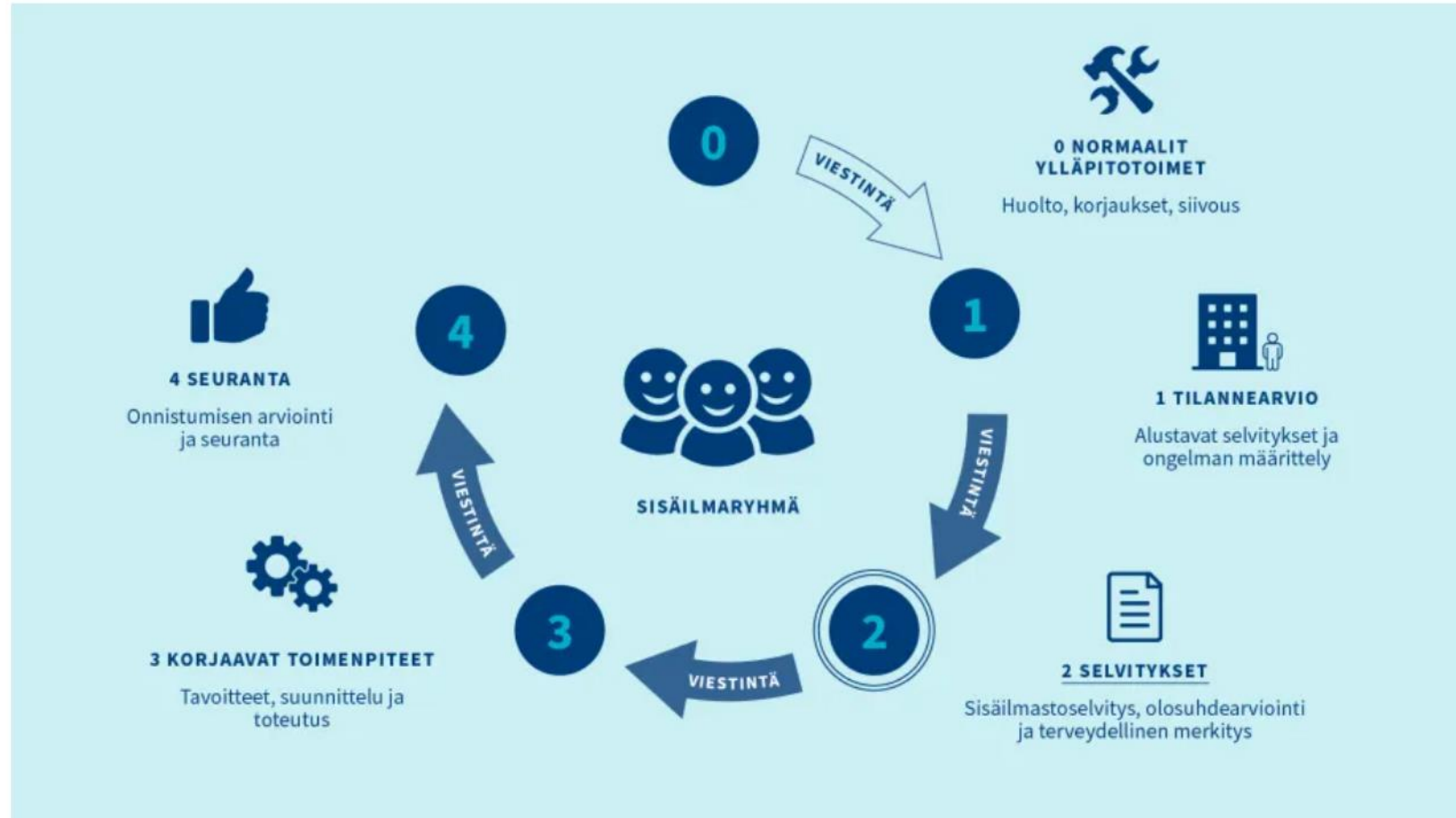


- **Sisäilmastaselvitys** on sisäilman laatuun ja olosuhteisiin vaikuttavien rakennus- ja taloteknisten tekijöiden selvitys, mikä tehdään kuntoarvio- ja kuntotutkimuskeinoin olosuhdearviointia varten. Selvitykseen sisältyvät tarvittavat biologisten, fysikaalisten ja kemiallisten tekijöiden tutkimukset.
- **Olosuhdearviointi** on arviointikriteerien avulla tehtävä arvio, jonka tuloksena saadaan kokonaiskuva sisäilman laadusta ja olosuhteista. Arviointi perustuu sisäilmastaselvityksen tuloksiin ja arvioinnin tulos ottaa kantaa, tarvitaanko arvioitavassa rakennuksessa tai sen osassa toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden parantamiseksi.
- **Terveydellisen merkityksen arvioinnissa** kootaan tieto sisäilmatilanteeseen vaikuttavista eri tekijöistä ja arvioidaan niiden merkitystä työntekijöiden terveydelle ja hyvinvoinnille. Arvioinnin tekee yleensä työterveyslääkäri.

Lähde: TTL



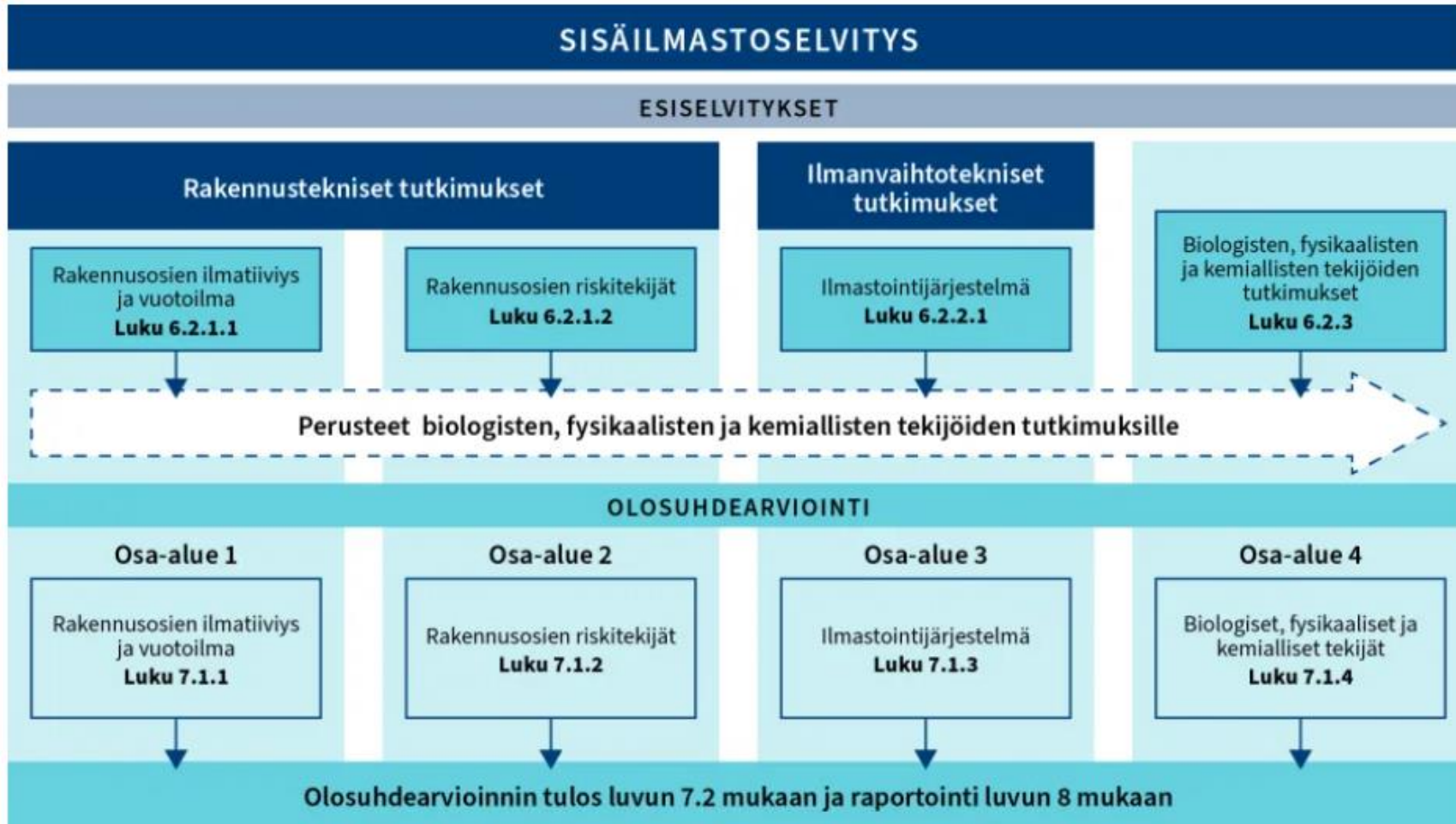
# Sisäilmaongelman selvitysprosessi TTL:n ohjeen mukaan



**Kuva:** Sisäilmaongelman selvitys- ja ratkaisuprosessi. Sisäilmast selvitys ja olosuhdearviointi tehdään vaiheessa 2.



# Sisäilmastaselvitys olosuhdearviota varten, TTL:n ohje



Kuva: Sisäilmastaselvityksen ja olosuhdearvioinnin eteneminen

Olosuhdearviointi tehdään arvioimalla neljää osa-aluetta arviointikriteerien avulla.



Uusimman tiedon perusteella esimerkiksi rakennusten kosteusvauriutilanteissa on lääkärille merkityksellinen tieto kosteusvaurion laajuus ja ilmayhteys sisäilmaan. Tiedolla mikrobien määrästä tai lajistosta ei ole merkitystä terveydellistä merkitystä arvioitaessa.

Lähde: TTL



# Olosuhdearvion sisältö

Olosuhdearviointi on kriteerien ja pisteiden avulla tehtävä arvio, jolla saadaan kokonaiskuva rakennuksen sisäilman laadusta ja olosuhteista.

Olosuhdearvioinnissa otetaan kantaa siihen, että tarvitaanko arvioitavassa rakennuksessa tai sen osassa toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden parantamiseksi.

<b>A</b>	Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta ei tarvita. <b>0 pistettä</b>
<b>B</b>	Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta on hyvä tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. <b>1—4 pistettä</b>
<b>C</b>	Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. <b>5—8 pistettä</b>
<b>D</b>	Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. <b>9—12 pistettä</b>



# Olosuhdearvion tekijä

Edellyttävät tekijältään osaamista

- kuntotutkimuksista
- sisäilman laatuun ja olosuhteisiin vaikuttavista biologisista, fysikaalisista tai kemiallisista tekijöistä
- näytteenotosta sekä tulosten tulkinnasta.

Tutkimuksia ja arviointeja voi tehdä sertifioitu rakennusterveysasiantuntija (RTA) tai sertifioitu sisäilma-asiantuntija (SISA)-sertifioitu kosteusvaurion kuntotutkija (KVKT) -työpari.

Ilmastointijärjestelmään liittyviä selvityksiä voi tehdä asiantuntija, jolla on ilmanvaihdon katsastusoppaan määrittelyn mukainen osaaminen. Tarvittaessa selvitys tehdään ilmastointia ohjaavan automaation käytöstä, huollosta ja ylläpidosta vastaavan kanssa.

Työturvallisuuslain mukaan työnantajan on käytettävä ulkopuolista asiantuntijaa, jos työnantajalla ei ole riittävää asiantuntemusta työtilasta aiheutuvien haittojen ja vaaratekijöiden selvittämiseksi (Työturvallisuuslaki 738/2002 10 §).



# Asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksia

Terveydensuojelulaissa (763/1994 ja laissa terveydensuojelulain muuttamisesta 27§ 1247/2014) ja asumisterveysasetuksessa (STMa 545/2015) on esitetty osaamis- ja pätevyysvaatimuksia ulkopuolisille asiantuntijoille, jotka tekevät viranomaisvalvontaa varten rakennukseen liittyviä sisäilmatutkimuksia.

Vaatimukset koskevat terveydensuojelulain alaisten tilojen sisäilmatutkimuksia, kuten

- asuntojen
- muiden oleskelutilojen,
- koulujen ja päiväkotien

Asetuksen mukaan tutkimuksia voi tehdä sertifioitu

- rakennusterveysasiantuntija (RTA)
- sisäilma-asiantuntija (SISA) ja kosteusvaurion kuntotutkija (KVKT) –työpari

- Lisäksi tutkimuksia ja arviointeja voi tehdä asiantuntija, jolla on soveltuva korkea-asteen tutkinto ja riittävän laaja työkokemus ja osaaminen sisäilma-asioissa, tai moniammatillinen ryhmä, jolla on vastaava osaaminen kuin rakennusterveysasiantuntijalla.



# Sisäilmaolosuhteiden arviointi ja mittauksia





- Pyritään tunnistamaan sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä
- Pelkät sisäilmamittaukset eivät yleensä riitä haittaa aiheuttavien olosuhteiden osoittamiseen tai poissulkemiseen

Voidaan mitata mm:

- Fysikaalisia olosuhteita
- Mikrobiologisia epäpuhtauksia
- Hiukkasmaisia epäpuhtauksia
- Kemiallisia epäpuhtauksia



## Sisäilman suhteellinen kosteus

### Haitta

- Kuiva huoneilma voi aiheuttaa ihon ja limakalvojen ärsytysoireita.
- Kuiva huoneilma myös herkistää muiden sisäilman epäpuhtauksien vaikutuksille.
- Korkea kosteus voi nostaa rakenteiden vaurioitumisriskiä

### 5 § Huoneilman kosteus (Asumisterveysasetus)



Huoneilman kosteus ei saa olla pitkäkestoisesti niin suuri, että siitä aiheutuu rakenteissa, laitteissa taikka niiden pinnoilla mikrobikasvun riskiä.



Lisätietoja: katso Asumisterveysasetuksen soveltamisohje osa 1  
<https://valvira.fi/documents/152634019/163413488/Asumisterveysasetuksen-soveltamisohje-osa-1.pdf/8f095063-fb99-ee73-aade-06efd618fa20/Asumisterveysasetuksen-soveltamisohje-osa-1.pdf?t=1692347713569>



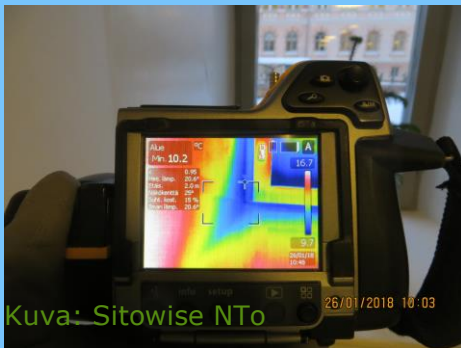
## Sisäilman lämpötila

### Haitta

- Liian kylmä, liian kuuma, vedon tunne
- Mikrobivaurion riski

### Mitataan mm

- Lämpökamera
- Lämpömittari (loggaava)



Kuva: Sitowise NTo

## LÄMPÖTILOJEN JA ILMAN VIRTAAUSNOPEUDEN TOIMENPIDERAJAT

Taulukko 1. Lämpötilojen toimenpiderajat

	Lämpötilojen toimenpiderajat	Lämpötilaindeksi TI
<i>Asumnossa</i>		
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 18 °C – + 26 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella	+ 18 °C – + 32 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+ 16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+ 18 °C	87
Alin pistemäinen pintalämpötila	+ 11 °C	61
<i>Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa</i>		
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 20 °C – + 26 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella lasten päivähoitopaikat, oppilaitokset ja muut vastaavat tilat	+ 20 °C – + 32 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella, palvelutalot, vanhainkodit ja muut vastaavat tilat	+ 20 °C – + 30 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+ 16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+ 19 °C	92
Alin pistemäinen pintalämpötila	+ 11 °C	61

Pintalämpötiloja arvioidaan lämpötilaindeksiä käyttämällä silloin, kun lämpötiloja ei voida mitata  $- 5$  °C  $\pm$  1 °C:n ulkolämpötilassa ja + 21 °C  $\pm$  1 °C:n sisälämpötilassa. Lämpötilaindeksiä käytettäessä on rakennuksen alipaineisuus otettava huomioon, kun keskimääräinen alipaineisuus ylittää 5 Pa.

# Hiukkasmaiset epäpuhtaudet

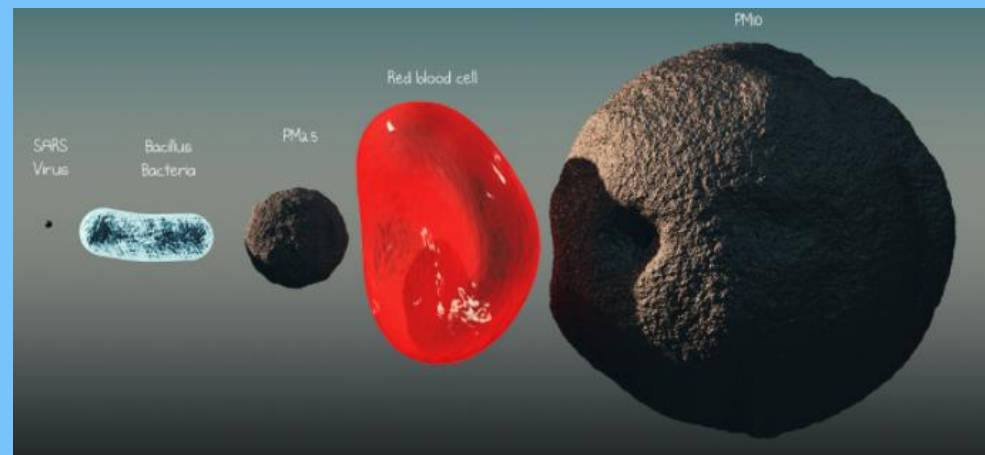


## Haitta

- Kulkevat hengitysilman mukana hengityselinten eri osiin
- Osa ultrapienistä hiukkasista siirtyy vedenkiertoon

## Mitä:

- Hengitettävät hiukkaset PM10 esimerkiksi sementti-/betonipöly, kipsipöly, ja lämmön- ja ääneneristeistä peräisin olevat teolliset mineraalivillakuidut sekä katupöly.
- pienhiukkaset (PM2,5),  
lähteet ovat rakennusten ulkopuolisia (liikenne, energiantuotanto, paikallisesti puun pienpoltto).





## Toimenpiderajat

### 19 § Hiukkasmaiset epäpuhtaudet

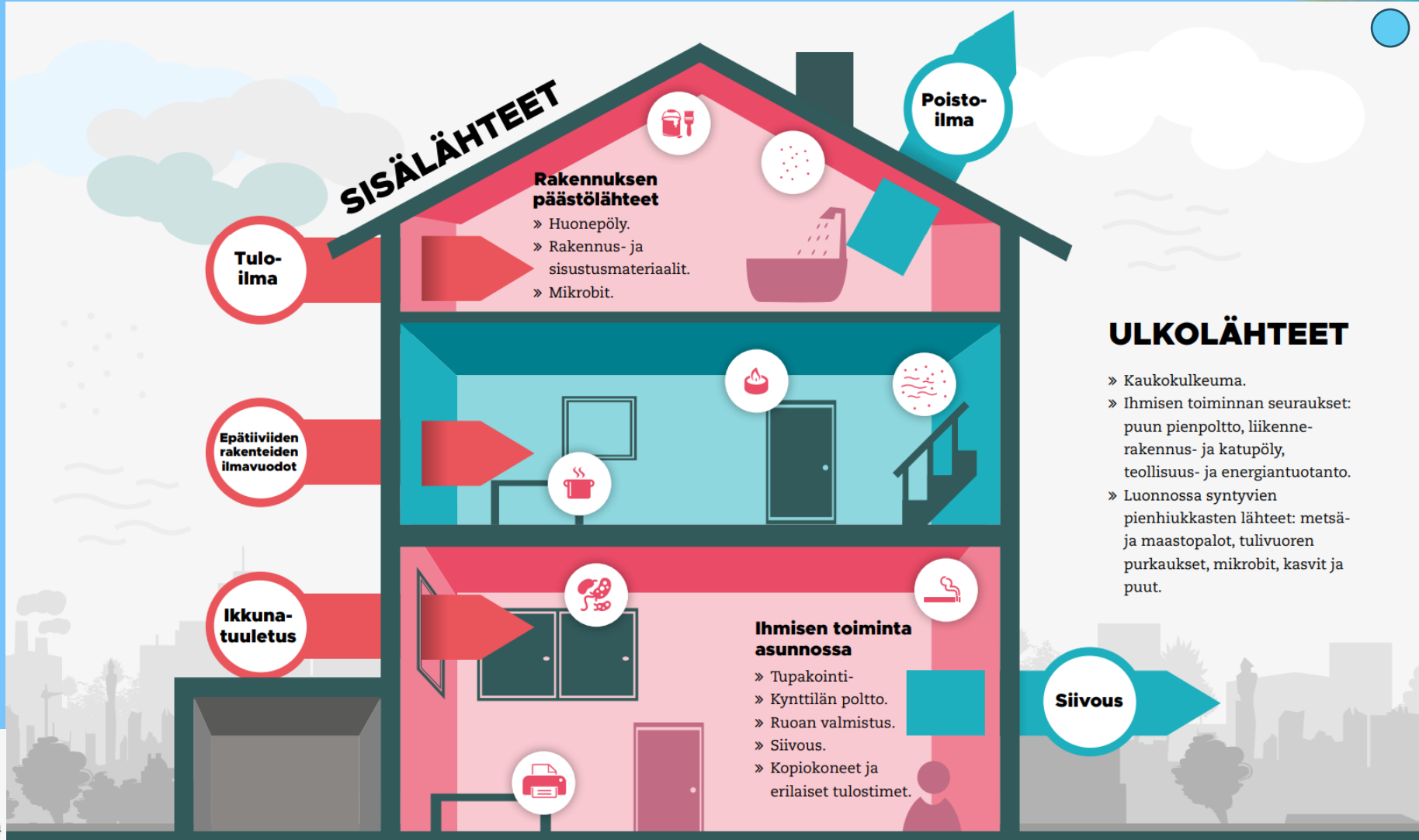


Hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana saa olla enintään  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Pienhiukkasten ( $PM_{2,5}$ ) pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana saa olla enintään  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on  $0,2$  kuitua/ $\text{cm}^2$ .

Asbestikuitujen esiintymistä pinnoille laskeutuneessa pölyssä pidetään toimenpiderajan ylittymisenä. Sisäilman asbestikuitujen pitoisuus ei saa ylittää  $0,01$  kuitua/ $\text{cm}^3$ .



Turvallista altistumisen alarajaa ei ole.



Pienhiukkasten haitallisuuteen vaikuttavat niiden pitoisuus sekä niiden fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet.



Hengityслиitto tekee työtä, jotta meidän kaikkien olisi helpompi hengittää. Tutustu toimintaamme, hengitysterveyteen, hengityssairauksiin ja löydä oma tapasi osallistua osoitteessa [www.hengityслиitto.fi](http://www.hengityслиitto.fi).



Käy katsomassa [www.hometalkoot.fi](http://www.hometalkoot.fi), josta löydät tietoa eri vuosikymmenten rakennuksista ja niiden riskirakenteista.

# Muita yleisiä sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä



Epäpuhtaus tai muu haittatekijä	Tavanomainen lähde/syy	Haitta / oire	Kuiva sisäilma	Kylmä ja kuiva ulkoilma	Ihon ja limakalvojen ärsytysoireet, oireiluherkkyden kasvu
Allergeenit	Koti- ja lemmikkieläimet, siitepölyt, kemikaalit, pöly- ja varastopunkit, mikrobikasvustot	Allerginen nuha, silmä-, astma- ja iho-oireilu	Lämpötila, liian matala tai korkea, vetoisuus	LVI-järjestelmän puutteet ja säätövirheet, pintasäteily, ilmavuodot	Epämukavuus, sairastavuuden lisääntyminen
Ammoniakki	Materiaalien kosteusvauriot, viemärit, lemmikkieläimet, tupakointi	Hajuhaitat, ärsytysoireet	Mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet	Kosteus- ja mikrobivauriot, ilmavuodot rakenteista, IV-kanaviston epäpuhtaudet kosteissa järjestelmänosissa	Hengitystieärsytys, astma, allergiset sairaudet, hengitystieinfektioiden lisääntyminen, yleisoireet
Asbestikuidut	Useat eri rakennusmateriaalit	Syöpäriskin kasvu, asbestoosi	Otsoni	Ilmanpuhdistimet, kopiokoneet	Hengitysteiden ärsytysoireet. Voimistaa allergeenien vaikutusta
Formaldehydi	Lastulevyn ym. materiaalien kosteusvauriot, sisustustuotteet, tekstiilit ja pesuaineet	Hajuhaitat, ärsytysoireet, kosketusihottuma, syöpäriskin kasvu.	PAH-yhdisteet	Vanhat kosteuseristeet, kivihilipiki, polttotapahtumat	Hajuhaitat, syöpäriskin kasvu
Hiilidioksidi (CO <sub>2</sub> )	Ihmiset, lemmikkieläimet, heikko ilmanvaihto	Suuri pitoisuus viittaa tilojen käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon. Erittäin korkeissa pitoisuuksissa väsymys, päänsärky.	PCB	Rakennusmateriaalit, mm. elementti-saumasmassat ja maalit, lämmönsiirtonesteet	Syöpäriskin kasvu
Hiilimonoksidi (häkä, CO)	Tulisijat, liikenne	Häkämyrkytys, tukehtumiskuolema	Pienhiukkaset	Ulkoilma (teollisuus, liikenne), tupakan savu, kopiokoneet, kosteusvauriot, pienpoltto, kynttilät ja tulisijat	Viihtyvyyshaitat, sydän- ja hengityselinsairaudet, astma
Häiritsevät hajut	Materiaalien kosteusvauriot, ilmavuodot rakenteista, materiaalit, kemikaalit, käyttäjät	Ärsytysoireet, epämukavuus	Radon	Maaperä, rakennuksen alustäyttö	Keuhkosyöpäriskin kasvu
Vähäinen ilmanvaihtuvuus	Heikkotehoinen ilmanvaihto, IV-järjestelmän viat, ilmanjaon puutteet	Epäpuhtauksien kertymisestä aiheutuva oireilu ja epämukavuus	Teolliset mineraalivillakuidut	Lämmön- ja ääneneristysmateriaalit rakenteissa ja IV-järjestelmässä	Silmien ja hengitysteiden ärsytysoireet
Liiallinen alipaineisuus rakennuksen ulkovaipan yli	Ulkoilmavirtoihin nähden liialliset poistoilmamäärät	Epäpuhtauksien kulkeutuminen rakenteista sisäilmaan	VOC-yhdisteet (haihtuvat orgaaniset yhdisteet, engl. volatile organic compounds)	Kosteusvauriot, rakennusmateriaalit, sisustusmateriaalit, tekstiilit, pesuaineet, kosmetiikka, ihmiset ja lemmikkieläimet	Ärsytysoireet, astma
Kuiva sisäilma	Kylmä ja kuiva ulkoilma	Ihon ja limakalvojen ärsytysoireet, oireiluherkkyden kasvu	Öljyhiilivedyt	Rakennusmateriaalit (mm. valuasfaltti), öljyvahingot rakenteisiin ja maaperään rakennuksen alla	Hajuhaitat



Voidaan tutkia mm.

- Mikrobit
- Asbesti
- VOC (haihtuvat orgaaniset yhdisteet)
- PAH

Menetelmä

- Passiivinen
- Aggressiivinen



Kuva 3.19. Vasemmalla ilmanäytteenotto asbestianalyysiä varten. Näyte otettiin rakennuksen käyttötilojen ulkopuolisesta tilasta, jonka rakenteissa oli käytetty asbestipitoisia kuitusementtilevyjä. Oikean puoleisessa kuvassa krysotiiliasbestikimppu elektronimikroskooppikuvassa. Kuvat: T. Poutiainen ja J. Säntti, Vahanan Oy

# Ilmanäytteenotto - mikrobi



- Voidaan joissain tapauksissa todeta rakennuksessa mahdollisesti esiintyvä epätavanomainen mikrobihaitta
- Kuvaa vain ilman hetkellistä mikrobipitoisuutta näytteenkeräysaikana, ja pitoisuuksien tiedetään vaihtelevan voimakkaasti
- Myös korjausten vaikutuksen seurannassa (ei ensisijainen). Tarvittaessa, muiden tarkastelujen tukena. Tämä edellyttää rakennuksen kokoon nähden riittävää näytemäärää ja näytteenoton toistoa vastaavana ajankohtana ja käyttötilanteessa ennen korjauksia ja korjausten jälkeen.

## Miten

- 6-vaiheimpaktorilla otetun ilmanäytteen analyysillä ns. Andersen keräin
- tarvitaan myös muuta näyttöä toimenpiderajan ylittymisestä, ts. sisäilmayhteudessa olevien mikrobikasvustojen olemassaolosta

Yksinomaan sisäilmanäytteiden perusteella ei voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä mikrobivaurioiden esiintymisestä tai rakennuksen terveydellisistä olosuhteista.





Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Sen estämättä, mitä 2 momentissa säädetään, seuraavien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketut pitoisuuden toimenpiderajat ovat:

Yhdiste	Toimenpideraja
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti (TXIB)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2-etyyli-1-heksanoli (2EH)	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Naftaleeni	ei saa esiintyä hajua, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Styreeni	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Lähde: Asumisterveysasetus

Taulukko 3.2. Sisäilman tavanomaisten mikrobipitoisuuksien viitearvot 6-vaihekeräimellä talvikaudella otetuille näytteille.

Rakennustyyppi	Mikrobiryhmä		
	Home- ja hiiva-sienet $\text{pmy}/\text{m}^3$	Sädesienet $\text{pmy}/\text{m}^3$	Mesofiiliset bakteerit $\text{pmy}/\text{m}^3$
Asunnot <sup>1)</sup>	100 / 500 <sup>2)</sup>	10	4 500 <sup>3)</sup>
Kivirakenteiset koulut <sup>4)</sup>	50	10	4 500 <sup>5)</sup>
Toimistot	50	5	600

1) Vain taajamissa sijaitsevat asunnot, 2) viitearvo  $100 \text{ pmy}/\text{m}^3$  mikäli lajistossa on poikkeavia pitoisuuksia kosteusvaurioindikaattorimikrobeja, muutoin  $500 \text{ pmy}/\text{m}^3$ , 3) viitearvon ylittävä pitoisuus viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tai kosteusvaurioihin, 4) kouluja tutkittaessa suositellaan myös näytteiden ja niiden mediaanipitoisuuksien tarkastelua kokonaisuutena, 5) viitearvon ylittävä pitoisuus viittaa yleensä riittämättömään ilmanvaihtoon.

Lähde: Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ympäristöministeriö



Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Voi aiheuttaa sisäilmahaittaa

Kiehumispiste on alueella 50–260 °C

On myös VVOC = erittäin haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Ja SVOC puolihaihtuvat orgaaniset yhdisteet

VOC-yhdisteet ovat yleensä osa normaalia elinympäristöä.

VOC-yhdisteiden lähteitä ovat mm. rakennusmateriaalit, kalusteet, puhdistusaineet ja kosmetiikka



Voidaan tutkia:

- Pintaemissionäytteellä (flec)
- Ilmanäytteellä
- Materiaalinäytteellä (bulk)

Mittausmenetelmää ei ole perusteltua valita halvan hinnan tai menetelmän helpon suorittamisen perusteella

valinnassa on aina tärkeintä se, että saadaan käyttökelpoista tietoa ja tulkittavissa olevia mittaustuloksia.

VOC-mittausten tarpeellisuuteen, näytemääriin ja näytteenottoapaikkojen valintaan vaikuttavat mahdolliset ongelmaepäilyt, tilan käyttäjien kokemat oireet, rakenteista tehtävät havainnot, kosteusmittaustulokset sekä aistinvaraiset havainnot.

# VOC ilmanäyte



Otetaan normaalissa käyttöolosuhteessa

Erlaisia tekijöitä on otettava huomioon mm.

- Näytteenottopiste ei saa sijaita ilmanvaihdon tulo- tai poistoilmavirran kohdalla.
- kenttänä tulosten luotettavuuden parantamiseksi.
- Keräysnopeus jne.

VOC-näytteiden tulosten tulkinnessa voidaan yleensä pitää nyrkkisääntönä, että noin puolet asuntojen sisäilman VOC-yhdisteiden pitoisuuksista aiheutuu rakennusmateriaaleista ja puolet emittoituu muun muassa huonekaluista, tekstiileistä, puhdistusaineista, kosmetiikasta sekä asukkaista ja kotieläimistä (Metiäinen P., 2012)



Tärkeää:

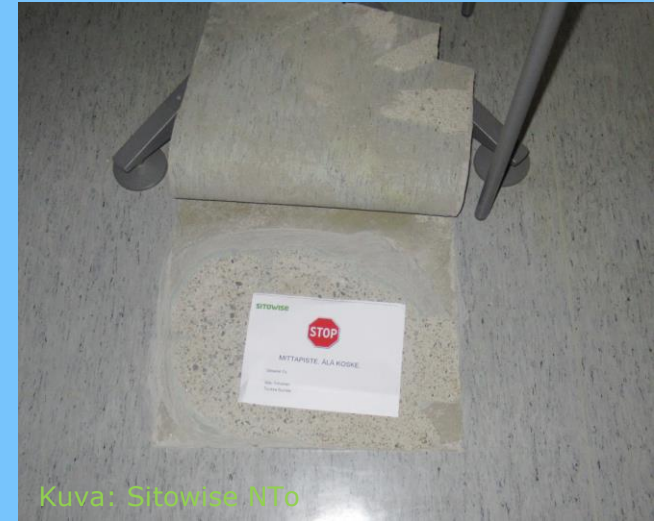
- Näytteenottopaikan valinta
- Laitteen tiiveys
- Tarvittaessa puhdistettava näytteiden välillä

Voidaan mitata mm.

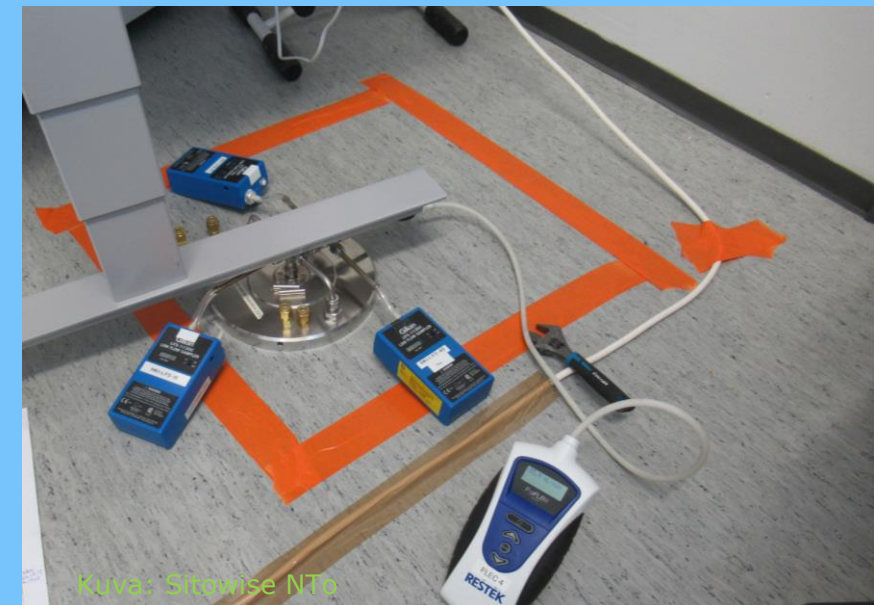
- Muovimaton päältä
- Maton alta betonipinnasta

NT BUILD 484 mukainen menetelmä

käytetään suodatettua huoneilmaa, joka johdetaan puhaltavalla pumpulla suoraan FLEC-kammioon



Kuva: Sitowise NTo



Kuva: Sitowise NTo



Irrotetaan näytepala

Voidaan käyttää muiden mittaustulosten varmistamiseen sekä kartoittavana menetelmänä silloin, kun emissioiden erot ovat selkeät vaurio- ja vertailualueilla

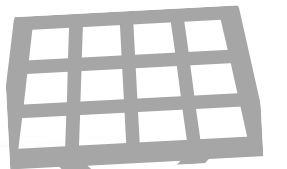
Irrotettuun materiaalinäytteeseen voi olla tutkittavan materiaalin lisäksi kiinnittynyt muitakin materiaaleja, kuten liimaa, tasoitetta, pohjustusainetta ja betonia, jotka vaikuttavat emissioihin

Ei kuvaa materiaalin todellista pintaemissiota huonetilaan päin

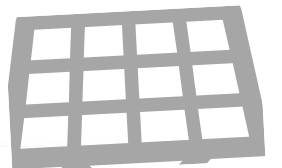
Suosittelavaa verrata muilla analyyseillä saatuihin tuloksiin

Bulk-materiaalinäyteanalyysi ei ole toistettava mittausmenetelmä

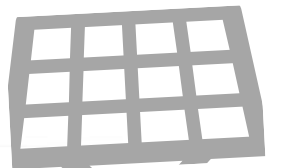
# Ilmanvaihdon arviointi



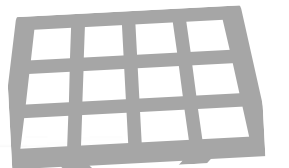
- Ilmamäärien riittävyys ja ilman jakautuminen
- Ilmanvaihtojärjestelmän toimiminen itsessään epäpuhtauslähteenä
- Ilmanvaihdon vaikutus rakennuksen painesuhteisiin ja epäpuhtauksia kuljettaviin ilmavuotoihin



- Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuden tarkastaminen
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastaminen
- Ilmamäärien mittaaminen
- Painesuhteiden mittaaminen
- Hiilidioksidipitoisuuden mittaus



ilmanvaihtojärjestelmän tyyppi  
ilmanvaihtokoneet palvelualueittain  
ilmanvaihtokoneiden ja erillispuhaltimien ohjaustapa  
laitteiden ikä ja kunto  
suodattimien edellinen vaihtoajankohta  
ilmanjakotapa ja ilmanjaon toimivuus huonetiloissa.



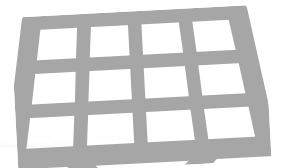
# Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastaminen

## Kanavien puhtaus

- Voi tarkastaa visuaalisesti tai sormipyyhkäisyllä

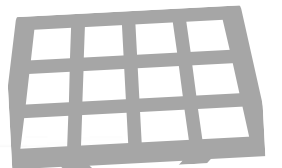


Lähde: Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto ry



# Esimerkki: Mineraalikuidut ilmanvaihdosta

Äänenvaimentimina on voitu käyttää mineraalivillaa  
Pinnan olemassaolo ja eheys tulee tarkastaa  
1990-luvulla päätelaitteiden tasauslaatikoiden  
äänenvaimennuksessa käytettiin yleisesti  
mineraalivillapohjaista äänieristettä  
kanavistot ja koneet tulee kartoittaa sisäpuolelta  
mineraalivillakuitujen ja asbestin varalta



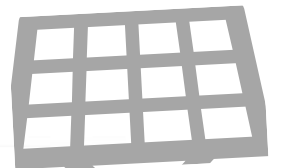
Ilmamäärät mitataan tulo- ja poistoilmapäätelaitteista

Myös ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmamäärät tulee mitata, ovatko suunnitelmien mukaisia.

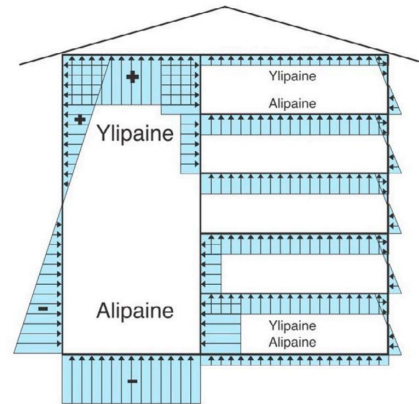
Mitattuja ilmamääriä verrataan suunnitelmien mukaisiin ilmamääriin.

Jos ilmanvaihtosuunnitelmia ei ole saatavilla, ilmamäärien oikeellisuutta voidaan arvioida rakentamismääräysten ohjearvojen perusteella

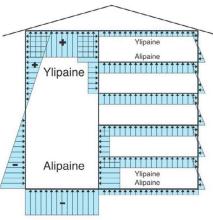
Kuva poistettu



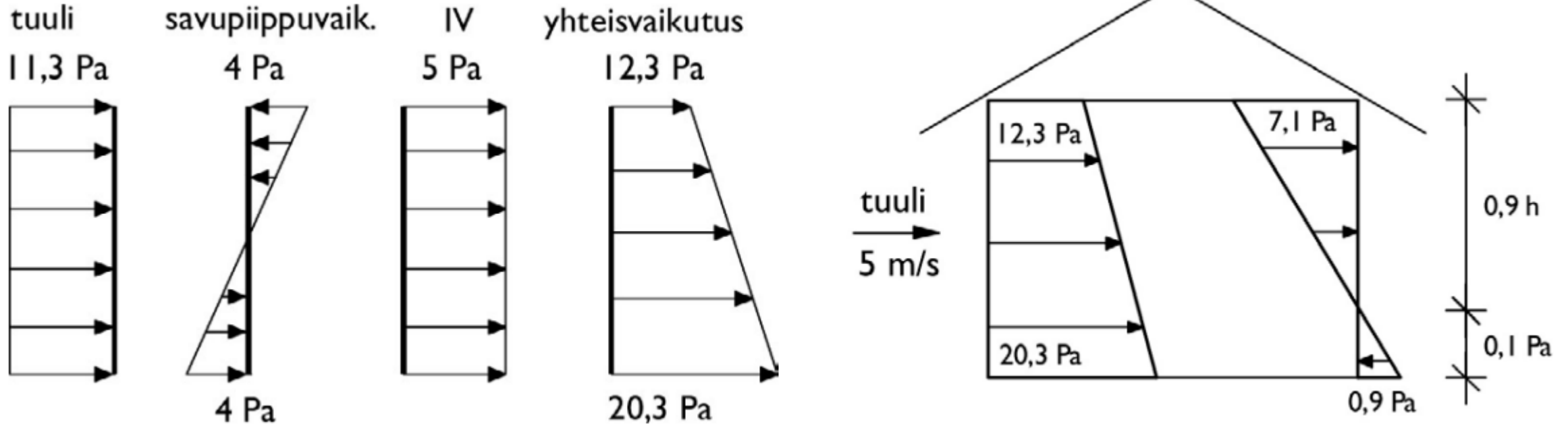
# Paine-erot ja mittaus



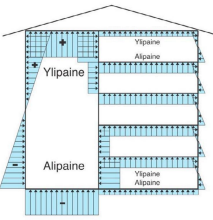
Ulkoilman ja sisäilman välillä  
Rakennuksen eri osien välillä



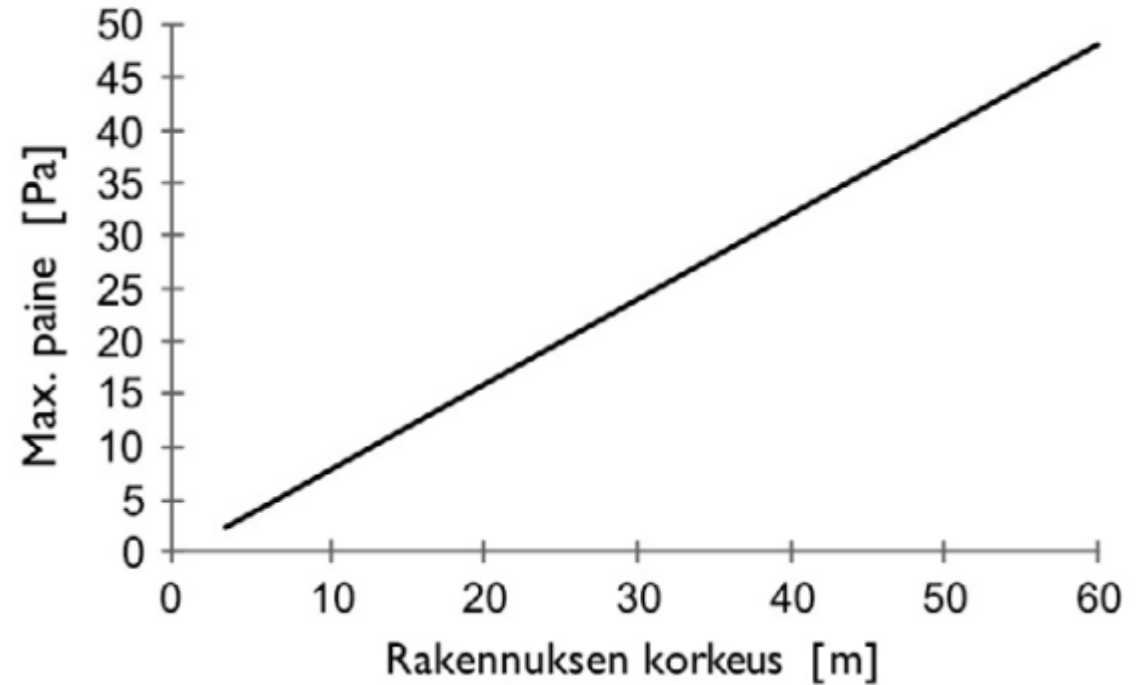
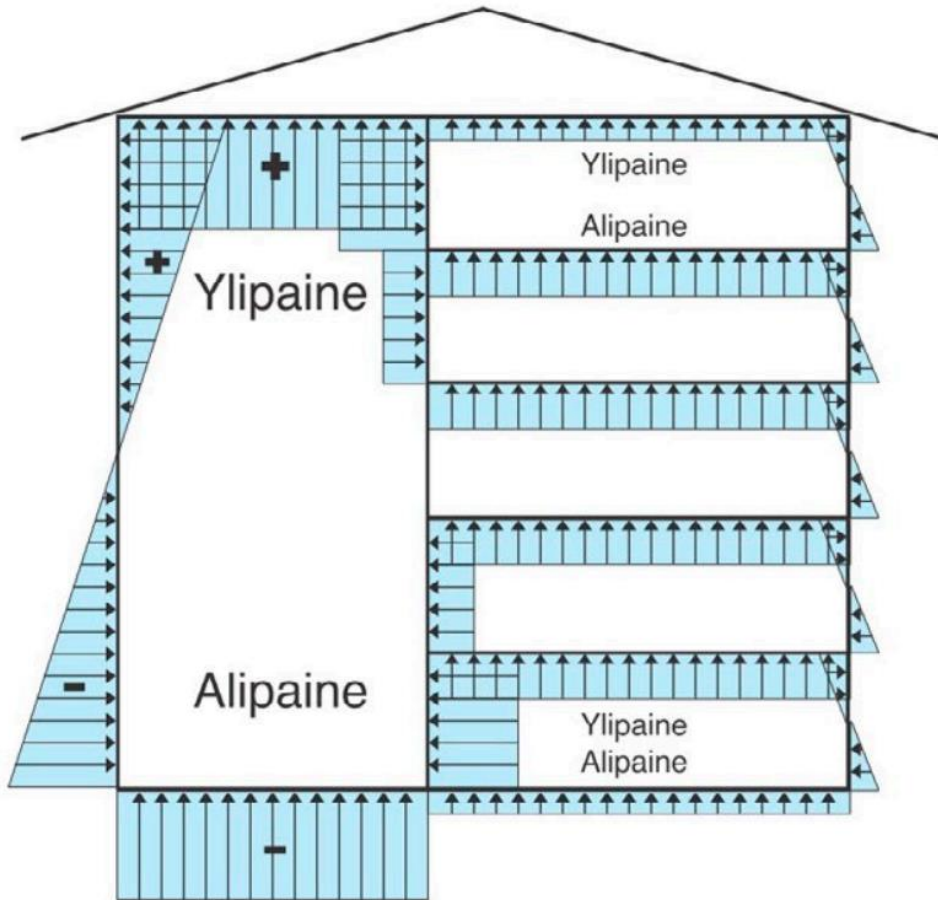
# Paine-erojen mittaus - yhteisvaikutus



Kuvat: Rakennuksen kosteus ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

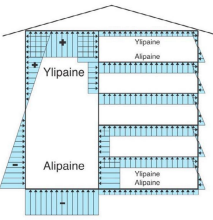


# Paine-erojen mittaus - Savupiippuvaikutus



Kuva: Rakennuksen kosteus ja sisäilmatekninen kuntotutkimus

Kuva: Kattoliitto ry

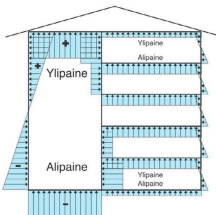


Ulkoilman ja sisäilman välillä

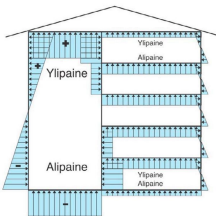
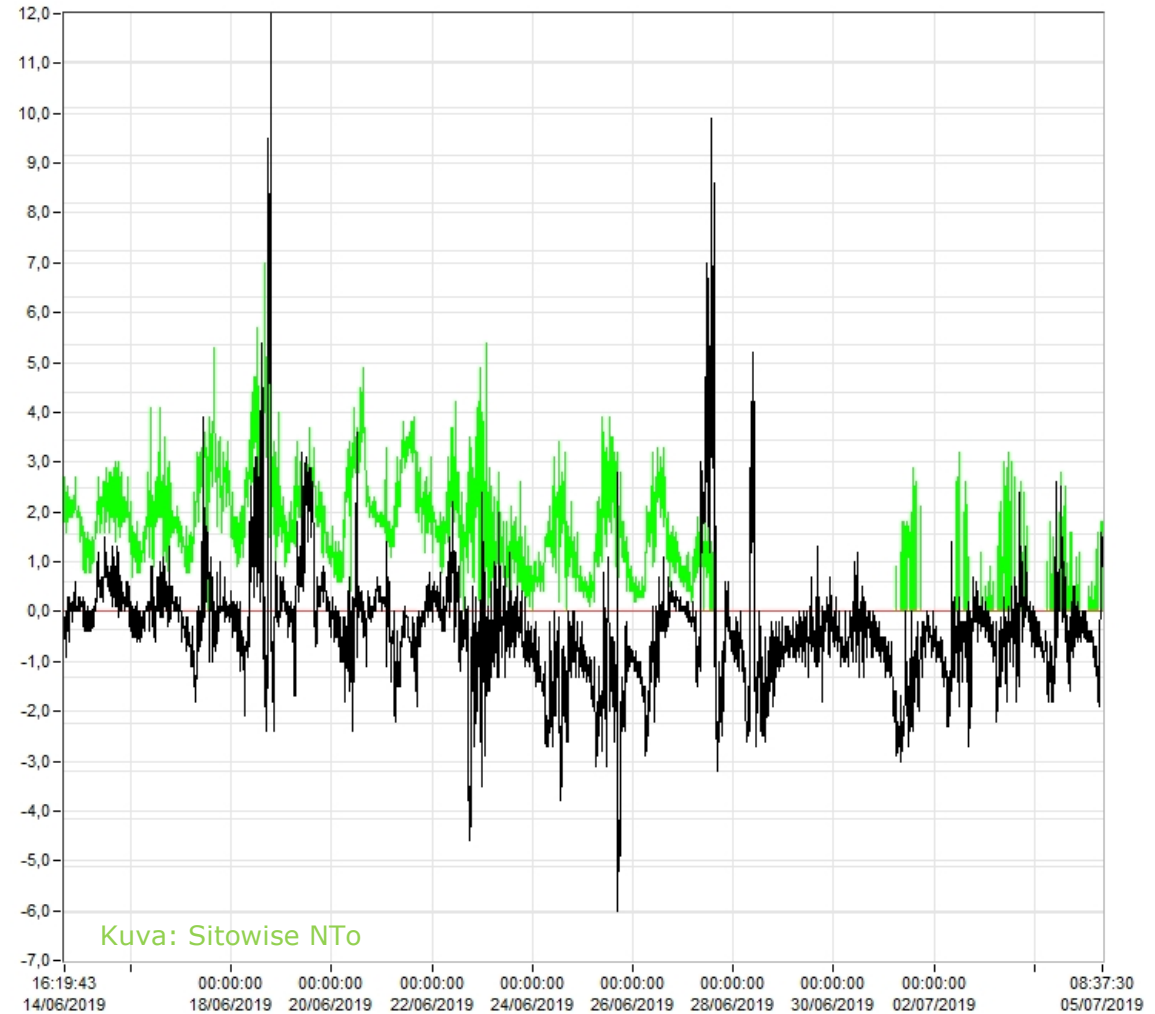
Rakennuksen eri osien välillä

Miksi tutkitaan:

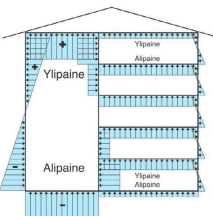
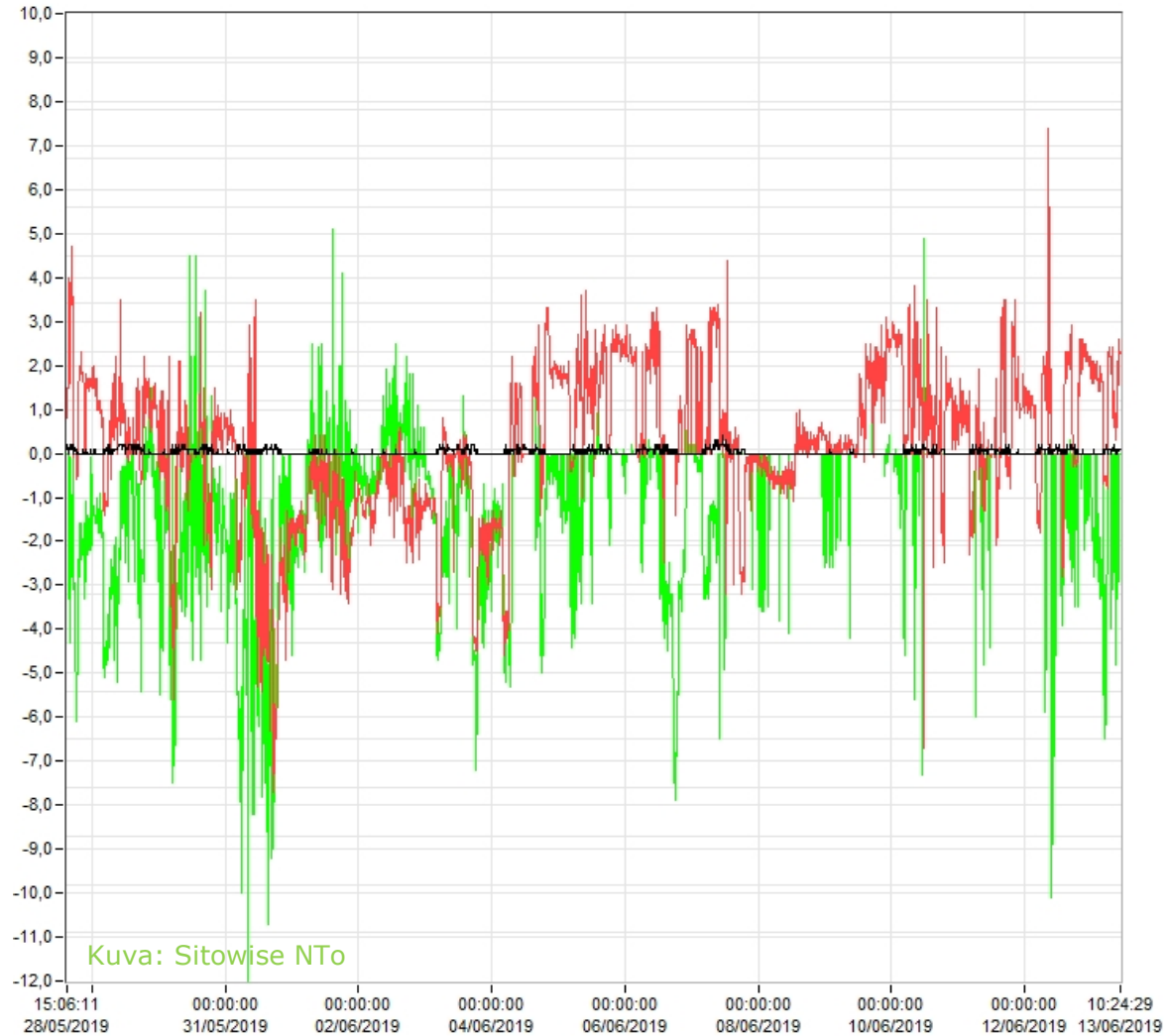
- Alipaineisuus mahdollistaa ilman virtaamisen rakenteiden läpi
  - Epäpuhdasta ilmaa sisälle
  - Mitä epätiivimmät rakenteet ovat ja mitä suurempi alipaine, sitä enemmän sisäilmaan virtaa rakenteiden läpi ilmaa
- Ylipaineisuus mahdollistaa rakennuksen käytöstä aiheutuvan kosteuslisän kulkeutumisen rakenteeseen



## Hetkellinen paine-ero Paine-eroseuranta



## Paine-eroseuranta Esimerkki suurtalouskeittiö



# Hiilidioksidin mittaus

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus (CO<sub>2</sub>) kuvaa tilan käytön aikaista ilmanvaihdon riittävyttä

Sisäilman hiilidioksidi on peräisin ulkoilmasta ja tilan käyttäjistä

Lyhytaikainen mittaus

Seurantamittaus on luotettavampi

Toimenpideraja ylittyy jos pitoisuus on 1 150 ppm suurempi kuin ulkoilman pitoisuus

Sisäilmastoluokitus 2008:n mukaiset enimmäisarvot hiilidioksidille ovat

S1 750 ppm, S2 900 ppm ja S3 1 200 ppm

# Hiilidioksidin mittaus

Korkea hiilidioksidipitoisuus voi aiheuttaa huoneilman tunkkaisuutta ja ääritapauksissa väsymystä tai päänsärkyä.

Riittämätön ilmanvaihto saattaa aiheuttaa paitsi hiilidioksidin, myös muiden, mahdollisesti haitallisten epäpuhtauksien kertymistä sisäilmaan.

Korkea hiilidioksidipitoisuus korreloi hyvin myös muiden ihmisperäisten päästöjen määrän ja käyttäjien sisäilmaan tuottaman kosteuslisän kanssa.

Työterveyslaitos TTL

Sisäilmastaselvitys ja olosuhdearviointi TTL

Asumisterveysasetus: 545/2015 Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista

Asumisterveysasetukset soveltamisohjeet

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ympäristöministeriö

Sisäilmayhdistys

Terveet tilat 2028

Hengitysliitto



**SAVONIA**  
AMMATTIKORKEAKOULU

Kiitos mielenkiinnosta

Niko Tolvanen  
niko.tolvanen@savonia.fi  
Savonia amk

[www.savonia.fi](http://www.savonia.fi)