

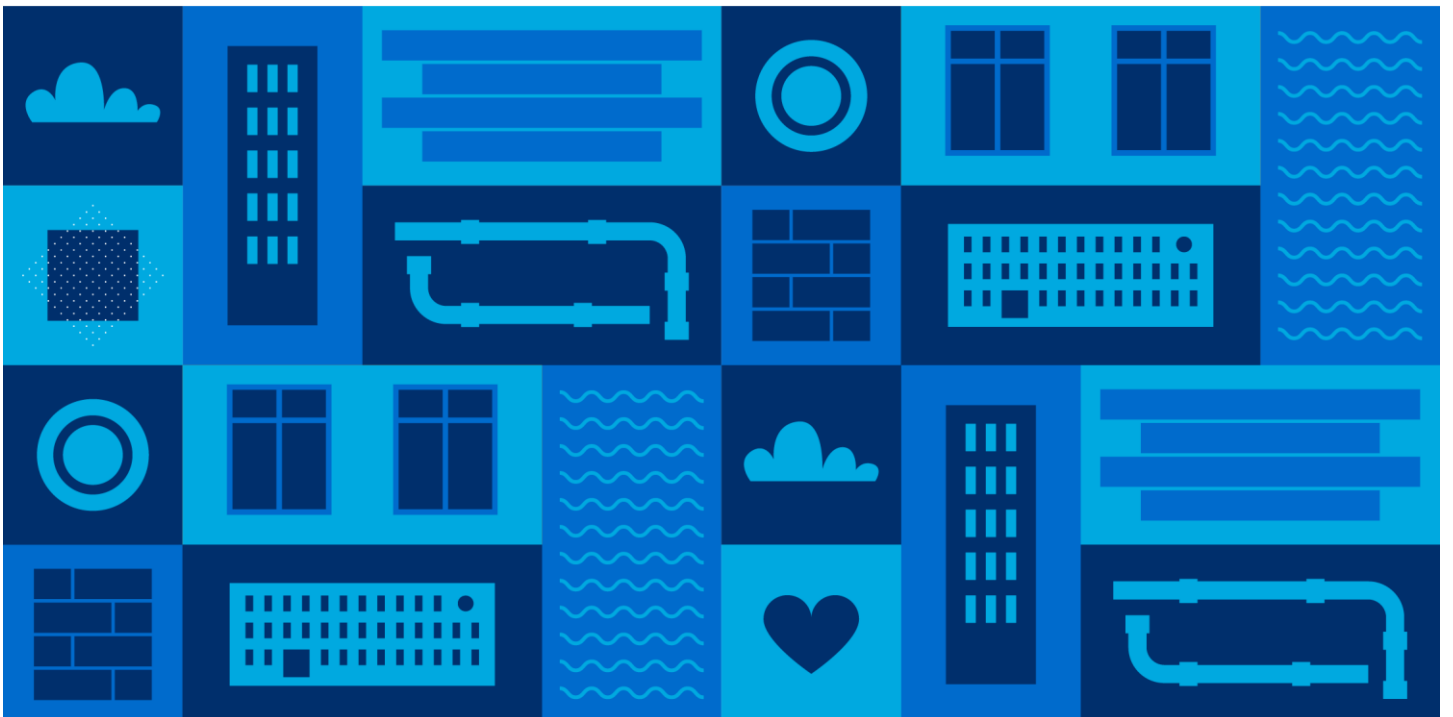


**TERVEET  
TILAT** 2028

# Rakennusfysiikkaa rakennusinsinööreille

## Sisäilma

Rafnet 2020 -oppimateriaalin teoriaosan osio S (Sisäilma)



Terveet tilat 2028 -ohjelma  
Ympäristöministeriö

# Rakennusfysiikkaa rakennusinsinööreille

## Sisäilma

### Rafnet 2020 -oppimateriaalin teoriaosan osio S (Sisäilma)

LAB-  
ammattikorkeakoulu

Oulun  
ammattikorkeakoulu

Lapin  
ammattikorkeakoulu

Karelia  
ammattikorkeakoulu

Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu

Savonia  
ammattikorkeakoulu

Jyväskylän  
ammattikorkeakoulu

Hämeen  
ammattikorkeakoulu

## ALKUSANAT

Tämä oppimateriaali on osa RAFNET 2020 -projektin tuottamaa rakennusfysiikan oppimateriaalia, joka on suunnattu lähinnä ammattikorkeakoulujen rakennusinsinööriopiskelijoille ja jo alalla toimiville rakennusinsinööreille. Tavoitteena on antaa pohja rakenteiden rakennusfysikaaliseen suunnitteluun ja toimivaan rakenteiden toteutukseen. Oppimateriaalia voidaan käyttää soveltuvien osien myös rakennusmestari- ja rakennusarkkitehtikoulutuksen rakennusfysiikan opinnoissa.

RAFNET-oppimateriaali koostuu kirjallisesta teoriaosasta ja oheismateriaalista. Teoriaosa jakautuu viiteen osioon:

|   |            |
|---|------------|
| V | Virtaukset |
| L | Lämpö      |
| K | Kosteus    |
| S | Sisäilma   |
| M | Mittaukset |

Teoriaosan osioissa V, L ja K tarkastellaan rakennusfysiikan perusteorioita rakenteiden ja eri rakenneosien rakennusfysikaalisen toiminnan perusteita ja niihin liittyviä fysiikan perusilmiöitä lämpö- ja kosteusteknisen suunnittelun näkökulmasta. Apuna käytetään runsaasti kuvia ja laskentaesimerkkejä. Sisäilma-osiossa annetaan perustieto rakennuksen sisäilmaan vaikuttavista tekijöistä ja sisäilmaston laatu-kriteereistä. Mittausosiossa tarkastellaan lämpöön ja kosteuteen sekä ilmavirtauksiin liittyviä mittauksia. Oppimateriaalin sisältö ja vaatimustaso on suunniteltu vastaamaan vaativan luokan mukaista insinööripintojen rakennusfysiikan perusjakson vaatimuksia (5 op). Vaadittava kokonaislaajuus saavutetaan teoriaosaan ja siihen liittyvään oheismateriaaliin pohjautuvilla harjoitustehtävillä ja tätä oppimateriaalia täydentävillä oppimateriaaleilla, jotka käsittelevät rakenteiden lämpö- ja kosteusteknistä toimintaa, rakennusten kosteudenhallintaa hankkeen eri vaiheissa sekä äänitekniikan perusteita. Rakennusfysiikan opintojen osana on käsiteltävä myös

Ympäristöministeriön laatimat asetukset ja ohjeistukset, jotka liittyvät rakennusten energiatehokkuuteen, rakennusten kosteustekniseen toimivuuteen ja rakennusten ääniympäristöön.

RAFNET 2020 -materiaali on laadittu siten, että sitä voi käyttää myös verkkopohjaisten rakennusfysiikan kurssien ja opintojaksojen oppimateriaalina. Sitä voidaan soveltaa myös rakennusfysiikan täydennyskoulutuksessa. RAFNET-materiaali ei ole varsinainen suunnitteluohje eikä määräyskokoelma. Se pyrkii auttamaan opiskelijaa ymmärtämään rakennusfysiikkaa ja soveltamaan sitä rakennusfysikaalisessa suunnittelussa ja rakenteiden toteutuksessa hyödyntäen Suomessa käytössä olevia rakennusfysiikkaan liittyviä asetuksia ja ohjeita.

Tässä sisäilmaosiossa tarkastellaan keskeisiä sisäilmastoon liittyviä tekijöitä, erityisesti sisäilman. Osion on koonnut Tuomas Koskela ja päivittänyt Sanna Alitalo, sekä päivittänyt 2019 Jussi Korpinen, Timo Ronkainen ja Antti Kolari. Sisäilmaosion opiskelun tukena on oltava Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017) ja siihen liittyvät Ympäristöministeriön ohjeistukset sekä Ympäristöopas 2016.

RAFNET 2020 -materiaali on tuotettu yhteishankkeena usean eri ammattikorkeakoulun kanssa. Hankkeeseen ovat osallistuneet LAB-ammattikorkeakoulu, Savonia ammattikorkeakoulu, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Karelia ammattikorkeakoulu, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Oulun ammattikorkeakoulu, Lapin ammattikorkeakoulu ja Hämeen ammattikorkeakoulu. Hankkeen rahoittajana hankeosallistujien lisäksi on toiminut Ympäristöministeriö. Hanke on osa Terveet tilat 2028 -ohjelmaa.

Tekijät

## Sisällysluettelo

|                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Sisäilmastoon liittyviä peruskäsitteitä ja merkintöjä .....</b>                                              | <b>6</b>  |
| <b>S.1 Johdanto .....</b>                                                                                       | <b>10</b> |
| <b>S.2 Sisäilmastoluokitus 2018 .....</b>                                                                       | <b>17</b> |
| <b>S.3 Fysikaaliset olot .....</b>                                                                              | <b>21</b> |
| S.3.1 Lämpötila ja veto .....                                                                                   | 21        |
| S.3.2 Kosteus .....                                                                                             | 22        |
| S.3.3 Ilmanvaihto .....                                                                                         | 25        |
| S.3.4 Radon .....                                                                                               | 25        |
| <b>S.4 Kemialliset epäpuhtaudet .....</b>                                                                       | <b>26</b> |
| S.4.1 Ammoniakki .....                                                                                          | 26        |
| S.4.2 Asbesti ja muut hiukkasmaiset epäpuhtaudet .....                                                          | 27        |
| S.4.3 Formaldehydi .....                                                                                        | 27        |
| S.4.4 Hiilidioksidi .....                                                                                       | 28        |
| S.4.5 Hiilimonoksidi .....                                                                                      | 28        |
| S.4.6 Styreeni .....                                                                                            | 29        |
| S.4.7 Tupakansavu .....                                                                                         | 29        |
| S.4.8 Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) kokonaispitoisuus (TVOC) .....                                   | 30        |
| <b>S.5 Mikrobiologiset olot .....</b>                                                                           | <b>31</b> |
| S.5.1 Mikrobikasvustot .....                                                                                    | 31        |
| S.5.2 Sisäilman mikrobit .....                                                                                  | 32        |
| <b>S.6 Sisäilman tutkiminen .....</b>                                                                           | <b>34</b> |
| <b>Lähteet ja lisätietoa .....</b>                                                                              | <b>39</b> |
| <b>Liite 1: Sisäilmastoon liittyvää lainsäädäntöä, asetuksia sekä muita<br/>    alemman tason ohjeita .....</b> | <b>42</b> |
| <b>Liite 2: Sisäilmastoluokitus 2018 .....</b>                                                                  | <b>51</b> |

## Sisäilmastoon liittyviä peruskäsitteitä ja merkintöjä

### Merkinnät, tunnukset ja yksiköt

| Suure                        | Tunnus                  | Yksikkö             |
|------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Lämpötila                    | $T$                     | K (Kelvin)          |
| Celsiuslämpötila             | $T$                     | °C                  |
| Pinta-ala                    | $A$                     | m <sup>2</sup>      |
| Tilavuus                     | $V$                     | m <sup>3</sup>      |
| Halkaisija                   | $D$                     | m                   |
| Aika                         | $t$                     | s                   |
| Massa                        | $m$                     | kg                  |
| Tiheys                       | $\rho$                  | kg / m <sup>3</sup> |
| Aineisuus                    | ppm (parts per million) |                     |
| Pesäkkeen muodostava yksikkö | pmy                     |                     |

## Sisäilmastoon liittyvät peruskäsitteet

### Asbesti

Yleisnimi useille kuitumaisille silikaattimineraaleille. Asbestimineraalit jaetaan yleensä kahteen ryhmään: serpentiineihin ja amfiboleihin.

### Asumisterveys

Asumisterveydellä tarkoitetaan asuntojen, päivähoito- ja koulutilojen, oppilaitosten, lastenkotien, vanhainkotien ja muiden vastaavien julkisten tilojen terveydellisiä olosuhteita.

### EU-LCI

"Lowest concentration of interest". EU-LCI-arvot ovat kemiallisten aineiden terveyteen perustuvia vertailupitoisuuksia, joita käytetään arvioimaan 28 päivän kuluttua yksittäisen rakennusaineen päästöjä laboratorion koekammion menettelyssä, kuten standardissa EN 16516 on määritelty. EU-LCI-arvoja käytetään tuoteturvallisuudessa arviointi lopullisena tavoitteena välttää väestön pitkäaikaisesta altistumisesta aiheutuvat terveysriskit. Ne ilmoitetaan yksikössä  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Ks. [https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci/values\\_fi](https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci/values_fi)

### Hengitettävät hiukkaset (PM10)

Ovat hiukkasia, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10  $\mu\text{m}$ .

### Hengitysteihin kohdistuvat epäpuhtaudet

Tärkeimpiä epäpuhtauksia ovat rikkidioksidi, haisevat rikkiyhdisteet, typen oksidit, hiilimonoksidi, otsoni, hiukkaset eli leijuva pöly ja niihin sitoutunut sulfaatti.

### HTP-arvot (ohjeraja-arvot)

Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet eli HTP-arvot ovat pienimpiä ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia, joiden katsotaan voivan vahingoittaa työntekijää rakentamisen aikana.

### Ilman tehollinen eli efektiivinen lämpötila

Teholliseen lämpötilaan vaikuttavat ilman lämpötila, kosteus ja ilman liike. Tavanomaisissa tiloissa tehollinen lämpötila on hyvin lähellä ilman lämpötilaa.

### Ilmanvaihto

Huoneilma pyritään pitämään epäpuhtauksien ja hajujen osalta tyydyttävänä ilmanvaihdon avulla.

### **Oleskeluvyöhyke**

Se huonetilan osa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan, ja jonka yläpinta on 1,8 m:n korkeudella lattiasta ja sivupinnat 0,6 m:n etäisyydellä seinistä tai vastaavista kiinteistä rakennusosista.

### **Operatiivinen lämpötila**

On sellaisen tasalämpöisen tilan lämpötila, jossa säteily- ja konvektiolämpövirtojen yhteisvaikutus kehoon on sama kuin tarkasteltavassa tilassa. Käytännössä se on lähellä ilman ja keskimääräisen säteilylämpötilan keskiarvoa.

### **Pienhiukkaset (PM<sub>2,5</sub>)**

Ovat hiukkasia, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 2,5 µm.

### **Radioaktiivisuus**

Radioaktiivisissa atomiytimissä spontaanisti tapahtuvaa hajoamista, jonka seurauksena aine säteilee joko hiukkassäteilyä ( $\alpha$ - tai  $\beta$ -hiukkasia) tai sähkömagneettista, erittäin lyhytaaltoista, gammasäteilyä.

### **Sisäilma**

Rakenteiden rajaamalla alueella olevaa ilmaa.

### **Sisäilman hiilidioksidipitoisuus**

Sisäilman hiilidioksidin hetkellisen pitoisuuden suunnitteluarvo huonetilan suunniteltuna käyttöaikana voi olla enintään 1450 mg/m<sup>3</sup> (800 ppm) suurempi kuin ulkoilman pitoisuus.

### **Sisäilmasto**

Rakennuksessa vaikuttavien kemiallisten, fysikaalisten ja mikrobiologisten olosuhteiden muodostama kokonaisuus.

### **Sisäilmasto-ongelma**

Tilojen käyttäjille haittaa aiheuttava sisäilmastoon liittyvä tekijä. Sisäilmasto-ongelma voi johtaa joissakin tapauksissa myös terveysvaaraan. Sisäilmasto-ongelmien syinä voi olla esimerkiksi kosteus- ja homevaurio, vesivahinko, rakennusmateriaaleista aiheutuva kemiallinen päästö, orgaaninen pöly, rakennusvirheestä tai toiminnasta aiheutuva vika tai virheellinen ylläpito.



### **Sisäilmast selvitys**

Sisäilmast selvitys tehdään usein silloin, kun epäillään sisäilmastohaittoja esim. tilojen käyttäjien haitta- ja oirekokemusten vuoksi. Tavoitteena on selvittää sisäilmasto-ongelmien laajuutta, mahdollisia ongelmien aiheuttajia ja niiden syitä sekä ehdottaa toimenpiteitä, joilla ongelmien aiheuttajia merkittävästi vähennetään tai poistetaan. Sisäilmast selvityksessä selvitetään yleensä rakennus- ja taloteknisiä tekijöitä sekä sisäilman laatua ja olosuhteita. Selvityksen sisältö suunnitellaan taustatietojen, käyttäjähavaintojen sekä mahdollisen arviointikäynnin ja sisäilmastokyselyn tulosten perusteella.

### **Sisäympäristö**

Sisäilmastoa laajempi käsite, jolla tarkoitetaan sisäilmaston lisäksi valaistusta, ääniympäristöä ja ergonomisia tekijöitä. Sisäympäristö käsittää myös muita tekijöitä, jotka vaikuttavat sisäympäristöön, kuten käytettävyyden, esteettömyyden, turvallisuuden, psykososiaaliset näkökulmat sekä monet viihtyvyydestä (esim. värit ja materiaalit). Sisäympäristössä ei ole teollista toimintaa, vaan sisäympäristöllä tarkoitetaan esim. toimistojen, koulujen, päiväkotien, muiden julkisten rakennusten ja asuntojen sisäympäristöä.

### **Terminen viihtyvyys**

Terminen viihtyvyys muodostuu seuraavien tekijöiden yhteisvaikutuksesta: huonelämpötila, lämpötilaerot, suhteellinen kosteus, ilman liike ja laatu sekä edelleen pintalämpötilat, vaatetus, toiminnan laatu ja aktiivisuusaste.

### **Terveyshaitta**

Terveyshaitalla tarkoitetaan ihmisessä todettavaa sairautta, muuta terveyden häiriötä tai sellaisen tekijän tai olosuhteen esiintymistä, joka voi vähentää väestön tai yksilön elinympäristön terveellisyttä.

### **Toimenpideraja**

On altisteen pitoisuus, mittaustulos tai ominaisuus, jolloin sen, kenen vastuulla haitta on, tulee ryhtyä terveydensuojelulain 27 §:n tai 51 §:n mukaisiin toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi.

### **TVOC**

"The total concentration of volatile organic compounds" eli "haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus".

### **Veto**

Yleensä liian voimakas paikallinen lämmönsiirto, joka aiheutuu joko ilman liikkeestä, lämpötilasta tai säteilemällä tapahtuvasta lämmönsiirrosta, tai molempien edellä mainittujen yhdistelmästä.

## S.1 Johdanto

Viimeisten vuosikymmenten aikana on sisäilmaston laatuun kiinnitetty yhä enemmän huomiota. Tämä onkin johdonmukaista, sillä ihmiset oleskelevat sisätiloissa entistä enemmän. Kehitys on näkynyt myös uudistuneessa terveyslainsäädännössä ja rakentamista sekä sisäilmaa ja ilmanvaihtoa koskevien viranomais määräysten ja -ohjeiden kehitystyössä. (Kukkonen 2001, 474.)

Julkisuudessa esillä ovat olleet varsinkin kosteus- ja homevauriot sekä sisäilman sisältämät muut epäpuhtaudet, joiden tunnistettiin jo 1990-luvun alussa synnyttävän sisäympäristöongelmia ja terveyshaittoja. Arvioiden mukaan jopa viidennes julkisista palvelurakennuksista on vaurioitunut merkittävästi. Näissä tiloissa oleskelee päivittäin jopa puoli miljoonaa lasta, vanhusta ja työikäistä aikuista. (Sisäilmayhdistys.fi.)

Määritettäessä sisäilman laatua tärkeimmät tekijät ovat sisäilmaston terveysvaikutukset ihmiseen sekä sisäilmaston vaikutukset viihtyvyyteen. Lisäksi erityiskriteereitä voivat aiheuttaa sisätilan käyttötarkoitusten asettamat vaikutukset esimerkiksi sairaaloissa tai tuotantotiloissa. Osa laatukriteereistä voidaan myös mitata mittalaitteiden avulla. Tämä on mahdollistanut yhä laajenevan sisäilmatutkimuksen myötä selkeiden mitattavien laatukriteereiden asettamisen raja-arvojen avulla. Sisäilmaston laatua koskevat viranomaismääräykset määrittelevät sen vähimmäislaatuksen, joka on saavutettava erilaisissa käyttötarkoituksissa olevissa oleskelutiloissa. Vähimmäistason lisäksi voidaan asettaa myös tiukempia sisäilmaston laatutasoja, joista osoituksena on viime vuosina kehitetty sisäilman laatuluokitus suunnittelun ja toteutuksen apuvälineeksi. (Sisäilmayhdistys.fi.)

Rakennuksen koetun sisäilman laatuun vaikuttavat useat tekijät. Suomalaisessa rakennuskannassa esiintyy melko yleisesti kosteus- ja mikrobivaurioita ja niiden arvioidaan olevan merkittävä sisäilmaongelmia aiheuttava tekijä. Sisäilmaongelmia aiheuttavat kuitenkin myös muut, rakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioista riippumattomat tekijät. Tällaisia ovat esimerkiksi lämpö- ja kosteusolosuhteet, mm. liian lämmin ja kuiva huoneilma tai vetoisuus, ilmanvaihtojärjestelmän puutteet, erilaiset kemialliset ja hiukkasmaiset materiaalipäästöt ja pölyisyys. Usein sisäilmaongelmille löytyy useita selittäviä tekijöitä, jotka yhdessä aiheuttavat koetut haitat. Esimerkiksi koneellisen ilmanvaihdon tuottamat paine-erot ja niiden aiheuttamat vuotoilmavirtaukset saattavat kriittisellä tavalla voimistaa epäpuhtauksien kulkeutumista vanhoista rakenteista sisäilmaan. Yleisesti liian vähäinen ilmanvaihto taas voimistaa muiden tekijöiden aiheuttamia haittoja. Yleisimmät sisäilman laatua heikentävät tekijät on esitetty taulukossa S.1.1 (Ympäristöopas 2016, 14.).

**Taulukko S.1.1.** Yleisimmät sisäilman laatua heikentävät tekijät ja niiden aiheuttamat haitat ja oireet.  
(Ympäristöopas 2016, 15, alkuperäinen lähde: Pitkäranta ja Puhka, 2013, muokattu.)

| <b>Epäpuhtaus tai muu<br/>haittatekijä</b>          | <b>Tavanomainen lähde/syy</b>                                                                               | <b>Haitta / oire</b>                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Allergeenit                                         | Koti- ja lemmikkieläimet, siitepölyt, kemikaalit, pöly- ja varastopunkit, mikrobikasvustot                  | Allerginen nuha, silmä-, astma- ja iho-oireilu                                                                                       |
| Ammoniakki                                          | Materiaalien kosteusvauriot, viemärit, lemmikkieläimet, tupakointi                                          | Hajuhaitat, ärsytysoireet                                                                                                            |
| Asbestikuidut                                       | Useat eri rakennusmateriaalit                                                                               | Syöpärisikin kasvu, asbestoosi                                                                                                       |
| Formaldehydi                                        | Lastulevyn ym. materiaalien kosteusvauriot, sisustustuotteet, tekstiilit ja pesuaineet                      | Hajuhaitat, ärsytysoireet, kosketusihottuma, syöpärisikin kasvu                                                                      |
| Hiilidioksidi (CO <sub>2</sub> )                    | Ihmiset, lemmikkieläimet, heikko ilmanvaihto                                                                | Suuri pitoisuus viittaa tilojen käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon. Erittäin korkeissa pitoisuuksissa väsymys, päänsärky. |
| Hiilimonoksidi (häkä, CO)                           | Tulisijat, liikenne                                                                                         | Häkämyrkytys, tukehtumiskuolema                                                                                                      |
| Häiritsevät hajut                                   | Materiaalien kosteusvauriot, ilmavuodot rakenteista, materiaalit, kemikaalit, käyttäjät                     | Ärsytysoireet, epämukavuus                                                                                                           |
| Vähäinen ilmanvaihtuvuus                            | Heikkotehoinen ilmanvaihto, IV-järjestelmän viat, ilmanjaon puutteet                                        | Epäpuhtauksien kertymisestä aiheutuva oireilu ja epämukavuus                                                                         |
| Liiallinen alipaineisuus rakennuksen ulkovaipan yli | Ulkoilmavirtoihin nähden liialliset poistoilmamäärät                                                        | Epäpuhtauksien kulkeutuminen rakenteista sisäilmaan                                                                                  |
| Kuiva sisäilma                                      | Kylmä ja kuiva ulkoilma                                                                                     | Ihon ja limakalvojen ärsytysoireet, oireiluherkkyden kasvu                                                                           |
| Lämpötila, liian matala tai korkea, vetoisuus       | LVI-järjestelmän puutteet ja säätövirheet, pintasäteily, ilmavuodot                                         | Epämukavuus, sairastavuuden lisääntyminen                                                                                            |
| Mikrobit ja niiden aineenvaihduntatuotteet          | Kosteus- ja mikrobivauriot, ilmavuodot rakenteista, IV-kanaviston epäpuhtaudet kosteissa järjestelmänosissa | Hengitystieärsytys, astma, allergiset sairaudet, hengitystieinfektioiden lisääntyminen, yleisoireet                                  |

|                                                                                  |                                                                                                                           |                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Otsoni                                                                           | Ilmanpuhdistimet, kopiokoneet                                                                                             | Hengitysteiden ärsytysoireet.<br>Voimistaa allergeenien vaikutusta |
| PAH-yhdisteet                                                                    | Vanhat kosteuseristeet, kivihiilipiki, polttotapahtumat                                                                   | Hajuhaitat, syöpäriskin kasvu                                      |
| PCB                                                                              | Rakennusmateriaalit, mm. elementtisaumausmassat ja maalit, lämmönsiirtonesteet                                            | Syöpäriskin kasvu                                                  |
| Pienhiukkaset                                                                    | Ulkoilma (teollisuus, liikenne), tupakansavu, kopiokoneet, kosteusvauriot, pienpoltto, kynttilät ja tulisijat             | Viihtyvyyshaitat, sydän- ja hengityselinsairaudet, astma           |
| Radon                                                                            | Maaperä, rakennuksen alustäyttö                                                                                           | Keuhkosityöpäriskin kasvu                                          |
| Teolliset mineraalivillakuidut                                                   | Lämmön- ja ääneneristysmateriaalit rakenteissa ja IV-järjestelmässä                                                       | Silmien ja hengitysteiden ärsytysoireet                            |
| VOC-yhdisteet (haihtuvat orgaaniset yhdisteet, engl. volatile organic compounds) | Kosteusvauriot, rakennusmateriaalit, sisustusmateriaalit, tekstiilit, pesuaineet, kosmetiikka, ihmiset ja lemmikkieläimet | Ärsytysoireet, astma                                               |
| Öljyhiilivedyt                                                                   | Rakennusmateriaalit (mm. valuasfaltti), öljyvahingot rakenteisiin ja maaperään rakennuksen alla                           | Hajuhaitat                                                         |

Sisäilmassa ei saa esiintyä terveydelle haitallisessa määrin hiukkasmaisia epäpuhtauksia, fysikaalisia, kemiallisia tai mikrobiologisia tekijöitä eikä viihtyisyyttä jatkuvasti heikentäviä hajuja. Sisäilman kosteuden on pysyttävä tilojen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa sisäilman kosteudesta aiheutuvia kosteusvaurioita, mikrobien kasvua tai terveydellistä haittaa välttämällä. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 2017/1009, 5 §.)

Sisäilmaston laatu voidaan selvittää osana rakennuksen kosteus- ja sisäilmateknistä kuntotutkimusta. Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus kohdistuu niin rakenteiden kuin niitä ympäröivien olosuhteiden tutkimiseen.

Arvioitaessa sisäilmaston laatua on tarkasteltava sisätilojen fysikaalisia-, kemiallisia- sekä mikrobiologisia olosuhteita. Fysikaalisia olosuhteita ovat lämpötila, lämpötilaerot, huoneilman kosteus, ilmanvaihto, sisätilan radonpitoisuus (säteily), valaistus sekä melu. Kemiallisiin olosuhteisiin voidaan lukea kemiallisten epäpuhtauksien määrät

sisäilmassa. Mikrobiologisilla olosuhteilla tarkoitetaan mahdollisten mikrobiologisten kasvustojen olemassaoloa sekä mikrobien pitoisuuksia sisätilojen ilmassa ja rakenteiden pinnoilla. Kostuneen rakenteen mikrobikasvusto kehittyy rakenteen näistä mikrobeista. Monet näistä tekijöistä voivat vaikuttavaa sekä ihmisen terveyteen että yleiseen viihtyvyyteen. Terveyttä, kuten terveyshaittaa, arvioitaessa tulee muistaa, että se on terveysviranomaisten tehtävä.

Rakenteiden ominaisuuksilla ja mahdollisilla vaurioilla on suuri vaikutus sisäilmaston laatuun. Näitä tekijöitä ovat mm. rakenteiden materiaalipäästöt, rakenteiden kosteustekninen toiminta sekä lämmöneristävyys. Jotta sisäilmaston laatuun voitaisiin vaikuttaa rakenteellisin keinoin, on rakennuksen suunnittelussa hallittava rakennusfysiikan kaikki perusalat, kuten lämpö, kosteus, ilmavirtaukset ja ääni. Rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa sisäilmastoa ei voi käsitellä vain esimerkiksi ilmanvaihdon suunnitteluun liittyvänä tekijänä, vaan sisäilmaston laatukriteerit on otettava huomioon kaikilla rakennuksen suunnittelun osa-alueilla.

## Mitä sisäilmasto on?

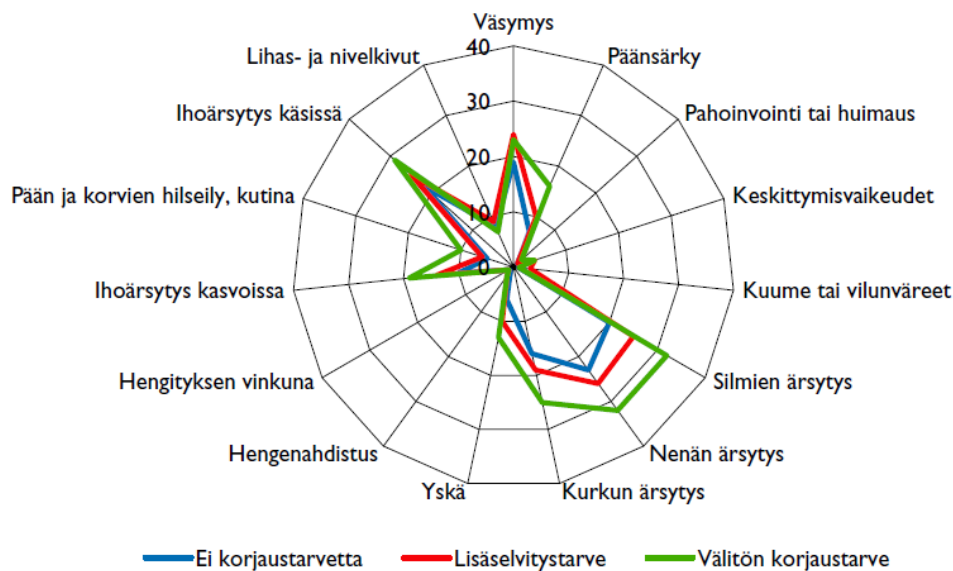
Sisäilmastolla tarkoitetaan niitä rakennuksen ympäristötekijöitä, jotka vaikuttavat ihmisen terveyteen ja viihtyvyyteen. Lämpö- ja kosteusolosuhteet (ilman- ja pintojen lämpötila, ilman suhteellinen kosteus ja ilman liikenopeus) vaikuttavat kehon lämmönluovutukseen ja siten aineenvaihdunnan tasapainoon. Tupakoinnista, rakennusmateriaaleista, prosesseista (esim. kopiointi) ja ulkoilmasta peräisin olevat kaasumaiset ja hiukkasmaiset epäpuhtaudet kulkeutuvat hengitysilman mukana hengitysteihin ja keuhkoihin, joissa ne voivat aiheuttaa oireita tai muuta haittaa terveydelle. (Sisäilmayhdistys.fi.)

Allergeenit ovat ilmassa olevia eloperäisiä hiukkasia (esim. siite- ja eläinpölyt, sienitiöt), jotka voivat aikaansaada allergisia reaktioita iholla, limakalvoissa tai hengitysteissä. Maaperän uraanista ja rakennusmateriaaleista peräisin oleva radonkaasu ja sen hajoamistuotteiden radioaktiivisuus voi aiheuttaa muutoksia soluissa ja lisätä syöpäriskiä. (Sisäilmayhdistys.fi.)

Sisäilmaston lisäksi ihmisen kokonaistuntemukseen vaikuttavat lukuisat muutkin tekijät, joita ei voida jättää huomiotta, kuten yksilölliset ominaisuudet, työympäristön henkinen ilmapiiri, työn fyysinen ja psyykinen kuormittavuus. Koska rakennus ja sen sisäilmasto ovat neutraaleja ja helppoja valituskohhteita, niihin kanavoituu myös muista syistä johtuvia valituksia. Rakennuksen omistajan ja sen kunnosta vastaavan henkilökunnan on kuitenkin pystyttävä varmistamaan, että sisäympäristö on teknisesti suunnitelmien mukaisessa kunnossa. Valitusten nopea ja asiallinen käsittely on paras tapa ehkäistä myös muista syistä johtuvia valituksia. (Sisäilmayhdistys.fi.)

## Koetut haitat

Lukumääräisesti suurin osa sisäilman ongelmista ei ole varsinaisia sairauksia vaan lähinnä henkilön kokemaa haittoja. Niilläkin on kuitenkin suuri merkitys ihmisen viihtymiseen ja työtehoon. Tyypillisiä koettuja haittoja ovat esim. epämiellyttävä haju, veto, tunkkainen ilma, jne. (Sisäilmayhdistys.fi) Useat sisäympäristön tekijät aiheuttavat yleisten oireiden (nuha, yskä, silmien ärsytys, päänsärky, väsymys, ym., (vrt. kuva S.1.1.) määrän kasvua. Ilman lämpötila on näistä tekijöistä tärkeimpiä. Huomioon otettavia asioita voivat olla myös korkea hiilidioksidipitoisuus, orgaaniset kaasut tai huonot valaistusolosuhteet. Altistuksen ja oireiden välinen mekanismi on kuitenkin usein epäselvä ja ihmisten yksilölliset vaikutukset ovat suuria. (Sisäilmayhdistys.fi.)



**Kuva S.1.1.** Sairaala-työntekijöiden (n = 3 200) sisäilmaan liittämät oireet suhteessa heidän työtilojensa kuntoon. Niissä sairaalan tiloissa, joissa asiantuntijat löysivät välittömän korjaustarpeen, työntekijät raportoivat yleisemmin sisäilmaan liittyvistä oireista verrattuna tiloihin, joissa ei ollut korjattavaa. (Ympäristöopas 2016, 16, alkuperäinen kuvan lähde: Hellgren U., ym., 2008.)

Huonon sisäilman vuoksi ihminen voi jopa sairastua. Esimerkiksi allerginen nuha ja homepölykeuhko (allerginen alveoliitti) ovat kliinisesti havaittavissa olevia sairauksia, jotka voivat johtua esim. ilmassa olevista homeitiöistä. Yhteys altistuksen ja sairauden välillä pystytään usein osoittamaan yksilötasolla. Eräät sisäilman epäpuhtaudet, esim. tupakan savu tai radon, lisäävät riskiä sairastua keuhkosityöpään. (Sisäilmayhdistys.fi.)

## Lainsäädäntö

Rakennusten sekä asuin- ja työtilojen terveydellisistä oloista säädetään maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999, MRL), terveydensuojelulaissa (763/1994, TsL) ja työturvallisuuslaissa (738/2002) sekä lakien nojalla annetuissa asetuksissa ja määräyksissä ja näitä selventävissä alemmissa ohjeissa. (Ympäristöopas 2016, 8.)

Rakennusten yleisestä terveellisyydestä, turvallisuudesta ja käyttökelpoisuudesta on säädetty maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 12 §:ssä (Rakentamisen ohjauksen tavoitteet), 117 §:ssä (Rakentamiselle asetettavat vaatimukset), 117 a–g §:ssä (Olennaiset tekniset vaatimukset), 125 §:ssä (Rakennuslupa), 131 §:ssä (Rakennuslupahakemus) ja 166 §:ssä (Rakennuksen kunnossapito). MRL 166 §:n mukaisesti rakennus ympäristöineen on pidettävä sellaisessa kunnossa että se täyttää terveellisyden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset. (Ympäristöopas 2016, 8.)

Asuntojen ja muiden oleskelutilojen (mm. päivähoitotilat, koulut ja oppilaitokset, lastenkodit, vanhainkodit) terveydellisistä vaatimuksista on säädetty terveydensuojelulain (763/1994) 26 §:ssä (Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset) ja 27 §:ssä (Asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyvä terveyshaitta). Terveydensuojelulain 26 ja 27 §:n mukaisesti näissä tiloissa sisäilman olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu tilassa oleskeleville terveyshaittaa. Jos melua, tärinää, hajua, valoa, mikrobeja, pölyä, savua, liiallista lämpöä tai kylmyyttä taikka kosteutta, säteilyä tai muuta niihin verrattavaa esiintyy siten, että siitä voi aiheutua terveyshaittaa asunnossa tai muussa tilassa oleskelevalle, on toimenpiteisiin haitan ja siihen johtaneiden tekijöiden selvittämiseksi, poistamiseksi tai rajoittamiseksi ryhdyttävä viipymättä. (Ympäristöopas 2016, 8.)

Terveydensuojelulain (763/1994) mukaan terveydensuojeluviranomainen voi tehdä tarkastuksia ja teettää mittauksia, näytteenottoja ja muita selvityksiä terveyshaittaepäilyn selvittämiseksi sekä kehottaa tai määrätä kiinteistön omistajaa tekemään tarvittavat korjaukset terveyshaitan poistamiseksi. Terveydensuojelulain nojalla annetussa ns. *asumisterveysasetuksessa* (STMa 545/2015) ja sen soveltamisohjeessa (Sosiaali- ja terveysalan lupavirasto Valvira, 2016) säädetään tarkemmin terveydensuojeluviranomaisten käyttämien ulkopuolisten asiantuntijoiden toiminnasta, tutkimusmenetelmistä, sovellettavista toimenpideraja-arvoista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. (Ympäristöopas 2016, 8 ja 9.)

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 asuntokauppalaissa (843/1994), asunto-osakeyhtiölaissa

(1599/2009), kuluttajansuojalaissa (38/1978) ja vahingonkorvauslaissa (412/1974). (Ympäristöopas 2016, 9.)

Tulee myös muistaa, että ensimmäisenä mahdollisesti mikrobien aiheuttamiin oireisiin joutuvat ottamaan kantaa terveydenhuollon ammattilaiset. Asumisterveysasetuksessa (545/2015) ja sen soveltamisohjeessa annetaan yksityiskohtaisia tulkintoja ja käytännöllisiä esimerkkejä asumisterveysasetuksen soveltamiseen.

Asumisterveysasetuksen (§ 20) soveltamisohjeen osa 4 mukaan toimenpiderajan ylityksenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyyseillä 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.

Lainsäädäntöä on käsitelty yksityiskohtaisemmin liitteessä 1: [Sisäilmastoon liittyvää lainsäädäntöä, asetuksia sekä muita alemman tason ohjeita.](#)



## S.2 Sisäilmastoluokitus 2018

Suomen Rakennuttajaliitto (RAKLI), Sisäilmastoyhdistys ry, Rakennustietosäätiö RTS sr, Suomen Arkkitehtiliitto (SAFA) ja Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen Liitto (SKOL) ovat laatineet ohjeet sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokittamiseksi. Sisäilmastoluokitus 2018 (RT 07-11299) on tarkoitettu rakennus- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin sekä rakennustarviketeollisuuden avuksi sisäympäristön tavoite- ja suunnitteluarvojen (kuva S.2.1.) valitsemiseksi ja asettamiseksi. Sisäilmastoluokitusta käytetään, kun tavoitteena on rakentaa sisäympäristöltään terveellisiä, turvallisia ja viihtyisiä rakennuksia. Se tukee rakennuttajien, suunnittelijoiden, laitevalmistajien, urakoitsijoiden ja käyttöhenkilöstön työtä. Luokitusta voidaan käyttää uudisrakentamisen lisäksi soveltuvien osin myös korjausrakentamisessa.

### Sisäympäristön tavoitearvot (S)

| Suunnittelu- ja toteutusohjeet            |                                          | Vaatimukset rakennustuotteille                   |
|-------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Rakennus ja rakenteet</b>              | <b>Rakennuttaminen</b>                   | <b>Rakennusmateriaalien päästöluokitus (M)</b>   |
| Ohjeet rakennus- ja rakennesuunnittelulle | Tavoitteiden asettaminen                 | Päästökriteerit                                  |
| Rakennustöiden puhtausluokitus (P)        | <b>Talotekniikka</b>                     | Muut vaatimukset                                 |
| Vaatimukset kosteudenhallinnasta          | Suunnitteluarvot                         | <b>Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokitus (M)</b> |
| <b>Työmaasuunnittelu</b>                  | Ilmanvaihtolaitoksen puhtausluokitus (P) | Yleiset vaatimukset                              |
| Kosteudenhallintasuunnitelma              |                                          | Tuoteryhmäkohtaiset vaatimukset                  |

**Kuva S.2.1.** Sisäilmastoluokituksen rakenne (Sisäilmastoluokitus 2018. RT 07-11299, 3)

Sisäilmastoluokitus, joka koskee tavanomaisia työ- ja asuintiloja, käsittelee lämpöoloja, melutasoa, ilmanvaihtoa ja ilman epäpuhtauksia. Luokitus (taulukko S.2.1.) on kolmitasoinen: laatuluokat S1, S2 ja S3. Sisäilmaluokka S1 merkitsee käytännössä koneellista jäähdytystä ja huonekohtaista lämpötilan säätöä. Sisäilmaluokkaan S2 saatetaan päästä taitavalla rakennussuunnittelulla ilman koneellista jäähdytystä. Luokka S3 vastaa lähinnä viranomaisvaatimusten mukaista vähimmäistasoa. Luokan S3 sisäilma voi kuitenkin aiheuttaa haittoja herkille henkilöille. Toisaalta tavoitearvojen ylittyminen ei nykytietämyksen mukaan merkitse välitöntä terveysvaaraa. (Sisäilmastoluokitus 2018. RT 07-11299, 5.)

**Taulukko S.2.1.** Sisäympäristön laadun tavoitearvot Sisäilmaluokitus (2018, 7) mukaan

|                                        | S1    | S2    | S3    |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|
| Hiilidioksidipitoisuuslisä* [ppm]      | < 350 | < 550 | < 800 |
| Radonpitoisuus [Bq/m <sup>3</sup> ]    | < 100 | < 100 | < 200 |
| PM <sub>2.5</sub> [µg/m <sup>3</sup> ] | < 10  | < 10  | < 25  |
| PM <sub>2.5</sub> sisällä/ulkona       | < 0,5 | < 0,7 | -     |
| Ilman suhteellinen kosteus [% RH]      | -     | -     | -     |
| Olosuhteiden pysyvyys [% käyttöajasta] |       |       |       |
| toimi- ja opetustilat                  | 90 %  | 90 %  |       |
| asunnot                                | 90 %  | 80 %  |       |

\*suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

Sisäilmastolle asetetut konkreettiset tavoitetasot ovat tuoneet esille mahdollisuuden sitoa rakentamisen lopputulos näihin lukuarvoihin. Tämä on teoriassa mahdollista, mutta käytännössä tarvitaan vielä paljon kehitystyötä ennen kuin kaikkien osapuolien oikeudenmukaisen kohtelun takaavat menettelyt saadaan käyttöön. Lopputuloksen (esim. sisäilman laadun) todentamisen suuri ongelma on se, että siihen vaikuttavat lukuisat eri tekijät, jotka vielä vaihtelevat voimakkaasti ajan ja paikan suhteen. Kaikki nämä sekoittavat tekijät pitäisi pystyä ottamaan huomioon todentamismittauksissa.

Luovutusvaiheen mittausten asemesta sisäilmastoasiat otetaan jatkossakin huomioon samalla tavalla kuin muutkin rakentamisen tavoitteet. Rakennuttaja valitsee kohteen kannalta sopivan tavoitetason ja suunnittelija kuvaa suunnitteluasiakirjoissa ratkaisun, jolla valittu tavoitetaso saavutetaan. Urakoitsijat toteuttavat suunnitelmien mukaisen rakennuksen. Tavoitetasojen täyttyminen varmistetaan valvomalla, että toteutus vastaa suunnitteluratkaisuja. Ratkaisuja eri tavoitetasojen saavuttamiseksi kuvataan mm. Sisäilmayhdistyksen ja Talotekniikkateollisuuden oppaissa ja ohjeissa sekä Rakennustietosäätiön yleisissä laatuvaatimuksissa, toimitusehdoissa ja suunnitteluohjeissa.

## Rakennusmateriaalit

Rakennusmateriaalien päästöluokituksessa rakennusmateriaalit jaetaan kolmeen luokkaan, joista M1 on paras. Luokkiin M1 ja M2 kuuluvat emissiotestatut rakennusmateriaalit ja päällystämättömät kalusteet, joiden epäpuhtauspäästöt täyttävät

neljän viikon ikäisenä taulukossa S.2.2 esitetyt vaatimukset. Luokkaan M3 kuuluvat materiaalit, joiden päästöt ylittävät luokan M2 vaatimukset. (Sisäilmastoluokitus 2018. RT 07-11299, 20.)

**Taulukko S.2.2.** M1- ja M2- luokkien vaatimukset rakennusmateriaaleille  
(Sisäilmastoluokitus 2018. RT 07-11299, 20)

| Tutkittavat ominaisuudet                                                                                   | M1<br>[mg/m <sup>2</sup> h] | M2<br>[mg/m <sup>2</sup> h] |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) kokonaisemissio. Yhdisteistä tunnistettava vähintään 70 %.       | < 0,2                       | < 0,4                       |
| Yksittäinen VOC µg/m <sup>3</sup>                                                                          | ≤ EU-LCI                    | ≤ EU-LCI                    |
| Formaldehydin (HCOH) emissio                                                                               | < 0,05                      | < 0,125                     |
| Ammoniakin (NH <sub>3</sub> ) emissio                                                                      | < 0,03                      | < 0,06                      |
| (EC) No 1272/2008 -luokittelun mukaisten luokkaan 1A ja 1B kuuluvien CMR-yhdisteiden emissio <sup>1)</sup> | < 0,005                     | < 0,005                     |
| Hajun hyväksyttävyys                                                                                       | +0,0                        | +0,0                        |

1) ei koske formaldehydiä

Laastit, tasoitteet ja silotteet eivät saa sisältää kaseiinia.

LCI-arvot µg/m<sup>3</sup>, (kts. [http://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci/values\\_fi](http://ec.europa.eu/growth/sectors/construction/eu-lci/values_fi))

HUOM 7. Pienten (2 m<sup>2</sup>) ja hyvin pienten pintojen (0,4 m<sup>2</sup>) emissioita voidaan tarkastella myös mallihuonepitoisuutta kohden. Tällöin M1-luokan raja-arvo (µg/m<sup>3</sup>) TVOC:lle on 20 µg/m<sup>3</sup> ja formaldehydille ja ammoniakille 10 µg/m<sup>3</sup>, karsinogeeneille 1 µg/m<sup>3</sup>, yksittäisille VOC:ille (µg/m<sup>3</sup>) ≤ EU-LCI, eikä tuote saa haista. Pieniä pintoja ovat mm. puupalkit, ovet, ikkunat ja saumaustaastit ja hyvin pieniä pintoja mm. tiivistysaineet.

## Ilmanvaihtotuotteiden puhtausvaatimukset

Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokituksessa on yksi puhtausluokka, M1. Ilmanvaihtotuotteille asetetut yleiset vaatimukset ovat seuraavat:

- Puhtausluokiteltu tuote ei saa lisätä terveyden tai viihtyisyyden kannalta haitallisia epäpuhtauksia ilmanvaihtojärjestelmässä eikä tuloilmassa.
- Puhtausluokiteltu tuote ei saa tuottaa tuloilman laatua huonontavaa hajua tai kaasumaisia tai hiukkasmaisia epäpuhtauksia.
- Puhtausluokitellun tuotteen tulee olla helposti puhdistettavissa.

Edellä mainittujen vaatimusten katsotaan tässä luokituksessa toteutuvan, jos tuote täyttää tuoteryhmäkohtaisesti asetetut vaatimukset valmistuksen jälkeen. Nämä vaatimukset on tällä hetkellä määritetty vain kanaville, niiden osille, säätö- ja palopelleille, äänenvaimentimille sekä suodattimille. (Sisäilmastoluokitus 2018. RT 07-11299, 21.)

## Olosuhdehallinta, puhtausluokitus ja kosteudenhallinta

Rakennushankkeen kosteudenhallinnasta on säädetty ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017). Valitun sisäilmaston laatuluokan toteutumiseen vaikuttaa ratkaisevasti pölyn, kosteuden ja vedenpoiston hallinta rakennustyön aikana. Tilaaja avaa tahtotilansa kosteudenhallintaselvityksessä jonka pohjalta työmaalle laaditaan yleensä päätoteuttajan toimesta kosteudenhallintasuunnitelma. Kosteuden- ja puhtaudenhallintasuunnitelmat tulee laatia osaksi työmaan laatusuunnitelmaa, ja rakennustöille tulee valita osastokohtainen puhtausluokka. Kosteudenhallintasuunnitelmassa voi hyödyntää esimerkiksi Kuivaketju10 -toimintamallia tai vastaavaa muuta hyvää rakentamistapaa. (Sisäilmastoluokitus 2018. RT 07-11299, 21.)

Rakennustöiden puhtausluokituksessa on esitetty tavoitteet tavanomaisten työ- ja asuintilojen puhtaudelle. Rakennustöiden puhtausluokituksessa on yksi luokka, P1. Tiloja ovat toimisto- ja julkiset rakennukset, koulu-, päiväkot- ja asuinrakennukset. Luokituksen tavoitteena on varmistaa, että rakennuksen tilat ovat puhtaat, kun ne luovutetaan käyttäjälle ja että rakennuksen käytön aikana sisäilmaan ei kulkeudu rakennusvaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia. Rakennusten tilojen tulee luovutusvaiheessa olla niin puhtaat, että tilat voidaan ottaa välittömästi käyttöön vastaanoton jälkeen.

Luokan P1 vaatimukset on esitetty alla. Työ- ja asuintilat, joissa pyritään sisäilmastoluokan S1 tai S2 mukaiseen hyvään sisäilman laatuun.

- Rakennuksen tulee olla puhdas ennen kuin ilmanvaihdon päätelaitteiden suojaukset voidaan poistaa ja ilmanvaihtojärjestelmä käynnistää. Tällöin pinnoilla ei saa olla hienojakoista irtolikaa (esim. puu-, betoni- tai kipsipölyä), joka voi nousta ilmaan kosketuksen tai ilmavirtojen mukana.
  - Tiloissa ei saa säilyttää rakennusmateriaaleja tai jätteitä, jotka estävät pintojen puhdistamista. Pintoja suojaavat muovit ja pahvit on poistettu. Tämän vaiheen jälkeen tiloissa voidaan ilman erityistoimia tehdä vain pölyämättömiä töitä, esim. paikkamaalauksia, alakattojen asennusta, ilmanvaihdon toimintakokeita, säätöä ja viritystä sekä loppusiivous.
  - Luovutusvaiheessa pinnoilla ei saa olla näkyvää likaa, kuten roskia, irtolikaa (ml. pölyä), kiinnittynyttä likaa tai tahroja.
- (Sisäilmastoluokitus 2018. RT 07-11299, 12.)

Liitteessä 2 on käsitelty tarkemmin [Sisäilmastoluokitus 2018 -ohjetta](#).

## S.3 Fysikaaliset olot

Tässä tuotoksessa ei käsitellä sisäilmastoon kuuluvia melua ja valaistusta, lukuun ottamatta liitteitä.

### S.3.1 Lämpötila ja veto

Rakennuksen lämpöolojen hallinta on yksi tärkeimmistä sisäilmaston suunnitteluun liittyvistä tekijöistä. Oikea lämpötila edistää myös terveyttä ja lisää tyytyväisyyttä.

Ilman lämpöolot muodostuvat ilman lämpötilasta ja liikenopeudesta, jotka vaikuttavat ihon ja ympäröivän ilman väliseen lämmönsiirtymiseen (konvektio) sekä säteilylämmönsiirrosta, joka riippuu ihon ja huoneen pintojen välisistä lämpötilaeroista sekä pintojen emissiivisyyksistä. Myös ilman kosteus vaikuttaa lämmönaistumukseen. Korkea huonelämpötila lisää ilman tunkkaisuutta ja sisäilmastoon liittyvää oireilua.

Huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona on käytettävä lämpötilaa 21 celsiusastetta. Huonelämpötilan hallinnan suunnittelussa huonelämpötila voi vaihdella välillä 20–25 celsiusastetta lämmityskaudella ja välillä 20–27 celsiusastetta lämmityskauden ulkopuolella (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017, 4 §).

Vetovalitukset ovat yleisimpiä sisäilmastoa koskevia valituksia. Veto yhdistetään usein ilman liikkeeseen tai liian suureen ilmavirtaan, mutta kyseessä saattaa olla myös liian alhainen ilman tai pintojen lämpötila. Vedon tunteen estämiseksi tulee ilman lämpötila pitää mahdollisimman tasaisesti sopivalla tasolla. Työpiste kannattaa sijoittaa siten, että suurista kylmistä pinnoista (esim. ikkunat) ei ole suoraa "näköyhteyttä" niskaan, nilkkoihin tai muihin herkkiin ihopintoihin. ([sisailmayhdistys.fi](https://sisailmayhdistys.fi))

#### Veto

Veto voi olla toivottu (viilentävä vaikutus), mutta yleensä se on ei toivottua.

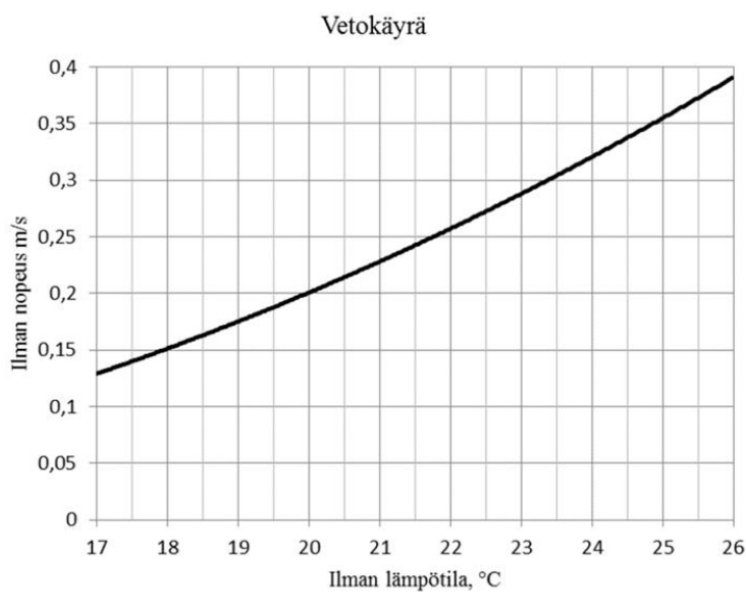
Ilmanvaihdossa tuloilmapäätelaitteena käytetäänkin katon suuntaisesti (ei alas) puhaltavia päätelaitteita vedon ehkäisemiseksi.

Tyypillisissä suomalaisissa huonelämpötiloissa ollaan viihtyvyysalueen alarajoilla, joten vetovalitukset ovat yleisiä. Pienikin ilman liike voi tuntua vedolta. Vedon tunne

aiheutuu ihon paikallisesta liian voimakkaasta lämmönsiirrosta (*lämpöä siirtyy kehosta pois*), mikä koetaan epämiellyttävänä.

Keskeiset vetoon vaikuttavat tekijät (kaavio S.3.1)

- Ilman lämpötila
- Virtausnopeus
- Ilman virtausnopeuden vaihtelu (ilmaistaan yleensä turbulenssiasteella)

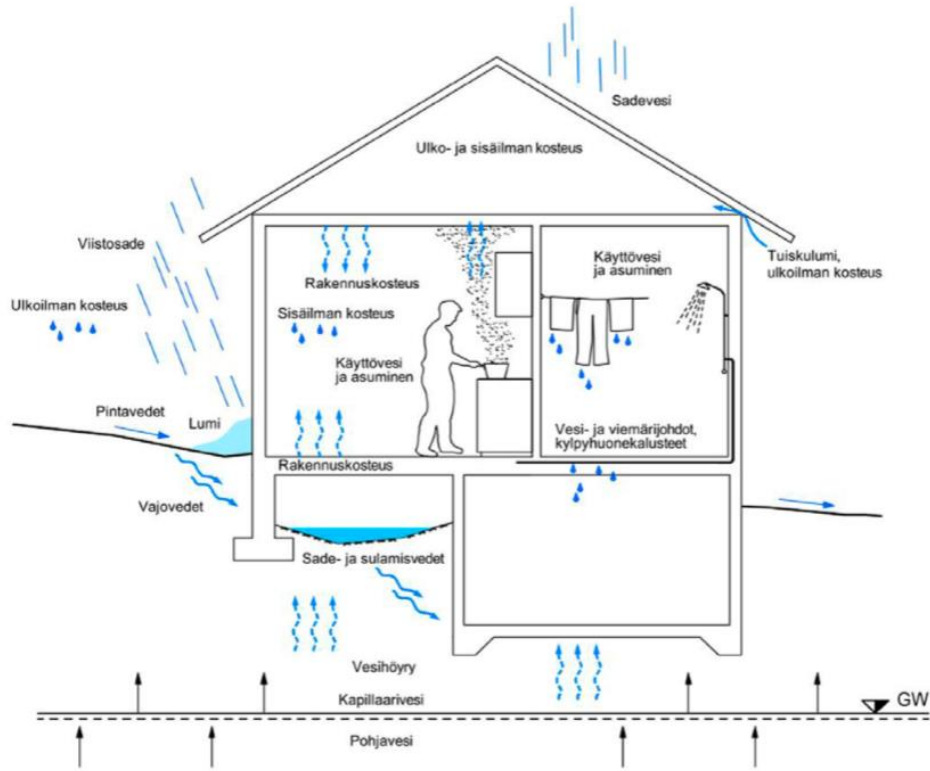


**Kaavio S.3.1.** Ilman virtausnopeuden enimmäismäärä (Asumisterveysasetuksen soveltamisohe, osa 1, 13)

## S.3.2 Kosteus

Sisäilman kosteuden on pysyttävä tilojen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa sisäilman kosteudesta aiheutuvia kosteusvaurioita, mikrobien kasvua tai terveydellistä haittaa välttämällä (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017, 6 §).

Sisäilman kosteus riippuu muun muassa huonetilan ilmanvaihdosta, ulkoilman kosteudesta ja rakenteellisista ja toiminnallisista kosteuslähteistä. Rakenteisiin kohdistuvat kosteuden lähteet jaetaan rakennuksen sisä- ja ulkopuolisiin lähteisiin, kuva S.3.1. Rakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioita tutkittaessa on huomioitava sekä rakennukseen vaikuttavat sisä- että ulkopuoliset kosteuslähteet.



**Kuva S.3.1.** Rakennuksen yleisimmät sisä- ja ulkopuoliset kosteuslähteet  
(Ympäristöopas 2016, 107)

Rakenteiden kosteustason arvioinnissa rakenteessa vallitseva suhteellinen kosteus kuvaa rakenteen homeaurioitumisen todennäköisyyttä. Vaikka absoluuttinen kosteus kuvaa paremmin rakenteeseen kohdistuvaa kosteuskuormitusta, sillä ei voida tarkastella homehtumisriskiä. Taulukossa 4 on esitetty ohjeellisia homevaurion syntymisen todennäköisyyksiä eri rakennusosille suhteellisesta kosteudesta riippuen. (Ympäristöopas 2016, 151.)

**Taulukko S.3.1.** Ohjeelliset arvot materiaalin kosteuspitoisuuden, lämpötilan ja ajan merkityksestä rakenteen homehtumisriskiin (Ympäristöopas 2016, 151)

| Rakennusosa                                                                                                         | Homehtumisriski <sup>1)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                |                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                     | RH 70...80 % <sup>2)</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | RH 80...90 %                                                                                   | RH > 90 % ja kapillaarialue                                                                                                                                       |
| Rakennuksen ulkovaipan sisäosat, väliseinät ja välipohjat                                                           | Vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy vuositasolla lähinnä lyhyinä jaksoina                                                                                                                                                                                                                                                         | Vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina <sup>3)</sup>                           | Rakenne on pääsääntöisesti korjattava, ellei kosteuspitoisuus esiinny vain lyhyinä jaksoina esim. kosteiden tilojen sisäpinnoilla. <sup>4) 5)</sup>               |
| Rakennuksen ulkovaipan ulko-osat                                                                                    | Vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy vuositasolla lyhyinä jaksoina tai pidempi-aikaisesti vuoden kylmimpänä aikana                                                                                                                                                                                                                 | Vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina tai kylminä vuodenaikoina <sup>3)</sup> | Rakenne on pääsääntöisesti korjattava, jos kosteuspitoisuudet esiintyvät pitkinä jaksoina, ellei rakenteen lämpötila ole samanaikaisesti alle 0 °C. <sup>3)</sup> |
| Rakennuksen maakosketuksessa olevat perustus-rakenteet (kiviainespohjaiset materiaalit, solumuovit, solulasit yms.) | Rakenteen toimivuutta/vaurioitumista ei arvioida suhteellisen kosteuden mukaan. Sen sijaan on arvioitava onko kosteudesta haittaa niille materiaaleille, jotka ovat kosketuksissa ko. rakenteeseen, siirtykö kosteus ko. rakenteesta sisäänpäin sekä arvioitava tapahtuuko maanvastaisen rakenteen kautta ilmavuotoja sisätiloihin. |                                                                                                |                                                                                                                                                                   |
| Rakennuksen kapillaarikatko-kerros, alustäyttö ja maapohja                                                          | Rakennusosassa esiintyy yleisesti home- ja mikrobikasvua, joten homehtumisriskin arviointi ei ole tarkoituksenmukaista. <sup>6)</sup>                                                                                                                                                                                               |                                                                                                |                                                                                                                                                                   |

<sup>1)</sup> Joissain tapauksissa voi olla tarpeen arvioida rakenteessa vallitsevan kosteustason lisäksi tarkastelu-pisteessä olevan, mikrobien ravintona toimivan orgaanisen aineksen määrää.

<sup>2)</sup> Materiaalin kosteuspitoisuudessa  $RH \leq 75\%$  homehtumisriski on vain hyvin herkillä materiaaleilla, yli 20 °C lämpötilassa kosteusrasituksen esiintyessä tasaisena useiden kuukausien ajan. Vertaa luku 6, kuva 6.5 ja taulukko 6.5.

<sup>3)</sup> Edellyttää kokonaistilanteen huomioimista perustuen yleensä kokemusperäiseen tietoon rakenteen toiminnasta.

<sup>4)</sup> Vesivuototapauksissa korjaukselta voidaan joissain tapauksissa välttyä, jos rakenne kuivatetaan riittävän nopeasti.

<sup>5)</sup> Lukuun ottamatta poikkeustapauksia, joissa kosteuspitoisuus voi olla >90 % tai kapillaarialueella pitkiä aikoja. Näitä ovat mm. märkätilan vedeneristeen päällä olevat rakenteet eli laatan kiinnityslaasti, saumalaasti ja keraaminen laatta, märkätilan bitumivedeneristeen päällä oleva betoninen pintalaatta sekä huoneistojen välinen märkätilan betoniseinä, jossa on suihkutila seinän molemmilla puolin.

<sup>6)</sup> Maaperässä oletetaan olevan suunnittelun lähtökohtana huokosilman suhteellinen kosteus 100 %, mutta kosteus voi olla ajoittain jopa kapillaarialueella. Alapohjarakenteen toimivuutta ei voida arvioida pelkästään rakenteiden alapuolisen kosteustason perusteella.



### S.3.3 Ilmanvaihto

Järjestämällä riittävä ilmanvaihto huoneilma pyritään pitämään epäpuhtauksien ja hajujen osalta tyydyttävänä Ilmavirtojen mitoitus perustuu todennäköiseen henkilökuormitukseen ja hajujen poistoon, jolloin mitoitus yleensä riittää myös tavanomaisten rakenteista ja sisustuksista lähtevien epäpuhtauksien tyydyttävään poistoon. Ilmanvaihdon perusteena on usein myös tupakointi.

Ilmanvaihdon mitoituksen arvot on annettu Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen ilmanvaihdosta ja sisäilmastosta 1009/2017. Nämä ohjeet takaavat yleensä tyydyttävän ilmanlaadun, jos huolehditaan ilmanvaihtolaitteiden kunnollisesta toiminnasta ja siitä, että ilman vaihtuu huonetilassa tehokkaasti. Ilmanvaihtoa suunniteltaessa ja käytännön toteutuksessa tulee varmistua siitä, että ilma vaihtuu koko tilassa. Ilman kierrätys huonetilassa tai korvausilman sisääntulo eivät saa aiheuttaa paikallisesti jäähdyttävää liian voimakasta ilmavirtausta, joka koetaan epämiellyttävänä vetona.

Sisäilmasto- ja ilmanvaihto-opas on annettu ohjeita ns. ilmanvaihtoasetuksen tulkitaan. Opas löytyy osoitteesta: <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>.

### S.3.4 Radon

Radon on maaperässä esiintyvä ja sisäilmaan kulkeutuva hajuton ja mauton radioaktiivinen kaasu. Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen ionisoivasta säteilystä (1044/2018) mukaan asunnon ja muun oleskelutilan sisäilman radonpitoisuuden viitearvo on 300 becquereliä kuutiometrissä ( $\text{Bq/m}^3$ ) ilmaa. Uusi asunto tulee suunnitella ja rakentaa siten, että radonpitoisuus ei ylittäisi arvoa  $200 \text{ Bq/m}^3$ .

Suomessa sisäilman radonpitoisuudet ovat suurempia kuin keskimäärin muualla maailmassa. Syynä tähän ovat kallio- ja maaperämme korkeat radonpitoisuudet, erityisesti läpäisevillä soraharjuilla. Rakennustavalla voidaan vaikuttaa sisäilman radonpitoisuuteen. Tyypillisiä ratkaisuja radon torjunnassa ovat ns. radonputkitus alapohjassa ja tiivis alapohjaratkaisu. Radonalueista Suomessa ja radonin torjumisesta sekä mittaamisesta löytyy lisää tietoa Säteilyturvakeskuksen sivuilta. (<https://www.stuk.fi/aiheet/radon>)

## S.4 Kemialliset epäpuhtaudet

### Sisäilman laatu

Sisäilmassa ei saa esiintyä terveydelle haitallisessa määrin hiukkasmaisia epäpuhtauksia, fysikaalisia, kemiallisia tai mikrobiologisia tekijöitä eikä viihtyisyyttä jatkuvasti heikentäviä hajuja (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 2017/1009, 5 §).

Sosiaali- ja terveysministeriö on asetuksellaan haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista (538/2018) vahvistanut HTP-ARVOT 2018. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet -julkaisussa liitteissä 1 ja 2 luetellut työpaikan ilman epäpuhtauksien haitallisiksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot) ja vastaavat biologisten altistumisindikaattorien ohjeraja-arvot. Ne on tarkoitettu huomioon otettavaksi työpaikan ilman puhtautta, työntekijöiden altistumista ja mittaustulosten merkitystä arvioitaessa. Julkaisu löytyy osoitteesta: <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160967>.

### S.4.1 Ammoniakki

Ammoniakki ( $\text{NH}_3$ ) on tyypeä ja vetyä sisältävä huoneenlämmössä väritön ja ilmaa kevyempi kaasu, jolla on sille tunnusomainen, pistävä haju. Tyypillisiä ammoniakkin tai sen johdannaisen, amiinin lähteitä ovat valkuaisaineita tai typpiyhdisteitä sisältävät rakennusmateriaalit, erityisesti monet seinä-, katto- ja lattiatasoitteet. Näissä materiaaleissa kosteuden aiheuttamat proteiinien, kuten kaseiini ja gelatiini, hajoamisreaktiot ovat mahdollisia ja sen seurauksena mm. ammoniakkia pääsee vapautumaan sisäilmaan. Ammoniakkia ja amiineja voi päästä huoneilmaan myös maaleista, joissa ammoniakkia käytetään pH:n säätöön. On myös epäilyjä, että ammoniakkin lähteitä voivat olla muutkin kaseiinia ja muita tyypeä sisältävät rakennusmateriaalit, kuten liimat, pohjusteet ja vesieristeet. Huonolaatuisista tasoitteista johtuvan hajun aiheuttajina ovat myös monenlaiset rikkiyhdisteet, joita muodostuu amiinien ja ammoniakkin tavoin valkuaisaineiden hajoamisessa.

Sisäilman ammoniakkin lähteenä on myös tavallisesti ihminen itse ja ihmisen toiminta rakennuksessa. Ihmisten ja kotieläinten eritteet, uloshengitysilma, tupakointi ja ammoniakkia sisältävien materiaalien ja puhdistusaineiden käyttö tuottavat ilmaan ammoniakkia. ([sisailmayhdistys.fi](http://sisailmayhdistys.fi))

Ammoniakin esiintyminen voidaan usein havaita syntyvien yhdisteiden pistävästä ja tunkkaisesta hajusta. Alkalinen kosteus ja sen yhteydessä esiintyvä ammoniakki

aiheuttavat värimuutoksia materiaaleissa. Tasoitteista muodostuva ammoniakki tai amiiniyhdisteet eivät kuitenkaan aina aiheuta haju- tai väriongelmiä. ([sisailmayhdistys.fi](https://sisailmayhdistys.fi))

## S.4.2 Asbesti ja muut hiukkasmaiset epäpuhtaudet

### Asbesti

Asbestilla tarkoitetaan kuitumaisia silikaattimineraaleja kuten krysotiilia, krokidoliittia, amosiittia, antofylliittia, tremoliittia ja aktinoliittia sekä muita silikaattikuituja, joilla on samantyyppinen koostumus ja terveyttä vaarantava vaikutus ihmisen elimistöön (Valtioneuvoston päätös asbestityöstä 886/1987, 2§).

Asbestia on sen hyvän lämmöneristyskyvyn ja paloturvallisuuden vuoksi aiemmin käytetty yleisesti rakennusmateriaaleissa ja eristeissä. Nykyään sen käyttö on kielletty, koska asbestikuitujen on todettu aiheuttavat asbestoosia (pölykeuhkosairaus) ja keuhkosityöpää. Koskemattomana oleva asbesti ei muodosta suurta riskiä. Asbestipaikat on merkittävä asianmukaisesti, jotta niitä ei kosketeltaisi. Ongelmat syntyvät kun asbestipitoisia rakenteita ja eristeitä puretaan. Silloin ilmaan voi päästä suuriakin määriä kuituja. Tämän vuoksi asbestipurkutöitä säännellään tarkasti asetuksella: Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 2015/798.

### Hiukkasmaiset epäpuhtaudet

Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana saa olla enintään 50 µg/m<sup>3</sup>. Pienhiukkasten (PM2,5) pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana saa olla enintään 25 µg/m<sup>3</sup>. Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Asbestikuitujen esiintymistä pinnoille laskeutuneessa pölyssä pidetään toimenpiderajan ylittymisenä. Sisäilman asbestikuitujen pitoisuus ei saa ylittää 0,01 kuitua/cm<sup>3</sup>. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 19 §.)

## S.4.3 Formaldehydi

Formaldehydi eli metanaali (CH<sub>2</sub>O) on voimakashajuinen kaasu ja aldehydeistä yksinkertaisin. Sisäilman formaldehydi on yleensä peräisin liima-aineena käytetystä ureaformaldehydihartsista, jota on käytetty lastulevyssä ja eräissä paneeleissa (esim. asuntojen kiintokalusteet ja huonekalut). Formaldehydiä voi vapautua sisäilmaan

myös lakoista, maaleista, pinnoitteista, kokolattiamatoista sekä itsesiliävistä tekstiileistä. Formaldehydi (hajukynnys n. 35 µg/m<sup>3</sup>) ärsyttää silmiä ja ylempiä hengitysteitä. Ihmisten herkkyys formaldehydin ärsytysvaikutuksille vaihtelee suuresti. ([valvira.fi](http://valvira.fi))

Sisäilman formaldehydipitoisuuden vuosikeskiarvo ei saa ylittää 50 µg/m<sup>3</sup> ja lyhyen ajan keskiarvopitoisuus 30 minuutin mittauksen aikana ei saa ylittää 100 µg/m<sup>3</sup>. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 16 §.)

## S.4.4 Hiilidioksidi

Hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>) on hiilestä ja hapesta koostuva hajuton, väritön ja huonosti reagoiva kaasu. Liian suurina pitoisuuksia hiilidioksidi aiheuttaa tukehtumisen, tajuttomuuden ja kuoleman. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus sisältää ulkoilman ja ihmisperäisen hiilidioksidin.

Sisäilman hiilidioksidin **hetkellisen pitoisuuden** suunnitteluarvo huonetilan suunniteltuna käyttöaikana voi olla enintään 1450 mg/m<sup>3</sup> (800 ppm) suurempi kuin ulkoilman pitoisuus. (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 2017/1009, 5 §.)

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden **toimenpideraja** ylittyy, jos pitoisuus on 2 100 mg/m<sup>3</sup> (1 150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 8 §.)

Ihminen ja ihmisen toiminnot levittävät monia epäpuhtauksia ympäristöönsä. Ihmisen aineenvaihdunta tuottaa useita pahanhajuisia eritteitä, jotka poistuvat kehosta uloshengityksen tai hikoilun kautta. Hiilidioksidi on eräs aineenvaihdunnan lopputuote, muita ovat mm. metaani ja aldehydit. Hiilidioksidia käytetään yleisesti ihmisperäisten epäpuhtauksien indikaattorina. Runsas hiilidioksidi tekee ilman ummehtuneeksi ja aiheuttaa väsymystä, keskittymiskyvyn puutetta ja päänsärkyä. ([sisailmayhdistys.fi](http://sisailmayhdistys.fi))

## S.4.5 Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidi eli häkä (CO) on hajuton, väritön, myrkyllinen, reaktioherkkä ja erittäin helposti syttyvä kaasu. Sitä syntyy, kun hiili tai hiiltä sisältävät aineet palavat epätavallisesti eli liian vähässä happimäärässä.

Hiilimonoksidia voi syntyä sisätiloissa, jos esimerkiksi tulisija ei saa riittävästi happea tai pystylämmitin on kaatunut puulattiaa vasten tai moottoriajoneuvosuojassa.

Sisäilman hetkellinen hiilimonoksidipitoisuus ei saa ylittää  $7 \text{ mg/m}^3$ . (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 17 §.)

Moottoriajoneuvosuojaan ilmanvaihdon ilmavirrat mitoitetaan siten, että moottoriajoneuvosuojaan hiilimonoksidin keskiarvopitoisuus kriittisimmäksi arvioituna käyttötuntina ei ylitä arvoa  $35 \text{ mg/m}^3$  (30 ppm). Moottoriajoneuvosuojaan jatkuvan työskentelyalueen ilmavirrat on mitoitettava niin, että hiilimonoksidin hetkellinen pitoisuus ei ylitä  $7 \text{ mg/m}^3$  (6 ppm). (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta 2017/1009, 5 §.)

## S.4.6 Styreeni

Styreeni eli vinyylibentseeni on aromaattinen hiilivety-yhdiste ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_3$ ). Huoneenlämmössä ja -paineessa styreeni on nestemäistä. Styreeni on väritöntä, öljymäistä, myrkyllistä, herkästi syttyvää ja sitä esiintyy pienissä määrin eräissä kasveissa, mutta sitä tuotetaan lähinnä öljystä.

Styreeni on helposti haihtuva palava neste, jolla on pistävä ominainen haju. Styreenin välittömiä terveyshaittoja ovat silmien sidekalvojen ja hengitysteiden limakalvojen ärsytys. Lisäksi styreeni voi aiheuttaa hermoston toiminnan häiriöitä. Styreeni on teollisuuden pääasiassa polymeerien, kopolymeerien ja lujitemuovien valmistukseen käyttämä liuotina. Uudet muovituotteet ja tupakointi ovat eräitä styreenin lähteitä. Luonnossa styreeniä ei tiedetä esiintyvän. Esimerkkinä sisäilman styreenin lähteestä on ulkoseinä- ja lattiarakenteen viallinen tai virheellisesti käytetty polyesterihartsipohjainen rakennusmateriaali. ([sisailmayhdistys.fi](http://sisailmayhdistys.fi))

Styreenin toimenpideraja on  $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 15 §).

## S.4.7 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  $0,05 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ . (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 18 §.)

## S.4.8 Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) kokonaispitoisuus (TVOC)

Ns. Asumisterveysasetuksen mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Seuraavien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden huoneilman tolueenivasteella lasketut pitoisuuden toimenpiderajat ovat:

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

Koska sama sisäilman TVOC-pitoisuus voidaan saavuttaa lukemattomilla eri yksittäisten yhdisteiden yhdistelmillä, ei TVOC-pitoisuus sovellu yleiseksi sisäilman laadun indikaattoriksi. Arvoa voidaan kuitenkin tietyin varauksin käyttää ilman laadun indikaattorina, kun kyseessä ovat suhteellisen samankaltaiset koostumukset; TVOC-pitoisuus on käyttökelpoinen esimerkiksi arvioitaessa saman rakennuksen puitteissa ilmanvaihtuvuuden muutoksen, korjaustoimenpiteiden ja peruskorjauksen vaikutuksia sisäilman laatuun. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 15 §.)

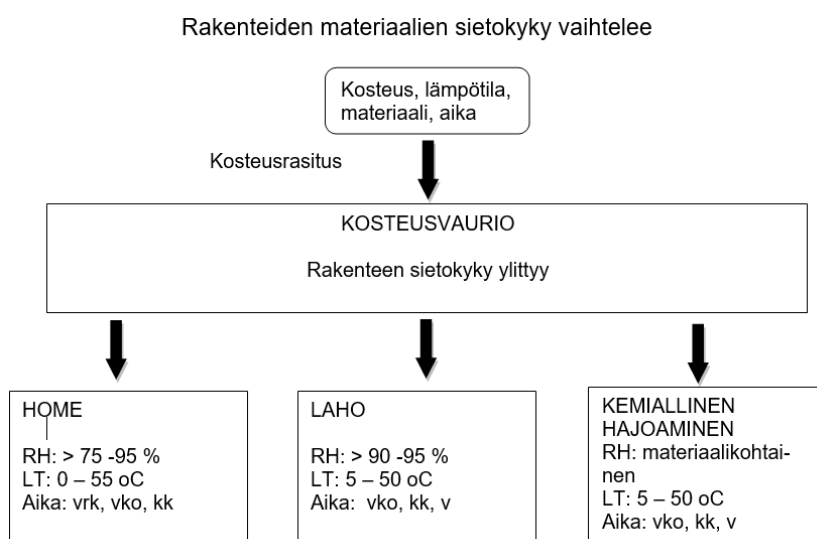
Työterveyslaitoksen sivuilta löytyy ohjearvoja TVOC-pitoisuudelle:

<https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>.

## S.5 Mikrobiologiset olot

### S.5.1 Mikrobikasvustot

Mikrobit, kuten sienet (mm. homeet) ja bakteerit (mm. sädesienet), tarvitsevat elääkseen suotuisat olosuhteet, joihin kuuluvat sopiva kosteus, happi, lämpötila ja ravinnoksi orgaanista ainesta (esim. pöly ja lika), kuva S.5.1. Oleellista on myös, että olosuhteet ovat voimassa riittävän pitkän ja jatkuvan ajanjakson, jotta vaurioita ehtii syntyä. Mikroorganismeihin kuuluvat mm. puun erilaiset lahottajasienet ja homesienet. Puu itsessään toimii lahottajasienten orgaanisena ravintona. Puun lahoamisvaara riippuu puun kosteudesta ja ympäristön lämpötilasta. ([sisailmayhdistys.fi](http://sisailmayhdistys.fi).)



**Kuva S.5.1.** Rakenteiden materiaalien sietokyky vaihtelee (muokattu lähteestä Järnström ym. 2018).

Mikrobeja ja niiden itiöitä on kaikkialla, sillä ne ovat osa normaalia elinympäristöä. Useimmat niistä ovat harmittomia ja osa jopa hyödyllisiä ja tarpeellisia ihmisten hyvinvoinnille. Toiset mikrobit taas aiheuttavat sairauksia. Yleensä mikrobit kasvavat lämpötila-alueella 10–40°C (optimikasvulämpötila 20–30°C). Siten ainoa mikrobikasvua käytännössä säätelevä tekijä rakennuksessa on rakenteiden ja pintojen kosteus. Mikrobikasvu voi alkaa optimilämpötilassa, kun rakenteen tasapainokosteus on >65–70 %. Kosteusvaurion kehittyessä vauriokohtaan ilmestyvät ensimmäisinä yleensä home-, hiiva- ja/tai sädesienikasvustot ja myöhemmin rakenteen sisältämän kosteuden kohotessa voi etenkin puurakenteissa ilmetä sinistymä- ja lahovikoja.

Toisin kuin homesienet, lahottajasienet voivat siirtää rihmastollaan vettä kosteasta puurakenteesta kuivaan puuhun, jopa betonirakenteen läpi. Kostuneen rakenteen väliaikainen kuivuminen ei tuhoa mikrobikasvustoa kokonaan, sillä mikrobien itiöt ovat hyvin kuivuutta sietäviä. Osa mikrobeista jatkaa kasvuaan, jos rakenteen kosteus kohoaa uudelleen. Rakenteen kosteusolosuhteet määräävät sen, kehittykö mikrobikasvusto muutaman päivän, kuukauden vai vuosien kuluessa. Satunnainen kosteusvaurio ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita homeongelmaa. Mikrobikasvusto näkyy yleensä värimuutoksena materiaalin pinnalla ja rihmastoina, puuterimaisena, pölymäisenä tai pistemäisinä kasvustoina. (Ympäristöopas 2016, 127, 130-131.)

## S.5.2 Sisäilman mikrobit

Tiloissa, joiden rakenteissa näkyy homeetta tai joiden sisäilmassa on rakenteiden homehtumisesta johtuva tunkkainen homeen tai maakellarin haju, altistutaan todennäköisesti mikrobeille (itiöt, rihmaston osat) ja niiden aineenvaihduntatuotteille (haihtuvat orgaaniset yhdisteet) sekä jopa homesienimyrkyille eli mykotoksiineille. Jos korvausilmaa on riittämättömästi (tilat alipaineisia), vaurioituneista rakenteista huoneilmaan siirtyvien mikrobien ja niiden aineenvaihduntatuotteiden määrä lisääntyy. ([sisailmayhdistys.fi](http://sisailmayhdistys.fi))

Kosteusvauriorakennuksessa altistuneilla on todettu esiintyvän tavanomaista enemmän mm. hengitystieinfektioita, limakalvojen ärsytysoireita sekä allergiaoireita. Yleisoireista tavanomaisimpia ovat väsymys ja päänsärky, harvinaisempia kuumeilu sekä lihas- ja nivelkivut. Pahimmillaan homesienet aineenvaihduntatuotteineen voivat aiheuttaa pitkäaikaisessa työpaikka-altistuksessa ammattitaudin (allerginen nuha, astma, keuhkorakkulatulehdus eli allerginen alveoliitti). Oireilu ja taudinkuva saattaa olla hyvin moninainen, minkä johdosta terveysongelmien ja homevaurioiden yhteyttä tai yhteyden puutetta voi olla vaikea osoittaa. ([sisailmayhdistys.fi](http://sisailmayhdistys.fi))

Asunnon sisäilman mikrobipitoisuudet yleensä vaihtelevat paljon, joten tarkkojen ohjearvojen antaminen ei ole mahdollista. Pitoisuusvaihteluiden takia näytteitä tulisi ottaa useita ja suorittaa mittaukset talviaikaan, jolloin ulkoilman mikrobitaso on alimmillaan. Talviaikana taajama-alueen asunnossa sienipitoisuus 100–500 pmy/m<sup>3</sup> viittaa kohonneeseen sieni-itiöpitoisuuteen. Jos saadaan kohonnut mittaustulos, pitäisi tarkastella mikrobisuvustoa ja sen mahdollista haitallisuutta ihmiselle. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 20 §.)



## Mikrobit

Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyyseillä 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. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 20 §.)

Mikrobikasvu todetaan ensisijaisesti rakennusmateriaalista mikrobien kasvatukseen perustuvalla laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmällä ja mikroskopoimalla tehdyllä analyysillä. Mikrobiahaitta voidaan todeta myös 6-vaiheimpaktorilla otetun ilmanäytteen tai pintasivelnäytteen laimennossarjamenetelmällä tehdyllä analyysillä. Ilmanäytteen osalta on oltava ilman mikrobipitoisuuden lisäksi myös muuta näyttöä toimenpiderajan ylittymisestä. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 20 §.)

Rakennuksen mikrobikasvun arviointiin voidaan käyttää laimennossarja- tai suoraviljelymenetelmän lisäksi myös muuta menetelmää, jos menetelmän luotettavuus on osoitettu Asumisterveysasetuksessa (4 §:n 4 momentissa) tarkoitetulla tavalla tai menetelmällä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjamenetelmällä saatuihin tuloksiin on varmistettu. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545, 20 §.)

## S.6 Sisäilman tutkiminen

Rakennuksen sisäilman (ja kosteusteknisen-) kuntotutkimuksen tarkoituksena on koota tutkittavan rakennuksen sisäilman laatuun liittyvää tietoa. Kootun tiedon avulla tehdään päätöksiä tarvittavista toimenpiteistä. Kuntotutkimus tehdään asteittain. Ensimmäisessä vaiheessa kootaan rakennuksen perustiedot, tehdään ns. käyttäjäkysely (sisäilmastokysely) ja arvioidaan teknisten laitteiden toimintaa olosuhdemittausten avulla. Tutkimuksia jatketaan tarvittaessa erillistutkimusten avulla. Näitä ovat rakenteisiin, teknisiin laitteisiin ja sisäilman laatuun liittyvät tutkimukset. Tuloksia arvioidaan aina kunkin jakson jälkeen. Poikkeama-analyysillä kohdistetaan toimenpiteet havaittuihin riskitekijöihin. Erilaisten toimenpiteiden vaikutuksen arviointi aloitetaan kustannuksiltaan pienimuotoisemmista toimenpiteistä. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa annetaan yksityiskohtaisia ohjeita rakennusmateriaali-, ilma- ja pintasivelynäytteiden ottamiseen ja tulosten tulkintaan. Esimerkiksi yksinomaan ilmanäytteiden tavanomaisen tulosten perusteella ei voida sulkea pois rakenteiden mikrobivaurion mahdollisuutta, eikä sisäilmanäytteitä voida siten käyttää osoittamaan tutkittavan tilan olevan kunnossa. Ympäristöoppaassa 2016, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus toim. Pitkäranta, Miia (2016-09-28) (<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4626-8>) kuvataan yksityiskohtaisesti tutkimusprosessi, jonka osa sisäilmatutkimus voi olla.

Sisäilmatutkimuksia käytetään tarvittaessa kuntotutkimuksen apuvälineinä. Olosuhdemittauksilla ja sisäilmassa tai tilan pinnoilla esiintyvien epäpuhtauksien mittauksilla pyritään tunnistamaan sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä. Pelkät sisäilmamittaukset (esimerkiksi sisäilman mikrobi- tai VOC-mittaukset) eivät yleensä riitä haittaa aiheuttavien olosuhteiden osoittamiseen tai poissulkemiseen. Mittausten lisäksi tutkimuksissa kirjataan aistinvaraiset havainnot tilojen ilmanlaadusta, mm. selvät mikrobiperäiset ja muut poikkeavat hajut. Hajuhavainnot tehdään heti tilaan tullessa, sillä ihmisen hajuaisti tuntuu yleensä nopeasti poikkeaviin hajuihin. (Ympäristöopas 2016, 61.)

### Fysikaaliset olosuhteet

Kuntotutkimuksen yhtenä osa-alueena selvitetään rakennuksen ilmanvaihtolaitteiden toimintaa, eri tilojen olosuhteita, lämpötilaa, suhteellista kosteutta, hiilidioksidipitoisuutta, sekä tilojen painesuhteita ulkoilmaan ja muihin tiloihin päin.

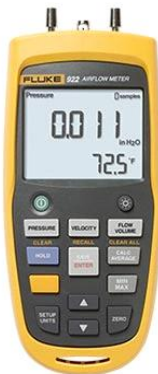
Kuvan S.6.1 laitteella pystytään samanaikaisesti mittaamaan hiilimonoksidi (CO), hiilidioksidi (CO<sub>2</sub>), suhteellinen kosteus (RH) sekä lämpötila (T°).



**Kuva S.6.1.** GasProbe IAQ , kuvan lähde: [http://www.keison.co.uk/bw\\_gasprobeiaq.shtml](http://www.keison.co.uk/bw_gasprobeiaq.shtml)

Olosuhdemittausten rinnalla tutkitaan tarvittaessa myös mm. koneellisen ilmanvaihdon ilmamääriä ja laitteiden aiheuttamia äänitasoja. Teknisten laitteiden toimintaan liittyvien mittaustapahtumien lisäksi tutkitaan ilmanvaihtolaitteiden kanavapuhtautta ja tuloilma-suodatuksen toimivuutta. Kanavapuhtauden selvittämiseksi kanavien pinnoilta tutkitaan pölyn määrää ja laatua. Sisäilman hiukkasten määrää ja laatua seurataan mittausten avulla. Hiukkasten perusteella arvioidaan tarvittavia toimenpiteitä mm. rakennuksen painesuhteiden, rakenteiden tiiveyden ja pintamateriaalien (akustiikka) suhteen.

Kuvan S.6.2 laitteella pystytään samanaikaisesti paine-ero, ilmavirtausmäärä ja -nopeus.



**Kuva S.6.2.** Fluke 922 -ilmavirtausmittari, kuvan lähde: [www.fluke.com](http://www.fluke.com)

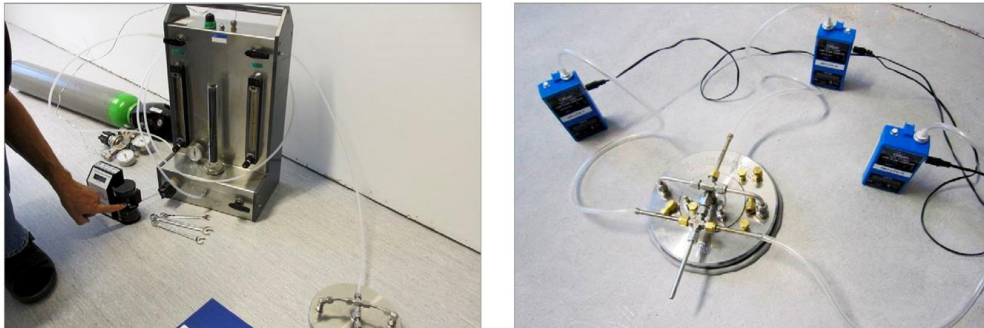
## Kemialliset olosuhteet

Pelkästään haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittämisellä ei voida todeta sisäilman laadun olevan kunnossa. Jos otetaan näytteitä haihtuvista orgaanisista yhdisteistä, tulee näytteenottoon, määitykset suorittavan laboratorion valintaan ja näytteiden tulkintaan kiinnittää erityistä huomiota. VOC-näytteitä otettaessa tulee tuntee eri mene telmien rajoitukset ja tulkintamahdollisuudet. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tutkimukseen liittyy merkittäviä menetelmällisiä ongelmia. Sisäilman VOC-näyte voidaan kerätä ilmasta joko aktiivisesti pumpun avulla tai passiivisesti diffuusiokeräimeen (kuva S.6.3.). Sisäilman VOC-analyysien tulokset ilmoitetaan yksikössä  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mikrogrammaa VOC-yhdistettä kuutiometrissä ilmaa). Vain muutamille VOC-yhdisteille on saatavilla sisäilmapitoisuuden viitearvoja. (Ympäristöopas 2016, 67-70.)



**Kuva S.6.3.** Sisäilman VOC-näytteen keräys pumppuun kytketyllä adsorbenttikeräimellä. Oikeanpuoleisessa kuvassa päistä suljettu Tenax-TA -adsorbenttiputki. (Ympäristöopas 2016, 69. Alkuperäinen kuvan lähde: Mikrobioni Oy.)

Rakenteen pintaemissiot mitataan yleisimmin FLEC-laitteistolla (Field and Laboratory Emission Cell). FLEC-mittaus voidaan tehdä standardin SFS-EN ISO 16000-10 (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2006b) mukaisella menetelmällä tai ohjeen NT BUILD 484 (Nordtest, 1998) mukaisella menetelmällä (kuva S.6.4.). Mittaustulos ilmoitetaan yksikössä  $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$  (mikrogrammaa tutkittavaa yhdistettä haihtuu neliömetriltä tutkittavaa pintaa tunnissa).



**Kuva S.6.4.** Lattiapinnan emissiomittaus FLEC-menetelmällä. Vasemmassa kuvassa standardin SFS-EN ISO 16000-10 mukainen menetelmä ja oikeassa kuvassa ohjeen NT BUILD 484 mukainen menetelmä. (Ympäristöopas 2016, 72. Alkuperäinen kuva: H. Tuovinen, Vahnen Oy)

Sisäilma-, FLEC-, kupu-, viilto- tai materiaalinäytteistä saatuja mittaustuloksia ei voida verrata keskenään.

## Mikrobiologiset olosuhteet

Mikrobihaittojen toteamisessa joissakin tapauksissa rakennuksessa sisäpinnoilla tai rakenteissa ei ole havaittavissa näkyvää mikrobikasvustoa, mutta rakennuksessa tiedetään tapahtuneen vesivahinkoja tai esiintyvän kosteusvaurioita. Mahdollisen mikrobihaitan tunnusmerkkejä ovat myös vesivaurion jäljet, homeinen tai maamainen haju tai mikrobialtistukseen viittaava oireilu. Näissä tapauksissa kostuneet rakenteet ja mahdolliset mikrobikasvustot pyritään paikallistamaan. On tärkeää selvittää pintojen ja rakenteiden kosteus, huoneiston tai rakennuksen ilmanvaihtuvuus ja huoneilman lämpötila ja suhteellinen kosteus.

Rakenteita avatessa ja näytteenoton yhteydessä on tutkijan usein tarpeen suojautua suojavaatetuksella ja hengityssuojaimella. Erityisesti purku- ja korjaustyössä on käytettävä hengityssuojaimia ja muita työhygienisiä toimia altistuksen ehkäisemiseksi. Jos avatuista rakenteista paljastuu silmin havaittavaa mikrobikasvustoa ja mikrobien tai niiden aineenvaihduntatuotteiden leviäminen asuintiloihin on tästä kohdasta mahdollista, terveydensuojelulain tarkoittama terveyshaitta voidaan pitää todettuna. Vauriokohtien valokuvaaminen on hyödyllistä siltä varalta, että vauriosta tarvitaan todisteita tapauksen käsittelyn myöhemmässä vaiheessa (Ympäristöopas 2016.).

Sisäilman ja materiaalien mikrobimääritykset voidaan tehdä suoraviljelyllä, laimennusviljelyllä ja kvantitatiivisella polymeerasiketjureaktiomenetelmällä (qPCR), (ttl.fi) Mikrobiongelmaa epäiltäessä sisäilmanäytteet tulisi kerätä mieluiten talvella lumiaikana tai

maan ollessa jäässä, jolloin ulkoilmasta peräisin olevat itiöt eivät sotke tulosten tulkin-  
taa. Ulkoilmassa homeitiöiden pitoisuus on suurimmillaan syksyllä, jolloin ulko-sisäsiir-  
tymä peittää alleen mahdolliset sisälähteet. Yhden näytteenottokerran perusteella ei  
pidä tehdä johtopäätöksiä, koska itiöpitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti eri aikoina.  
Sisäilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat usein voimakkaasti ja virhelähteitä on paljon.  
Yksinomaan sisäilmanäytteiden perusteella ei voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä  
mikrobivaurioiden esiintymisestä tai rakennuksen terveydellisistä olosuhteista  
(Ympäristöopas 2016, 63).

Ilmanäytteiden ohella on hyödyllistä ottaa myös pinta- ja rakennusmateriaalinäytteitä,  
jotka täydentävät kuvaa rakennuksen mikrobiatilanteesta. Joissakin tapauksissa vauriot  
ja kasvustot löytyvät vasta rakenteita purettaessa. Pinta- ja materiaalinäytteitä voi-  
daan ottaa kaikkina vuodenaikoina. Ongelmakohdan lisäksi tulee mahdollisuuksien  
mukaan ottaa vertailunäytteitä vaurioitumattomasta kohdasta tai vaurioitumattomasta  
rakennuksesta. Pinta- ja materiaalinäytteet kuvaavat ilmanäytteitä luotettavammin  
rakennuksen tilaa. Toistettujen ilmanäytteiden avulla voidaan paremmin arvioida käyt-  
täjien todellista altistumista kuin materiaalinäytteillä. (Husman ym. 2002, 26.)

Kosteus- ja mikrobivaurioiden näytteenotosta, tutkimisesta, menetelmistä ja niiden  
sopivuudesta eri käyttötarkoituksiin sekä tulosten tulkinnasta on annettu ohjeita  
Asumisterveysasetuksen soveltamisohje osassa: [https://www.valvira.fi/docu-  
ments/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje+osa+IV.pdf/cdfaaa39-  
d2e5-4bd6-b9e9-6d9c0f60bff6](https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje+osa+IV.pdf/cdfaaa39-d2e5-4bd6-b9e9-6d9c0f60bff6).

## Lähteet ja lisätietoa

Asumisterveysohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003.  
Sosiaali- ja terveysministeriö. Helsinki 2003. 88 s.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Valvira 2016. , [verkkoaineisto].  
Saatavissa: <https://www.valvira.fi/-/asumisterveysasetuksen-soveltamisoh-1>

Järnström, Helena, Koivusaari, Risto ja Saari, Mikko. Sisäilman laadun hallinta rakennushankkeen eri vaiheissa. Raportti. VTT-S-06675-17. VTT Expert Services Oy.  
Saatavissa: <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/ajankohtaista/ajankohtaista-liitteet/2018/vtt-s-06675-17-rt-sisailman-laadun-hallinta-191217.pdf>

Hellgren Ulla-Maija, Lahtinen Marjaana, Rasila Heidi, Lehtelä Jouni, Lappalainen Sanna, Pietarinen Veli-Matti, Holopainen Rauno, Hynynen Pasi, Nenonen Suvi, Reijula Kari. 2013. Kuntoutuslaitokset muutoksessa – näkökulmia tilojen kehittämiseen. Kunto-hankkeen loppuraportti. Työterveyslaitos

Helsinki. Saatavissa: [https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/114864/Kuntoutuslaitokset\\_muutoksessa.pdf?sequence=1](https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/114864/Kuntoutuslaitokset_muutoksessa.pdf?sequence=1)

HusmaN Tuula, Roto Pekka, Seuri Markku. 2002. Sisäilma ja terveys – tietoa rakentajille. KTL 2002. Saatavissa: <https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/78741/2002b14.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HTP-arvot 2018. Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Sosiaali- ja terveysministeriö, Helsinki 2018, [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://stm.fi/julkaisu?pubid=URN:ISBN:978-952-00-3937-0>

<https://www.sisailmayhdistys.fi>

<https://www.talotekniikkainfo.fi/>

<https://www.ttl.fi/akkreditoitujen-laboratorioanalyysien-tarjonta-laajenee-tyoterveyslaitoksella/>

Kukkonen Esko. Sisäilmaluokitusta uudistettiin. 2001 (?). Artikkelit Rakentajain kalenterissa. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020303>

Lappalainen Sanna, Reijula Kari, Tähtinen Katja, Latvala Jari, Hongisto Valtteri, Holopainen Rauno, Kurtio Päivi, Lahtinen Marjaana, Rautiala Sirpa, Tuomi Tapani, Valtanen Arja. ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos. 2017. Saatavissa: [http://urn.fi/URN:ISBN 978-952-261-722-4](http://urn.fi/URN:ISBN%20978-952-261-722-4) (PDF)

Pitkäranta, Miia ja Puhka, Aki. Kvantitatiivinen PCR sisäilman mikrobiologisen laadun arvioinnissa. 2013. Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate. Itä-Suomen yliopisto. Opinnäytetyöt, rakennusterveys 2013. Saatavissa: <https://www.uef.fi/en/web/aducate/kurssin-2011-2013-opinnaytetyot>.

Rakennetun omaisuuden tila 2017. Roti.fi. Saatavissa: [https://www.ril.fi/media/2017/2017-vaikuttaminen/roti-2017/taustat/roti-2017\\_painettu-raportti.pdf](https://www.ril.fi/media/2017/2017-vaikuttaminen/roti-2017/taustat/roti-2017_painettu-raportti.pdf)

Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. RIL 107-2012. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Tummavuoren Kirjapaino Oy. 211 s. ISBN: 978-951-758-545-3.

Sisäilmastoluokitus 2018. RT 07-11299. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustietosäätiö RTS sr.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 2015/545. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>

Siikanen Unto. Rakennusten lämpö- ja kosteusfysikaalisia näkökohtia. 2012.

Artikkeli Rakentajan kalenterissa. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020303>.

Terveydensuojelulaki 1994/763. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1994/19940763?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=terveydensuojelulaki>

Tupakkalaki 549/2016. [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20160549>

Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta. 2015/798 Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150798?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=asbesti>



Valtioneuvoston päätös asbestityöstä. 1987/886. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/1987/19870886>

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017, [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten paloturvallisuudesta 848/2017, [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170848>

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 2017/1009, [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä 796/2017, [verkkoaineisto]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170796>

Ympäristöopas 2016. Pitkäranta Mia, et al.; Home- ja kosteusvaurioituneen rakennuksen kuntotutkimusopas, Ympäristöministeriön opas 2016, Ympäristöministeriö, 2016, Haettu 13.1.2020 osoitteesta [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO\\_2016\\_Kuntotutkimusopas.pdf](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf)

## Liite 1: Sisäilmastoon liittyvää lainsäädäntöä, asetuksia sekä muita alemman tason ohjeita

Voimassa oleva lainsäädäntö määrittelee Suomessa toteutettavaa rakentamista ja rakennuksen ominaisuuksia.

Seuraavassa keskitytään sisäilmastoa ja rakennuksen terveellisyyttä ohjaavan lainsäädännön keskeisiin kohtiin. Lähteenä on käytetty keväällä 2019 voimassa ollutta lainsäädäntöä.

**Maankäyttö- ja rakennuslaissa MRL 132/1999** on asetettu seuraavat vaatimukset:  
**12 § 1. mom**

### **Rakentamisen ohjauksen tavoitteet**

Rakentamisen ohjauksen tavoitteena on edistää:

1) hyvän ja käyttäjien tarpeita palvelevan, terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sekä sosiaalisesti toimivan ja esteettisesti tasapainoisen elinympäristön aikaansaamista;

**117 § 4. mom**

### **Rakentamiselle asetettavat vaatimukset**

Korjaus- ja muutostyössä tulee ottaa huomioon rakennuksen ominaisuudet ja erityispiirteet sekä rakennuksen soveltuvuus aiottuun käyttöön. Muutosten johdosta rakennuksen käyttäjien turvallisuus ei saa vaarantua eivätkä heidän terveydelliset olonsa heikentyä.

**117 c § (21.12.2012/958)**

### **Terveellisyys**

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteittensa edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden vaarantumista sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn taikka rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi.

Rakentamisessa on käytettävä tuotteita, joista ei niiden suunnitellun käyttöiän aikana aiheudu sisäilmaan, talousveteen eikä ympäristöön sellaisia päästöjä, joita ei

voida pitää hyväksyttävänä. Rakennuksen järjestelmien ja laitteistojen on sovellettava tarkoitukseensa ja ylläpidettävä terveellisiä olosuhteita. Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä rakennukselta edellytettävistä terveellisyyteen liittyvistä fysikaalisista, kemiallisista ja mikrobiologisista olosuhteista, taloteknisistä järjestelmistä ja laitteistoista sekä rakennustuotteista.

#### **120 d § 1. ja 2. mom (17.1.2014/41)**

##### **Suunnittelutehtävien vaativuusluokat**

Suunnittelutehtävät kuuluvat vaativuusluokkiin, joita ovat vaativa suunnittelutehtävä, tavanomainen suunnittelutehtävä ja vähäinen suunnittelutehtävä.

Vaativuusluokka määräytyy suunnittelutehtävän arkkitehtonisten, toiminnallisten ja teknisten vaatimusten, rakennuksen ja tilojen käyttötarkoituksen, rakennuksen terveellisyyden ja energiatehokkuuteen liittyvien sekä rakennusfysikaalisten ominaisuuksien, rakennuksen koon, rakennussuojelun sekä kuormitusten ja palokuormien, suunnittelu-, laskenta- ja mitoitusmenetelmien, kantavien rakenteiden vaativuuden ja ympäristöstä ja rakennuspaikasta aiheutuvien vaatimusten perusteella.

#### **122 b § 1. mom (17.1.2014/41)**

##### **Rakennustyön johtotehtävien vaativuusluokat**

Rakennustyön johtotehtävät jaetaan vaativuusluokkiin rakennuksen ja tilojen käyttötarkoituksen, rakennussuojelun, rakennuksen koon, rakennusfysikaalisten ja terveydellisten ominaisuuksien, kuormitusten ja palokuormien, suunnittelumenetelmien, kantavien rakenteiden vaativuuden, ympäristöstä ja rakennuspaikasta aiheutuvien vaatimusten sekä rakentamisolosuhteiden ja työnsuorituksessa käytettävien menetelmien perusteella.

#### **166 § 1. ja 3. mom**

##### **Rakennuksen kunnossapito**

Rakennus ympäristöineen on pidettävä sellaisessa kunnossa, että se jatkuvasti täyttää terveellisyyden, turvallisuuden ja käyttökelpoisuuden vaatimukset eikä aiheuta ympäristöhaittaa tai rumenna ympäristöä. Rakennus ja sen energiahuoltoon kuuluvat järjestelmät on pidettävä sellaisessa kunnossa, että ne rakennuksen rakennustapa huomioon ottaen täyttävät energiatehokkuudelle asetetut vaatimukset.

(13.4.2007/488)

Jos rakennuksen kunnossapitovelvollisuus laiminlyödään, kunnan rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä rakennuksen korjattavaksi tai sen ympäristön siistittäväksi. Jos rakennuksesta on ilmeistä vaaraa turvallisuudelle, tulee rakennus määrätä purettavaksi tai kieltää sen käyttäminen.

## **Terveydensuojelulaki 763/1994**

### **1 §**

#### **Lain tarkoitus**

Tämän lain tarkoituksena on väestön ja yksilön terveyden ylläpitäminen ja edistäminen sekä ennalta ehkäistä, vähentää ja poistaa sellaisia elinympäristössä esiintyviä tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa terveyshaittaa (terveydensuojelu).

Tässä laissa tarkoitetaan terveyshaitalla ihmisessä todettavaa sairautta, muuta terveydenhäiriötä tai sellaisen tekijän tai olosuhteen esiintymistä, joka voi vähentää väestön tai yksilön elinympäristön terveellisyyttä.

### **6 § 1. mom (11.11.2016/942)**

#### **Kunnan terveydensuojelutehtävät**

Kunnan tehtävänä on alueellaan edistää ja valvoa terveydensuojelua siten, että asukkaille turvataan terveellinen elinympäristö. Kunnan on tiedotettava terveydensuojelusta ja järjestettävä terveydensuojelua koskevaa ohjausta ja neuvontaa.

### **26 §**

#### **Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset**

Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

Asunnossa ja muussa oleskelutilassa ei saa olla eläimiä eikä mikrobeja siinä määrin, että niistä aiheutuu terveyshaittaa.

### **27 § (19.12.2014/1237)**

#### **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.

Jos haitta aiheutuu asuinhuoneiston tai muun oleskelutilan rakennuksen rakenteista, eristeistä tai rakennuksen omistajan vastuulla olevista perusjärjestelmistä, haitan poistamisesta vastaa rakennuksen omistaja, ellei muualla laissa toisin säädetä. Jos terveyshaitta aiheutuu kuitenkin asunnon tai muun oleskelutilan käytöstä, joka ei ole tavanomaista, terveyshaitan poistamisesta vastaa asunnon tai muun oleskelutilan haltija. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi velvoittaa sen, jonka vastuulla haitta on, ryhtymään viipymättä tarvittaviin toimenpiteisiin terveyshaitan ja siihen johtaneiden tekijöiden selvittämiseksi, poistamiseksi tai rajoittamiseksi.

Jos terveyshaitta on ilmeinen ja on syytä epäillä sen aiheuttavan välitöntä vaaraa, haittaa ei voida korjata tai jos terveydensuojeluviranomaisen määräystä haitan poistamiseksi ei ole noudatettu, eikä muita tämän lain mukaisia toimenpiteitä ole pidettävä riittävinä, terveydensuojeluviranomainen voi kieltää tai rajoittaa asunnon tai muun oleskelutilan käyttöä.

Tässä pykälässä tarkoitettujen määräysten antamisen tulee perustua terveydensuojeluviranomaisen tekemään tarkastukseen sekä riittäviin ja luotettaviin mittauksiin, näytteisiin, tutkimuksiin, selvityksiin tai havaintoihin. Terveyshaitan selvittämiseksi voidaan lisäksi antaa määräys rakenteen kuntotutkimuksen suorittamisesta.

### **Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015 (Asumisterveysasetus)**

Sosiaali- ja terveysministeriö on antanut terveydensuojelulain nojalla asetuksen (545/2015) asunnon tai muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista. Terveydellisillä olosuhteilla tarkoitetaan asunnon tai muun oleskelutilan fysikaalisia (esim. lämpötila, kosteus, ilmanvaihto, melu), kemiallisia (esim. hiilidioksidit, häkä, formaldehydi) ja biologisia (esim. mikrobikasvustot) olosuhteita.

Asumisterveydellä tarkoitetaan asuntojen, päivähoito- ja koulutilojen, oppilaitosten, lastenkotien, vanhainkotien ja muiden vastaavien julkisten tilojen terveydellisiä olosuhteita.

## **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.

**2 §****Määritelmät**

Tässä asetuksessa tarkoitetaan

- 1) *altisteen toimenpiderajalla* pitoisuutta, mittaustulosta tai ominaisuutta, jolloin sen, kenen vastuulla haitta on, tulee ryhtyä terveydensuojelulain 27 §:n tai 51 §:n mukaisiin toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi;
- 2) *oleskeluvyöhykkeellä* huonetilan osaa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan, yläpinta on 1,8 metrin korkeudella lattiasta ja sivupinnat ovat 0,6 metrin etäisyydellä ulko- tai sisäseinästä tai vastaavasta kiinteästä rakennuksen osasta;
- 3) *impulssimaisella melulla* melua, joka sisältää kuulohavainnoin ja mittaamalla erotettavissa olevia melun haitallisuutta lisääviä toistuvia lyhytkestoisia ääniä melulle altistuvassa kohteessa;
- 4) *kapeakaistaisella melulla* melua, joka sisältää kuulohavainnoin ja mittaamalla erotettavissa olevia melun haitallisuutta lisääviä äännesmäisiä tai kapeakaistaisia komponentteja melulle altistuvassa kohteessa;
- 5) *kemiallisella tekijällä* terveydelle haitallisia hiukkasmaisia tai kaasumaisia orgaanisia tai epäorgaanisia aineita tai yhdisteitä, jotka ovat peräisin rakennusmateriaaleista, kosteuden vaurioittamista rakenteista, rakennuksen muista tiloista, läheisistä rakennuksista, maaperästä, sisustusmateriaaleista tai ulkoilmasta;
- 6) *haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä* sellaisia orgaanisia yhdisteitä, joiden kiehumispiste on 50—260 Celsius-astetta;
- 7) *tolueenivasteella lasketulla tuloksella* pitoisuutta, joka on laskettu vertaamalla yhdisteen detektorivastetta tolueenin detektorivasteeseen;
- 8) *tupakansavulla* savukkeen ja muiden tupakkatuotteiden poltosta muodostuvien hiukkasten ja kaasujen seosta;
- 9) *hengitettävillä hiukkasilla* (PM10) hiukkasia, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10 µm;
- 10) *pienhiukkasilla* (PM2,5) hiukkasia, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 2,5 µm;
- 11) *ulkoilmavirralla* ilmanvaihdon kautta ulkoa sisätiloihin hallitusti johdettua ilmaa.

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

Terveyshaitta on arvioitava kokonaisuutena siten, että altisteen toimenpiderajaa sovellettaessa otetaan huomioon altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttää altistumiselta tai poistaa haitta sekä poistamisesta aiheutuvat olosuhteet ja muut vastaavat tekijät.

Sovellettaessa tässä asetuksessa tarkoitettuja fysikaalisia, kemiallisia ja biologisia tekijöitä koskevia vaatimuksia tavanomaisesta poikkeavissa oloissa, kuten rakennuksen tai sen osan korjauksen tai muutostyön aikana, on otettava huomioon erityisesti altistuksen kesto ja mahdollisen terveyshaitan toteutumisen riski.

#### 4 §

##### **Mittaus, näytteenotto ja analyysi**

Mittaus ja näytteenotto tulee tehdä ensisijaisesti asunnon tai muun oleskelutilan tavanomaista käyttöä vastaavissa oloissa. Terveyshaittaa selvittäessä on mittauksessa ja näytteenotossa käytettävä standardoituja menetelmiä tai vastaavia muita luotettavia menetelmiä. Mittaus- ja näytteenottolaitteiden pitää olla valmistajan ohjeiden mukaisesti kalibroituja.

Näyte tulee ottaa ja analysoida laboratorion ohjeiden ja laadunvarmistusjärjestelmän mukaisesti. Mittaus- ja analyysituloksia sisältävässä lausunnossa on aina ilmoitettava käytetty mittaus-, näytteenotto- ja analysointimenetelmä sekä määrittämisraja ja tulosten tulkinnassa noudatetut periaatteet.

Toimenpiderajan ylittymistä arvioitaessa on tehtävä mittaus- tai näytteenotto-tapahtumaa ja jatkoanalyysiä koskeva epävarmuustarkastelu. Toimenpideraja ylittyy, jos tässä asetuksessa tarkoitettujen altisteiden numeeriset arvot ylittävät mittaus-epävarmuus huomioon ottaen.

Uuden mittausmenetelmän luotettavuus ja toistettavuus terveyshaittojen selvittämiseksi on osoitettava asiantuntevan ja riippumattoman sosiaali- ja terveysministeriön hyväksymän toimijan toimesta.

#### 5 §

##### **Huoneilman kosteus**

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

#### 6 §

##### **Lämpötila ja ilman virtausnopeus**

Huoneilman lämpötila voidaan mitata oleskeluvyöhykkeeltä sen mukaan, mikä on tarpeen terveyshaitan selvittämiseksi. Huoneilman lämpötila mitataan noin 1,1 metrin korkeudelta.

Lämpötilojen tulee täyttää tämän asetuksen liitteessä 1 olevan taulukon 1 mukaiset toimenpiderajat. Toimenpiderajoja sovelletaan asunnossa vain asuinhuoneiden lämpötilojen terveellisyysarviointiin. Lämpötilat eivät saa aiheuttaa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Ilman virtausnopeus ei saa ylittää liitteessä 1 olevan vetokäyrän mukaista virtausnopeutta.

**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  $2\ 100\ \text{mg/m}^3$  (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  $0,35\ \text{dm}^3/\text{s}$  neliömetriä kohden kaikissa asuinhuoneissa.

Asunnon ulkoilmavirta saa olla 1 momentissa säädettyä pienempi, jos varmistutaan siitä, etteivät sisäilman epäpuhtauspitoisuudet tai lämpötila nouse niin suuriksi, että ne aiheuttavat terveyshaittaa taikka kosteus nouse niin suureksi, että se voisi aiheuttaa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

**10 §****Muiden oleskelutilojen ilmanvaihto**

Sen lisäksi, mitä 8 ja 9 §:ssä säädetään, ulkoilmavirran tulee olla kouluissa, päiväkodeissa ja muissa vastaavissa oleskelutiloissa käytön aikana vähintään  $6\ \text{dm}^3/\text{s}$  henkilöä kohden.

Ulkoilmavirta saa kuitenkin olla  $4\ \text{dm}^3/\text{s}$  henkilöä kohden, jos varmistutaan siitä, etteivät sisäilman epäpuhtauspitoisuudet tai lämpötila nouse niin suuriksi, että ne aiheuttavat terveyshaittaa taikka kosteus nouse niin suureksi, että se voisi aiheuttaa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.



**11 §**

**Melun mittaaminen** Melumittauksessa tulee käyttää tarkkuudeltaan ja toiminnoiltaan luotettavaksi osoitettua mittauslaitteistoa, jolla saatuja mittaustuloksia voidaan verrata tässä asetuksessa säädettyihin toimenpiderajoihin.

Melumittaus tehdään oleskeluvyöhykkeellä. Mittauslaite sijoitetaan melun kokemisen ja haittavaikutusten kannalta tarkoituksenmukaiselle korkeudelle ja paikkaan, tavallisimmin pään korkeudelle. Mittauspiste voi olla myös vuode ja vuoteessa olevan henkilön pään alue. Mittauspiste ei saa kuitenkaan ilman perusteltua syytä sijaita alle 0,5 metrin etäisyydellä mistään huonepinnasta. Kun melutaso mitataan, ikkunoiden, ulko-ovien ja tuuletusluukkujen tulee olla kiinni.

**12 §****Melun toimenpiderajat**

Asunnon tai muun oleskelutilan terveydellisten olosuhteiden todentamiseen sisämelun päivä- ja yöajan keskiäänitasoon sovelletaan liitteen 2 taulukon 1 toimenpiderajoja.

Kun melu on pienitaajuisia, sovelletaan yöaikaiseen meluun liitteen 2 taulukon 2 toimenpiderajoja. Pienitaajuisen melun toimenpiderajat koskevat tiloja, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

Yöaikainen (klo 22–7) musiikkimelu tai muu vastaava mahdollisesti unihäiriötä aiheuttava melu, joka erottuu selvästi taustamelusta, ei saa ylittää 25 dB yhden tunnin keskiäänitasona  $L_{Aeq,1h}$  (klo 22–7) mitattuna niissä tiloissa, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

Teknisten laitteiden aiheuttama melu asuinhuoneissa ei saa ylittää liitteen 2 taulukoiden 1 ja 2 arvoja. Teknisten laitteiden yöaikaisen melun enimmäistaso  $L_{AFmax}$  (klo 22–7) ei saa ylittää 33 dB. Jos melua esiintyy yöaikaan satunnaisesti tai harvoin, arvot saavat olla tätä suurempia kuitenkin siten, että yli 45 dB tasoja ei esiinny lainkaan. Samassa huoneistossa laskettavan veden aiheuttamaa ääntä ei oteta huomioon mitattaessa tässä momentissa tarkoitettua melua.

Kuulovaurion välttämiseksi melun äänitasot eivät saa ylittää  $L_{Aeq,4h}$  100 dB,  $L_{AFmax}$  115 dB tai  $L_{Cpeak}$  140 dB. Jos yksi tai useampi näistä ylittyy, on melualtistusta rajoitettava joko suojaamalla kuulo, vähentämällä melutasoa tai rajoittamalla melua aiheuttavaa toimintaa ajallisesti.

**13 §****Melumittaustulosten korjaaminen**

Impulssimaisen melun haitallisuuden vuoksi 12 §:n 1 momentissa tarkoitettuun keskiäänitasoon lisätään laskennallinen impulssikorjaus, jonka suuruus on 5 dB tai 10 dB riippuen melun impulssimaisuudesta.

Kapeakaistaisen melun haitallisuuden vuoksi 12 §:n 1 momentissa tarkoitettuun keskiäänitasoon lisätään laskennallinen kapeakaistakorjaus, jonka suuruus on 3 dB tai 6 dB riippuen melun kapeakaistaisuudesta. Impulssimaisuus- ja kapeakaistaisuuskorjaus tehdään vain sille ajalle, jolloin melussa esiintyy altistuvassa kohteessa impulssimaisuutta tai kapeakaistaisuutta.

#### 14 §

##### Kemiallisten tekijöiden mittaus

Ilmanäyte on otettava oleskeluvyöhykkeeltä tilan tai huoneen keskialueelta, noin 1,1 metrin korkeudelta. Näyte otetaan sellaisesta huoneesta tai oleskelutilasta, joka parhaiten edustaa tutkittavan kemiallisen yhdisteen esiintymistä. Ilmanvaihdon on näytteenottotilassa vastattava altistumisen kannalta tavanomaista tilannetta. Ikkunat, ulko-ovet ja tuuletusluukut on pidettävä kiinni näytteen keräyksen aikana. Mittausaika on kunkin kemiallisen aineen mittausmenetelmässä ilmoitettu näytteen keräysaika.

#### 15 §

##### Haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m<sup>3</sup>.

Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m<sup>3</sup>.

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 µg/m <sup>3</sup>                        |
| 2-etyyli-1-heksanoli (2EH)                                 | 10 µg/m <sup>3</sup>                        |
| Naftaleeni                                                 | ei saa esiintyä hajua, 10 µg/m <sup>3</sup> |
| Styreeni                                                   | 40 µg/m <sup>3</sup>                        |

## Liite 2: Sisäilmastoluokitus 2018

### 1. Johdanto

Sisäilmastoluokitus 2018 on tarkoitettu käytettäväksi rakennus- ja taloteknisen suunnittelun, urakoinnin ja rakennustarviketeollisuuden apuna silloin, kun tavoitellaan normaaliin vaatimustasoon nähden terveellisempiä ja viihtyisämpiä rakennuksia.

Sisäilmastoluokitus ei ole kaikkia rakennushankkeita koskeva viranomaisohje. Kuitenkin hankkeissa, joiden sopimusasiakirjoissa viitataan sisäilmastoluokitukseen mainittuihin asioihin, nämä asiat muuttuvat sopimusosapuolia sitoviksi.

Sisäilmastoluokitusta käytetään nykyisin yleisesti mm. toimitilarakentamisen sisäilmaston tavoitteiden asettamisessa.

Valinnan tavanomaiseen nähden paremmista sisäilmaston tavoitearvoista tekee rakennushankkeeseen ryhtyvä, yleensä suunnittelijoiden kanssa yhteistyössä. Sisäilmastotavoitteet tulee kirjata siten, että ne tulevat kaikille hankkeessa toimiville sopijaosapuolille tiedoksi.

Sisäilmastoluokituksen tavoitearvoja ei pidä käyttää rakennuksen terveellisyyden eikä mahdollisten rakennusta käyttäviä henkilöitä koskevien terveyshaittojen arvioinnissa.

### 2. Sisäympäristön tavoitearvot

#### 2.1 Sisäilmastoluokat

Sisäilmastoluokitus jakaa sisäilmaston luokkiin S1, S2 ja S3.

- S1 on vaativin luokka ja vastaa yksilöllistä sisäilmastoa. Tällöin mm. tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja ja valaistusta eikä tilassa ole havaittavia hajuja.
- S2 vastaa hyvää sisäilmastoa. Lämpöolot ovat yleisesti hyvät mutta kesäpäivisin yllämpeneminen on mahdollista, havaittavia hajuja ei esiinny.
- S3 vastaa tyydyttävää sisäilmastoa. Tähän yleensä päästään toteuttamalla rakennushanke voimassa olevien lakien ja asetusten mukaisesti.

Sisäilmastoluokituksessa asetetaan sisäilmastoluokittain tavoitearvoja seuraaville tekijöille:

- lämpöolosuhteet
- sisäilman laatu
- ääniolosuhteet
- valaistus

## 2.2 Lämpöolosuhteet

Sisäilmastoluokissa S1 ja S2 on sisäilman operatiiviselle lämpötilalle (top) asetettu tavoitearvot seuraavasti riippuen ulkolämpötilasta:

- Kun  $t_u < 0^\circ\text{C}$ , on sisälämpötilan tavoitearvo S1- ja S2-luokassa  $+21,5^\circ\text{C}$ .
- Kun  $t_u > 20^\circ\text{C}$ , on sisälämpötilan tavoitearvo S1-luokassa  $+24,5^\circ\text{C}$  ja S2-luokassa  $+25,5^\circ\text{C}$ .

Sisälämpötilan vaihteluväleistä ja enimmäisarvoista on tarkemmin määritetty Sisäilmasto-luokitus 2018:ssa.

Näiden lisäksi sisälämpötilaa on voitava S1-luokassa tila- tai huonekohtaisesti säätää top  $+1,5^\circ\text{C}$ .

S3-luokalle on ilmoitettu vain ulkolämpötilasta riippumaton sisäilman operatiivisen lämpötilan tavoitearvo  $+21^\circ\text{C}$  ja karkeat operatiivisen lämpötilan enimmäisarvot.

Ilman liikenopeudelle on edellä mainittujen lisäksi annettu tavoitearvot Sisäilmasto-luokitus 2018:ssa.

## 2.3 Sisäilman laatu

Sisäilman laatua koskevat tavoitearvot on annettu hiilidioksidipitoisuudelle, radonpitoisuudelle, ja hiukkasille.

Sisäilman ihmisperäisen hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvoina käytetään hiilidioksidipitoisuuslisää suhteessa ulkoilman hiilidioksidipitoisuuteen seuraavasti: S1-luokassa  $<350$  ppm, S2-luokassa  $<550$  ppm ja S3-luokassa  $<800$  ppm. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on nykyisin noin 400 ppm nousten noin 2 ppm/vuosi.

Sisäilman radonpitoisuudelle on asetettu seuraavat tavoitearvot: S1- ja S2-luokassa  $< 100$  Bq/m<sup>3</sup> ja S3-luokassa  $< 200$  Bq/m<sup>3</sup>.

Hiukkaspitoisuuksille PM<sub>2,5</sub> (hiukkasen aerodynaaminen halkaisija alle 2,5 µm) on määritetty tavoitearvot seuraavasti: S1- ja S2-luokassa  $<10$  µg/m<sup>3</sup> ja S3-luokassa  $<25$  µg/m<sup>3</sup>. Lisäksi sisäilmassa esiintyvien hiukkasten suhteelliselle määrälle suhteessa ulkoilman hiukkasmäärään on tavoitearvot S1-luokassa  $<0,5$  ja S2-luokassa  $<0,7$ .

Sisäilman suhteelliselle kosteudelle ei ole esitetty tavoitearvoa.

## 2.4 Ääniolosuhteet

Ääniolosuhteita koskevia tavoitearvoja on annettu tilan käyttötarkoituksen mukaisesti seuraaville tiloille:

- asuinhuone
- pieni toimistohuone
- neuvotteluhuone
- avotilatoimisto
- opetustila
- terveydenhoidon vastaanottohuone, tutkimushuone ja hoitohuone

Em. tiloille tavoitearvoja on esitetty mm. tilojen väliselle ilma- ja askelääneneristävyydelle, LVIS-laitteiden aiheuttamalle äänitasolle, rakennuksen ulkopuolisten äänilähteiden aiheuttamalle äänitasolle, jälkikaiunta-ajalle ja erilaisia avotyöskentelytiloja koskevalle puheensiirtoindeksille.

Asuintilojen välisten rakenteiden tulee täyttää seuraavat vaatimukset: S3- ja S2-luokassa äänitasoeroluku (ilmaääni)  $> 55$  dB ja askeläänitasoluku  $< 53$  dB. S1-luokassa vastaavat arvot ovat  $> 58$  dB ja  $< 49$  dB.

S3- ja S2-luokkaan päästään asetuksen mukaisilla arvoilla mutta S1-luokkaan tarvitaan ääniteknisesti paremmat rakenteet.

Tarkemmin äänitekniset tavoitearvot on esitetty Sisäilmastoluokitus 2018:ssa.

## 2.5 Valaistus

Valaistusta koskevia tavoitearvoja on annettu Sisäilmastoluokitus 2018:ssa S1- ja S2-luokissa valaistusvoimakkuudelle, valaistuksen tasaisuudelle, häikäisyindeksille ja värintoistoindeksille. S3-luokassa ei ole näille tekijöille ole esitetty vaatimuksia.

S1-luokassa pitää käyttäjän pystyä säätämään työpistevalaistusta. Lisäksi S1-luokan asuin- ja oleskelutiloissa tulee voida säätää valaistusvoimakkuutta valaisinpistorasiassa ja ikkunaoissa esim. säleverhoilla tai markiiseilla.

### 3. Suunnittelu- ja toteutusohjeet

#### 3.1 Rakennuttaminen

Hankesuunnitteluvaiheessa rakennuttaja, tilaaja ja rakennuttajakonsultti määrittää hankekohtaisesti eri tiloja koskevat sisäilmastoluokat (S1, S2, S3) yhdessä suunnittelijoiden kanssa. Tavoitearvot ja niihin liittyvät toimenpiteet tulee saattaa tiedoksi hankkeen kaikille suunnittelijoille.

Rakennustöiden suunnittelua ja ohjausta varten on valittava

- rakennustöiden puhtausluokka (P1, - )
- ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka (P1, - )
- rakennusmateriaalien päästöluokka (M1, - )

Hankkeen käyttöönottovaiheen todentamismittaukset suunnitellaan rakennuttajan ja suunnittelijoiden yhteistyönä.

Valitun sisäilmastoluokan mukaan määräytyvät tehtävät tulee olla hankeasiakirjoissa selkeästi vastuutettu hankkeeseen osallistuville osapuolille.

#### 3.2 Rakennussuunnittelu ja rakennusmateriaalien valinta

Jokainen suunnittelija huolehtii siitä, että valitun sisäilmastoluokan mukaiset suunnitteluratkaisut esitetään hankkeen suunnitelma-asiakirjoissa. Suunnittelijakohtaisia toimenpiteitä on esitetty mm. RT-kortissa RT 07-10564 Rakennuksen sisäilmasto sekä Terveen talon toteutuksen kriteerit -oppaassa.

Rakennus- ja rakennesuunnitteluun kuuluvia sisäilmastoon vaikuttavia tekijöitä ovat mm.

- maaperän laatu ja epäpuhtaudet
  - radon, muut maaperän epäpuhtaudet
- pohjaveden korkeus
- aurinko ja varjostukset, ikkunoiden aurinkosuojaus
  - S1-luokassa yllälämpenemisen estäminen
- ulkoilman ilmanlaatu
  - riittävät suodattimet
- ympäristön äänitaso
- tilojen sijoittelu
  - epäpuhtaammat tilat erilleen puhtaammista tiloista
- lämmöneristys
- rakenteiden ilmanpitävyys
  - rakennuksen ulkovaipan ja tilojen välisten rakenteiden ilmanpitävyys

- suojaus ulkoiselta kosteudelta
- rakennus- ja sisustusmateriaalit
  - S1- ja S2-luokan tilojen materiaalit pääosin M1-luokiteltuja materiaaleja
  - seuraavien materiaalien vapaa käyttö: tiili-, luonnonkivi-, lasi-, metalli-, keraamiset laatat, käsittelemätön haapa, koivu, kuusi, mänty
- huollettavuus, siivottavuus

### 3.3 Työmaasuunnittelu ja työmaan puhtaus johdanto

Valitun sisäilmaston laatuluokan toteutumiseen vaikuttaa ratkaisevasti pölyn, kosteuden ja vedenpoiston hallinta.

Valitun sisäilmastoluokan mukaisesti tulee työmaalla olla käytössä

- kosteudenhallintasuunnitelma
- rakennustöiden puhtausluokitus (P)
- rakennuksen puhtauden arviointimenetelmät

#### Kosteudenhallinta

Kosteudenhallintasuunnitelma voidaan tehdä esim. Kuivaketju 10 -toimintamallin mukaisesti ja kosteudenhallinnassa tulee toteuttaa ja varmistaa hankekohtaisesti mm.

- kosteusriskit
- rakenteiden kuivumisaika-arviot
- lämmitys-, kuivaus-, suojaus- ja osastointisuunnitelma
- varasuunnitelma aikataulussa pysymiseksi
- materiaalien ja tarvikkeiden käsittely
- kastumisen estäminen
- kuivumisolosuhteiden järjestäminen
- kosteudenhallinnan organisointi
- kosteudenmittausuunnitelma
- rakenneosien päällystettävyyden kosteusrajat
- dokumentointi
- tiedotus ja valvonta

## Puhtaudenhallinta

Rakennustöiden puhtausluokituksessa on vain yksi luokka, P1. Tavoitteena on sisäilmastoluokituksen mukaisesti varmistaa, että rakennuksen tilat ovat käyttöönotto-vaiheessa puhtaat eikä sisäilmaan kulkeudu rakennusvaiheesta peräisin olevia epäpuhtauksia.

P1-puhtausluokan vaatimukset koskevat rakennusteknisten töiden ja ilmanvaihtojärjestelmän toteutusta.

Yleensä sisäilmastoluokissa S1 ja S2 rakennustekniset työt toteutetaan puhtausluokan P1 vaatimusten mukaisesti. On suositeltavaa käyttää puhtausluokan P1 rakennus- ja ilmanvaihtoasennustyötapoja myös S3-luokkaan kuuluvissa tiloissa.

P1-puhtausluokan mukaiset toteutusohjeet ottavat kantaa seuraaviin asioihin:

- rakennustarvikkeiden kuljetus, varastointi ja suojaus
  - rakennus- ja IV-tarvikkeet suojataan varastoinnin ja asennuksen aikana likaantumislta ja kastumiselta
  - asennusvaiheen aikana ilman tulee olla puhdasta ja kuivaa eikä ilmaa likaavia työvaiheita saa tehdä asennuspaikan läheisyydessä
- toimintakoevalmiudessa olevien tilojen osastointi
  - tilat osastoidaan ennen loppusiivouksen käynnistämistä
  - osastoitua tilaa ei saa käyttää säännölliseen läpikulkuun, elleivät viereiset tilat täytä ko. tilan puhtausvaatimusta
  - tilat merkitään selvästi näkyvällä ”Puhtausluokan P1 tila” -merkinnällä
- tilojen siivous
  - työnaikainen siivous tehdään M- tai H-luokan suurtehoimurilla, lapiolla tai lastalla. Harjan käyttö on kielletty
  - osastoinnin jälkeisissä pölyävissä työvaiheissa käytetään kohdepoistoa ja tilat siivotaan aina sen jälkeen, kun tilassa on syntynyt pölyä
  - loppusiivous tehdään kaksivaiheisena: ensin ei näkyvissä olevien pintojen (esim. alakattojen yläpinnat ja talotekniikka-asennukset) puhdistus vähintään HEPA13-suodattimella varustetulla laitosimurilla ja toisena vaiheena kovien ja sileiden pintojen nihkeä-/kosteapyyhkiminen
- luokituksesta tiedottaminen ja koulutus
  - sisäympäristötavoitteet kirjataan työmaan käynnistyessä urakoitsijoiden laatusuunnitelmiin ja niiden toteutumista seurataan työmaakokouksissa
  - keskeisille urakoitsijoille ja työntekijöille järjestetään koulutustilaisuus sisäilmatavoitteisiin pääsemiseksi



## Talotekniikkasuunnittelu

Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmä suunnitellaan siten, että valituilla ratkaisuilla saavutetaan tavoitteiden mukaiset olosuhteet mitoitusväällä. Lämpöolojen tavoitearvojen toteutuminen tarkastetaan rakennuksen ollessa käytössä.

Ilmanvaihtojärjestelmällä poistetaan ensisijaisesti ihmisten aiheuttamia epäpuhtauksia ja kosteutta. Tilojen ilmanvaihtomäärien tulee vastata mahdollisimman tarkasti tilojen todellista henkilökuormitusta.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokituksen (P) tavoitteena on varmistaa uuden ilmanvaihtojärjestelmän läpi virtaavan tuloilman hyvä laatu.

Sisäilmastoluokissa S1 ja S2 ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokkana on P1. Tällöin tulee kiinnittää huomiota mm. seuraaviin asioihin:

- tuloilman suodatinluokan valinta
- puhtausluokitellut ilmanvaihtotuotteet ja puhdistetut muut tuotteet
- tiivistemateriaalit päästöluokkaa M1, M2 tai vastaavaa materiaalia
- luovutusvalmiin ilmanvaihtojärjestelmän sisäpinnan pölykertymä
- kanavien lämmön- ja kosteudeneristys
- kanavisto on oltava helposti puhdistettavissa
- IV-tuotteiden suojaus työmaalla

IV-järjestelmän asennuksessa huomioitavia asioita:

- tuotteiden suojaukset poistetaan vasta juuri ennen asennusta
- asennustyön aikana järjestelmään ei saa päästä likaa
- kanavistojen sisäpintoihin ei saa jäädä jäysteitä eikä ruuveja puhdistusta vaikeuttamaan
- tiivistyksessä vältetään runsasta kittien käyttöä
- kanavistojen avonaiset päät suljetaan taukojen ja keskeytysten ajaksi

## 4. Vaatimukset rakennustuotteille

### Rakennusmateriaalien päästöluokitus (M)

Rakennusmateriaalien päästöluokituksessa rakennusmateriaalit jaetaan kolmeen luokkaan, M1, M2 ja M3.

M1-luokka on paras ja tähän luokkaan kuuluvien materiaalien huoneilmaan vapauttavat kemialliset päästöt ovat testatusti alhaisimmat. M2-luokiteltuja materiaaleja ei juuri markkinoilla ole joten käytännön tasolla materiaalien luokittelussa on käytössä M1-luokitellut ja luokittelemattomat materiaalit.

Rakennusmateriaalien päästöluokituksen piiriin kuuluvat rakennusmateriaalien lisäksi kiintokalusteet, päällystämättömät huonekalut sekä päällystetyt toimistotuolit.

Kankaalla tai keinonahkalla päällystettyjen työtuolien yhteydessä on käytössä vain M1-emissioluokka.

Rakennusmateriaalien päästöluokituksen yhteydessä mitataan seuraavien aineiden pitoisuudet:

- haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio (TVOC)
- yksittäiset haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)
- formaldehydi
- ammoniakki
- CMR-yhdisteet (syöpää aiheuttavat, perimää vaurioittavat, lisääntymiselle vaaralliset yhdisteet)
- haju

### Ilmanvaihtotuotteiden päästöluokitus (M) ja puhtausluokitus (P)

Tavanomaisella tekniikalla valmistettujen peltikanaville ei tarvitse tehdä emissiotestejä. Muista materiaaleista valmistettujen kanavien sisäpintojen emissiotestauksessa määritetään vastaavat pitoisuudet kuin rakennusmateriaalien osalla.

Ilmanvaihtotuotteille on käytössä yksi puhtausluokka, P1.

IV-kanavistojen puhtausluokittelussa määritetään seuraavia tekijöitä:

- kanavien ja kanavaosien öljyisyys tai haju
- ilmavirtaan irtoavat mineraalikuidut
- pintapölyn määrä

Kanavistoissa käytettävien tuotteiden sisäpuolisen pinnan tulee olla sellainen, ettei se edistä lian kertymistä (tasaisuus).

Tuloilmasuodattimille asetettuja vaatimuksia ovat mm.

- hajuttomuus
- suodattimesta ei saa irrota mineraalikuituja tuloilmaan
- suodatin on voitava vaihtaa helposti
- suodatin ei saa joutua kosketuksiin kosteuden kanssa
- suodattimen vaihtotarpeen määrittelee valmistaja

IV-laitteiden äänenvaimentimista ei saa päästä tuloilmaan hiukkasia, kuituja eikä muita haitallisia epäpuhtauksia. Äänenvaimentimien on oltava puhdistettavissa. Puhdistustarpeen määrittelee valmistaja.

Lähteet: Sisäilmastoluokitus 2018, Sisäilmayhdistys ry



VALTIONEUVOSTO  
STATSRÅDET

Valtioneuvoston kanslia

Statsrådets kansli

Opetus- ja kulttuuriministeriö

Undervisnings- och kulturministeriet

Sosiaali- ja terveysministeriö

Social- och hälsovårdsministeriet

Ympäristöministeriö

Miljöministeriet

