

## D2 SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

### Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto

### Määräykset ja ohjeet 2003

#### **Ympäristöministeriön asetus rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta**

Annettu Helsingissä 30 päivänä lokakuuta 2002

Ympäristöministeriön päätöksen mukaisesti säädetään 5 päivänä helmikuuta 1999 annetun maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 13 §:n nojalla rakentamisessa sovellettaviksi seuraavat määräykset ja ohjeet rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta.

Määräykset ja ohjeet on ilmoitettu teknisiä standardeja ja määräyksiä ja tietoyhteiskunnan palveluja koskevia määräyksiä koskevien tietojen toimittamisessa noudatettavasta menettelystä annetun Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 98/34/EY, sellaisena kuin se on muutettuna direktiivillä 98/48/EY, mukaisesti.

Tämä asetus tulee voimaan 1 päivänä lokakuuta 2003 ja sillä kumotaan ympäristöministeriön 18 päivänä helmikuuta 1987 antama päätös rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Ennen asetuksen voimaantuloa vireille tulleeseen lupahakemukseen voidaan soveltaa aikaisempia määräyksiä ja ohjeita.

Helsingissä 30 päivänä lokakuuta 2002

Ministeri *Suvi-Anne Siimes*

Yli-insinööri Pekka Kalliomäki

#### **Ympäristöministeriön asetus rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta annetun ympäristöministeriön asetuksessa olevan määräyksen 1.2 muuttamisesta**

Annettu Helsingissä 15 päivänä huhtikuuta 2003

---

Ympäristöministeriön päätöksen mukaisesti *muutetaan* rakennusten sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 30 päivänä lokakuuta 2002 annetun ympäristöministeriön asetuksessa (D2) oleva määräys 1.2 seuraavasti:

##### 1.2 Vastavuoroinen tunnustaminen

###### 1.2.1

Milloin näissä määräyksissä ja ohjeissa on annettu tietoa käytettävissä olevista SFS-standardeista, niiden ohella ja sijasta voidaan käyttää myös muualla Euroopan talousalueella voimassa olevaa tasoltaan vastaavaa standardia.

---

Tämä asetus tulee voimaan 1 päivänä lokakuuta 2003.

Helsingissä 15 päivänä huhtikuuta 2003

Ministeri *Suvi-Anne Siimes*

Yli-insinööri Pekka Kalliomäki

# Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto

## Määräykset ja ohjeet 2003

### Sisällys

|     |   |     |  |
|-----|---|-----|--|
| 1   | YLEISTÄ                                   | 3.5 | Palautus-, siirto- ja kierrätysilma                                  |
| 1.1 | Soveltamisala                             | 3.6 | Ilman jako ja poisto   |
| 1.2 | Vastavuoroinen tunnustaminen              | 3.7 | Ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys ja paineet                           |
| 1.3 | Määritelmiä                               | 3.8 | Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja huollettavuus                     |
| 2   | RAKENNUKSEN SISÄILMASTO                   | 4   | ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN ENERGIATEHOKKUUS                             |
| 2.1 | Yleistä                                   | 5   | ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TOIMINTAKUNNON VARMISTAMINEN JA KÄYTTÖÖNOTTO |
| 2.2 | Lämpöolot                                 |     | LIITTEET   |
| 2.3 | Ilmanlaatu                                | 1   | Ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitason ohjearvoja                 |
| 2.4 | Ääniolosuhteet                            | 2   | Moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihto-ohjeet                           |
| 2.5 | Valaistusolosuhteet                       |     | Opastavia tietoja  |
| 3   | ILMANVAIHTO                               |     |  |
| 3.1 | Ilmanvaihtojärjestelmät                   |     |  |
| 3.2 | Ilmavirrat                                |     |  |
| 3.3 | Tuloilman suodatus                        |     |  |
| 3.4 | Ulko- ja jäteilmalaitteiden sijoittaminen |     |  |

### MERKKIEN SELITYS

**Määräykset** on kirjoitettu leveälle palstalle täällä isolla kirjasinkoolla. Määräykset ovat velvoittavia.

**Ohjeet** on kirjoitettu kapealle palstalle pienellä kirjasinkoolla. Ohjeet eivät ole velvoittavia, vaan muitakin kuin niissä esitettyjä ratkaisuja voidaan käyttää, jos ne täyttävät rakentamiselle asetetut vaatimukset.

**Selostukset**, jotka ovat kapealla palstalla kursivoituna, antavat lisätietoja sekä sisältävät viittauksia muihin säädöksiin.

# YLEISTÄ

## 1.1 Soveltamisala

### 1.1.1

Nämä määräykset ja ohjeet koskevat uuden rakennuksen sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa. Loma-asuntojen osalta määräykset koskevat vain kokovuotiseen tai talviaikaiseen käyttöön tarkoitettuja rakennuksia.

## 1.2 Vastavuoroinen tunnustaminen

### 1.2.1

Milloin näissä määräyksissä ja ohjeissa on annettu tietoa käytettävissä olevista SFS-standardeista, niiden ohella ja sijasta voidaan vastavuoroisesti käyttää myös muussa Euroopan talousyhteisön jäsenmaassa voimassa olevaa tasoltaan vastaavaa EN-standardia tai muuta standardia.

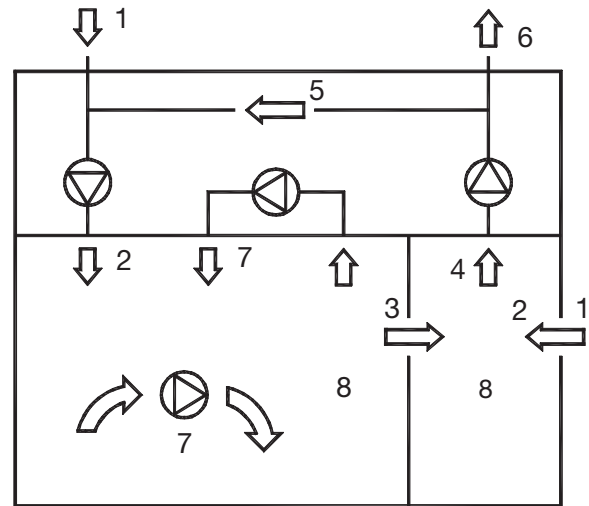
## 1.3 Määritelmiä

### 1.3.1

Näissä määräyksissä ja ohjeissa tarkoitetaan:

- 1) *hiukkasilla*  $PM_{10}$  hiukkasia, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10 mikrometriä;
- 2) *huonelämpötilalla* yleensä ilman lämpötilaa oleskeluvyöhykkeellä. Kun huoneessa on laajoja pintoja, joiden lämpötila poikkeaa ilman lämpötilasta käytetään huonelämpötilana operatiivista lämpötilaa. Operatiivinen lämpötila kuvaa sisäilman lämpötilasta poikkeavien pintalämpötilojen vaikutusta ihmisen lämmöntunteeseen;
- 3) *ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemalla lämpömäärällä* sitä lämpömäärää, joka tarvitaan ilmanvaihdon ilmavirran lämmittämiseksi ulkoilman lämpötilasta huonelämpötilaan;
- 4) *ilmanvaihdolla* huoneilman laadun ylläpitämistä ja parantamista huoneen ilmaa vaihtamalla;
- 5) *ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteholla* rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien yhteenlaskettu sähköverkosta ottamaa sähkötehoa jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän koko mitoitusjäteilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla (suurempi näistä). Ilmanvaihtojärjestelmän sähköverkosta ottama sähköteho sisältää puhaltimien moottorien sähkötehon lisäksi mahdollisten taajuusmuuttajien ja muiden tehonsäätölaitteiden sähkötehon;
- 6) *ilmanvaihtokertoimella* tunnin kuluessa huonetilaan tai tilasta virrannutta ulkoilmavirtaa huonetilan ilmatilavuutta kohti,  $(m^3/h)/m^3 = 1/h$ ;
- 7) *ilmastoinnilla* huoneilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden ja ilman liikkeen hallintaa tulo- tai kierrätysilmaa käsittelemällä;
- 8) *jäteilmalla* poistoilmaa, joka johdetaan rakennuksesta ulos;
- 9) *kierrätysilmalla* ilmaa, joka palautuu ainoastaan samaan huonetilaan tai asuntoon;
- 10) *koneellisella tulo- ja poistoilmajärjestelmällä* järjestelmää, jolla ilma poistetaan rakennuksesta koneellisesti puhaltimen avulla ja tilalle tuodaan lämmitettyä/jäähdytettyä ja suodatettua ulkoilmaa puhaltimen avulla;
- 11) *koneellisella poistoilmajärjestelmällä* järjestelmää, jolla ilma poistetaan rakennuksesta koneellisesti puhaltimen avulla ja tilalle tulee ulkoilmaa sekä ulkoilmalaitteiden kautta että rakenteiden ilmapuotoina;
- 12) *käyttöajalla* aikaa, jolloin rakennuksessa tai tilassa oleskellaan tai rakennusta tai tilaa käytetään sen käyttötarkoituksen mukaisesti;
- 13) *lämpötilahyötysuhteella* lämmöntalteenotto-laitteiston lämmönsiirtimen tuloilman lämpötilan muutoksen suhdetta poisto- ja ulkoilman lämpötilojen erotukseen lämmönsiirtimessä;
- 14) *oleskelutilalla* huonetilaa, jossa oleskellaan pitempään kuin tilapäisesti. Oleskelutiloja eivät ole esimerkiksi hygieniatilat, pukuhuoneet ja toimistokäytävät;
- 15) *oleskeluvyöhykkeellä* sitä osaa huonetilasta, jossa sisäilmastovaatimukset on suunniteltu toteutuvaksi. Yleensä se on vähintään huonetilan osa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan, yläpinta on 1,8 m:n korkeudella lattiasta ja sivupinnat 0,6 m:n etäisyydellä seinistä tai vastaavista kiinteistä rakennusosista;
- 16) *painovoimaisella ilmanvaihtojärjestelmällä* järjestelmää, jonka toiminta perustuu korkeus- ja lämpötilaerojen sekä tuulen aiheuttamiin paine-eroihin. Lämmin sisäilma kevyempänä virtaa poistoilmakanavassa ylöspäin ja ulos rakennuksesta. Tilalle tulee ulkoilmaa sekä ulkoilmalaitteiden kautta että rakenteiden ilmapuotoina;
- 17) *palautusilmalla* ilmaa, joka palautetaan tuloilmana siten, että palautettavassa ilmassa on kahden tai useamman eri huonetilan poistoilmaa;

- 18) *poistoilmalla* ilmaa, joka johdetaan huonetilasta pois;
- 19) *siirtoilmalla* ilmaa, joka johdetaan tilasta toiseen tilaan;
- 20) *suunnitellulla käyttöiällä* rakennukselle, rakennusosalle, talotekniikkajärjestelmälle, sen osalle tai komponentille asetettua käyttöikävaatimusta, jonka määrittelee rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja tai suunnittelija; sekä
- 21) *tuloilmalla* ilmaa, joka johdetaan huonetilaan.



Kuva 1. Ilmavirtojen nimitykset: 1. ulkoilma, 2. tuloilma, 3. siirtoilma, 4. Poistoilma, 5. palautusilma, 6. jäteilma, 7. kierrätysilma, 8. sisäilma.

## 2

# RAKENNUKSEN SISÄILMASTO

## 2.1 Yleistä

### 2.1.1

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava kokonaisuutena siten, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilmasto.

#### 2.1.1.1

Pääsuunnittelija huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sisäilmastolle asetetut vaatimukset.

#### Selostus

*Rakentamismääräyskokoelman osassa A2 esitetään määräykset ja ohjeet rakennuksen suunnittelijoista ja suunnitelmista.*

#### 2.1.1.2

Vastaava työnjohtaja huolehtii rakennussuunnitelman, erityissuunnitelmien ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn tekemisestä siten, että sisäilmastolle asetetut vaatimukset täyttyvät.

#### Selostus

*Rakentamismääräyskokoelman osassa A1 esitetään määräykset ja ohjeet rakennustyön valvonnasta.*

### 2.1.2

Rakennuksen suunnittelussa ja rakentamisessa on terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston saavuttamiseksi otettava yleensä huomioon seuraavat rakennukseen vaikuttavat tekijät:

- 1) sisäiset kuormitustekijät kuten lämpö- ja kosteuskuormitus, henkilökuormat, prosessit sekä rakennus- ja sisustusmateriaalien päästöt;
- 2) ulkoiset kuormitustekijät kuten sää- ja ääniolot, ulkoilman laatu ja muut ympäristötekijät; sekä
- 3) sijainti ja rakennuspaikka.

### 2.1.3

Terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston saavuttaminen tulee varmistaa, kun

- 1) suunnitellaan rakennuksen lämmön- ja kosteudeneristystä sekä ikkunoiden ominaisuuksia;
- 2) määritellään rakennuksen ulkovaipan, alapohjan ja roilojen ilmanpitävyyttä sekä tilojen välisten rakenteiden ilmanpitävyyttä;
- 3) valitaan rakennus- ja sisustusmateriaaleja;
- 4) suunnitellaan rakennuksen talotekniikkajärjestelmiä, niiden käyttövarmuutta ja tilantarvetta;

- 5) suunnitellaan rakennustyömaan kosteudenhallintaa;
- 6) suunnitellaan rakennustöiden ja ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden hallintaa; sekä
- 7) laaditaan rakennustyömaan, vastaanoton ja käyttöönoton aikataulua.

#### 2.1.3.1

Terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston aikaansaamiseksi käytetään rakenteellisia keinoja, pienennetään sisäisiä kuormitustekijöitä, rajoitetaan ulkoisten ja sisäisten kuormitustekijöiden vaikutusta, sekä käytetään ilmanvaihto- ja ilmastointitekniisiä keinoja.

## 2.2 Lämpöolot

### 2.2.1

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeen viihtyisä huonelämpötila voidaan ylläpitää käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti.

#### 2.2.1.1

Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona käytetään yleensä lämpötilaa 21°C. Oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan kesäkauden suunnitteluarvona käytetään yleensä lämpötilaa 23 °C.

Perustellusta syystä voidaan huonelämpötila suunnitella ohjearvosta poikkeavasti. Tällaisia lämmityskauden lämpötilojen tilakohtaisia ohjearvoja esitetään taulukossa 1.

Hyväksyttävä poikkeama oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan suunnitteluarvosta huonetilan keskellä 1,1 m:n korkeudella on  $\pm 1$  °C.

#### TAULUKKO 1. LÄMMITYSKAUDEN HUONELÄMPÖTILAN TILAKOHTAISIA OHJEARVOJA TILOILLE, JOIDEN HUONELÄMPÖTILAN SUUNNITTELUARVO EI OLE 21 °C

| Tila                         | Huonelämpötila °C |
|------------------------------|-------------------|
| Porrashuone                  | 17                |
| Kylpyhuone, pesuhuone        | 22                |
| Kuivaushuone                 | 24                |
| Myymälä                      | 18                |
| – myymälän kiinteä työpiste  | 21                |
| Liikuntahalli                | 18                |
| Kirkkosali                   | 18                |
| Tehdashalli, keskiraskas työ | 17                |
| Autokorjaamo, katsastustilat | 17                |
| Hissikuilu                   | 17                |

#### 2.2.1.2

Rakennuksen käyttöaikana ei oleskeluvyöhykkeen lämpötila yleensä saa olla korkeampi kuin 25 °C.

#### 2.2.1.3

Ulkoilman lämpötilan viiden tunnin enimmäisjakson keskiarvon ollessa korkeampi kuin 20 °C voi huoneilman lämpötila ylittää tämän arvon korkeintaan 5 °C.

### 2.2.2

Lämpöolojen ylläpidon suunnittelussa on otettava huomioon mitoittavat ulkolämpötilat. Lämmityskauden mitoittavat ulkolämpötilat esitetään taulukossa 2.

#### TAULUKKO 2. LÄMMITYSKAUDEN MITOITTAVAT ULKOLÄMPÖTILAT

| Alue               | Mitoittava ulkolämpötila °C |
|--------------------|-----------------------------|
| Etelä-Suomen lääni | -26                         |
| Ahvenanmaan lääni  | -26                         |
| Länsi-Suomen lääni | -26                         |
| Itä-Suomen lääni   | -32                         |
| Oulun lääni        | -32                         |
| Lapin lääni        | -38                         |

#### 2.2.2.1

Lämpöolojen ylläpidon suunnittelun perusteena käytettävänä kesäkauden mitoittavina säätietoina voidaan käyttää esimerkiksi Ilmatieteen laitoksen TESTI-vuotta lisäjaksoineen tai kesäkauden mitoittavana ulkoilman lämpötilana +25 °C ja ulkoilman entalpiana Lapin läänissä 50 kJ/kg ja muualla Suomessa 55 kJ/kg.

### 2.2.3

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, etteivät ilman liike, lämpösäteily ja pintalämpötilat aiheuta epäviihtyisyyttä oleskeluvyöhykkeellä käyttöaikana.

#### 2.2.3.1

Tilakohtaisia oleskeluvyöhykkeen ilman liikkeen ohjearvoja esitetään liitteessä 1.

#### 2.2.3.2

Jos tiloihin suunnitellaan tai rakennetaan sellaisia rakenteita tai laitteita, jotka aiheuttavat voimakasta lämpösäteilyä tai matalia tai korkeita pintalämpötiloja, huonelämpötila tarkistetaan laskelmin operatiivisen lämpötilan avulla.

#### 2.2.3.3

Päiväkotien leikkihuoneet varustetaan yleensä lattian lämmityksellä tai muulla vastaavan viihtyisyyden aikaansaavalla järjestelyllä.

## 2.3 Ilmanlaatu

### 2.3.1

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että sisäilmassa ei esiinny terveydelle haitallisessa määrin kaasuja, hiukkasia tai mikrobeja eikä viihtyisyyttä alentavia hajuja.

#### 2.3.1.1

Sisäilman hiilidioksidin pitoisuus tavanomaisissa sääoloissa ja huonetilan käyttöaikana on yleensä enintään 2160 mg/m<sup>3</sup> (1200 ppm).

#### 2.3.1.2

Sisäilman epäpuhtauksien aiheuttamien terveyshaittojen ehkäisemiseksi rikkidioksidin, typpidioksidin, hiukkasten, lyijyn, hiilimonoksidin tai bentseenin pitoisuudet ovat yleensä enintään ilmanlaadusta annetun valtioneuvoston asetuksen (711/2001) mukaisia.

#### 2.3.1.3

Sisäilman laadun suunnittelussa käytettäviä epäpuhtauksien pitoisuusarvoja esitetään taulukossa 3. Suunnittelun ohjearvot koskevat kuusi kuukautta käytössä ollutta rakennusta, jonka ilmanvaihto on pidetty jatkuvasti käynnissä käyttöajan ilmanvaihdon ilmavirralla. Pitoisuuksien mittaamisessa käytetään sosiaali- ja terveysministeriön ohjeessa esitetyjä menetelmiä.

**TAULUKKO 3. SISÄILMAN EPÄPUHTAUKSIEN PITOISUUDEN ARVOJA RAKENNUKSEN SISÄILMASTON SUUNNITTELEMISEKSI JA TOTEUTTAMISEKSI**

| Epäpuhtaus                 | Yksikkö                | Suunnittelun ohjearvo<br>Pitoisuus enintään |
|----------------------------|------------------------|---|
| Ammoniikki ja amiinit      | µg/m <sup>3</sup>      | 20  |
| Asbesti                    | kuitua/cm <sup>3</sup> | 0   |
| Formaldehydi               | µg/m <sup>3</sup>      | 50  |
| Hiilimonoksidi             | mg/m <sup>3</sup>      | 8   |
| Hiukkaset PM <sub>10</sub> | µg/m <sup>3</sup>      | 50  |
| Radon                      | Bq/m <sup>3</sup>      | 200 (vuosikeskiarvo)                        |
| Styreeni                   | µg/m <sup>3</sup>      | 1   |

#### 2.3.1.4

Muiden epäpuhtauksien pitoisuus voi tavanomaisissa tiloissa olla yleensä korkeintaan 1/10 työpaikkojen ilman haitalliseksi tunnetuista pitoisuuksista (HTP), kun yksittäisen aineen vaikutus on täysin hallitseva. Jos ilmassa esiintyy useita haitalliseksi tunnettuja aineita, joiden yhteisvaikutusta ei tunneta, katsotaan hyväksyttävän pitoisuuden ylittyneen, jos

$$\sum_i (C_i / (HTP)_i) > 0,1$$

jossa  $C_i$  on mitattu yhden aineen pitoisuus ja  $(HTP)_i$  on kyseessä olevan aineen haitalliseksi tunnettu pitoisuus.

### Selostus

*Sosiaali- ja terveysministeriö vahvistaa haitallisiksi tunnetut pitoisuudet asetuksella ja luettelot julketaan sosiaali- ja terveysministeriön turvallisuustiedotteena (HTP-arvot).*

### 2.3.2

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että sisäilman kosteus pysyy rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa.

Sisäilman kosteus ei saa olla jatkuvasti haitallisen korkea eikä kosteus saa tiivistyä rakenteisiin eikä niiden pinnoille tai ilmanvaihtojärjestelmään siten, että se aiheuttaa kosteusvaurioita, mikrobin tai pieneliöiden kasvua tai muuta terveydellistä haittaa.

#### 2.3.2.1

Jos sisäilman kosteus ylittää arvon 7 g H<sub>2</sub>O/kg kuivaa ilmaa, kostutetaan huoneilmaa vain painavista syistä esimerkiksi prosessin tai varastoinnin niin vaatiessa. Arvo 7 g H<sub>2</sub>O/kg kuivaa ilmaa vastaa huoneilman tilaa, jossa suhteellinen kosteus on 45 %, kun huonelämpötila on 21 °C ja ilman paine on 101,3 kPa.

Alhaisesta sisäilman suhteellisesta kosteudesta aiheutuvien haittojen vähentämiseksi vältetään lämmityskauden aikana tarpeettoman korkeita huonelämpötiloja.

## 2.4 Ääniosuhteet

### 2.4.1

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että rakennuksessa on viihtyisät ääniosuhteet.

#### 2.4.1.1

LVIS-laitteiden tilakohtaisia äänitason ohjearvoja on esitetty liitteessä 1. LVIS-laitteiden ja muiden niihin rinnastettavien laitteiden äänitehotasot sekä laskelmat järjestelmien aiheuttamista äänitasoista huonetiloissa esitetään erityissuunnitelmissa tai selvityksissä.

### Selostus

*Rakentamismääräyskokoelman osassa C1 esitetään määräykset ja ohjeet rakenteellisesta ääneneristyksestä ja meluntorjunnasta. Sen mukaan LVIS-laitteita ja niihin rinnastettavia laitteita ovat esimerkiksi hissit, vesi- ja viemärilaitteet, kompressorit, ilmanvaihtolaitteet, jäähdytyslaitteet, lämmityslaitteet, keskuspölynimuri, mattoimuri ja talopesulan laitteet, kuten pesukoneet, lingot, kuivauspuhaltimet ja mankelit. Osan C1:n liitteessä esitetään opastavia tietoja äänitason mittaamisesta.*

#### 2.4.1.2

Ulkovaiipan ääneneristys suunnitellaan kokonaisuutena ottaen huomioon kaikki ääneneristykseen vaikuttavat rakennusosat kuten esimerkiksi seinät, ikkunat ja ilmanvaihdon ulko- ja jäteilmalaitteet. Kokonaisuuden on täytettävä asetettu ääneneristysvaatimus.

### Selostus

*Asemakaavassa voidaan antaa vaatimuksia ikkunoiden sijoittelusta ja julkisivun ääneneristävyydestä liikennemelua vastaan.*

## 2.5 Valaistusolosuhteet

### 2.5.1

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että oleskeluvyöhykkeellä voidaan ylläpitää näkötehtävän edellyttämä valaistus käyttöaikana niin, ettei energiaa käytetä tarpeettomasti.

#### 2.5.1.1

Valaistuksen ryhmittely, energiansyöttö ja ohjaus toteutetaan siten, että valaistusta voidaan vaihdella tehävien toimintojen ja luonnonvalon määrän mukaisesti.

## 3

# ILMANVAIHTO

## 3.1 Ilmanvaihtojärjestelmät

### 3.1.1

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava rakennuksen suunnitellun käyttötarkoituksen ja käytön perusteella siten, että se luo omalta osaltaan edellytykset tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveelliselle, turvallisuudelle ja viihtyisälle sisäilmastolle.

#### *Selostus*

*Rakentamismääräyskokoelman osassa A2 esitetään määräykset ja ohjeet rakennuksen suunnittelijoista ja suunnitelmista.*

### 3.1.2

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että se oikein käytettynä, huollettuna ja kunnossapidettynä kestää toimintakuntoisena suunnitellun käyttöiän.

#### *Selostus*

*Rakentamismääräyskokoelman osassa A4 esitetään määräykset ja ohjeet rakennuksen ja rakennusosien käyttö- ja huolto-ohjeen laatimisesta.*

### 3.1.3

Ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa on voitava ohjata ja valvoa.

Ilmanvaihtojärjestelmään on suunniteltava ja asennettava mittauslaitteet tai mittausmahdollisuus tärkeimpien toiminta-arvojen mittaamista ja toimintojen valvontaa varten.

#### 3.1.3.1

Ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan ohjaus-, säätö- ja valvontalaitteilla, joiden avulla järjestelmän toimintaa voidaan ohjata ja seurata.

#### 3.1.3.2

Toimintojen valvontaa varten ilmanvaihtokone varustetaan yleensä tarkastusluukuilla ja -ikkunoilla.

#### 3.1.3.3

Koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan kiinteillä ilmavirran mittausantureilla ja -laitteilla rakennuksen ulko- ja jäteilmavirran mittaamista varten. Jos ilmavirta on alle 0,5 m<sup>3</sup>/s, voidaan kiinteitä mittauslaitteita korvata siirrettäville laitteille sopivilla mittausyhteillä.

#### 3.1.3.4

Ilmanvaihtokoneiden lämmitys- ja jäähdytyspatteerien sekä lämmöntalteenottolaitteiden tulo- ja lähtöpuolelle asennetaan lämpömittarit ja ilmansuodattimille paine-eromittarit. Jos ilmavirta on alle 0,5 m<sup>3</sup>/s, voidaan kiinteitä mittauslaitteita korvata siirrettäville laitteille sopivilla mittausyhteillä.

#### 3.1.3.5

Kostutusosan jälkeiseen ilmanvaihtokoneeseen tai kanavan osaan tehdään mittausyhteiden kosteuden mittaus varten.

#### 3.1.3.6

Mittauslaitteet asennetaan paikkaan, missä ne ovat helposti luettavissa ja mihin on esteetön pääsy helposti kuljettavia kulkureittejä käyttäen.

### 3.1.4

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että sen koneissa ja laitteissa on suoja- ja varolaitteet huoltoa ja kunnossapitoa varten.

### 3.1.5

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että sen toiminta voidaan hälytystilanteessa kokonaisuudessaan pysäyttää selvästi

merkityllä pysäytyskytkimellä. Pysäytyskytkimen tulee olla helposti saavutettavassa paikassa.

## 3.2 Ilmavirrat

### 3.2.1

Huonetiloiissa tulee olla ilmanvaihto, jolla käyttöaikana taataan terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilman laatu.

#### 3.2.1.1

Ilmavirtojen tilakohtaisia ohjearvoja ilmanvaihdon mitoittamiseen esitetään liitteissä 1 ja 2.

### 3.2.2

Oleskelutiloihin on käyttöaikana johdettava terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilman laadun takaava ulkoilmavirta.

#### 3.2.2.1

Ulkoilmavirtojen mitoittamiseen käytetään ensisijaisesti tilakohtaisia ohjearvoja, joita esitetään liitteessä 1. Ulkoilmavirta määräytyy ensisijaisesti henkilöperusteen mukaan. Jos henkilökuormituksen mukaiselle ilmavirtojen mitoitukselle ei ole riittäviä perusteita, käytetään pinta-alaan perustuvaa mitoitusta.

Muihin kuin liitteessä 1 esitettyihin oleskelutiloihin johdetaan ulkoilmavirta, joka on vähintään  $6 \text{ dm}^3/\text{s}$  henkilöä kohti, jos henkilömäärän mukaiselle mitoitukselle on riittävät perusteet.

Yleensä ulkoilmavirta tulee kuitenkin olla vähintään  $0,35 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^2$ , joka vastaa ilmanvaihtokerrointa  $0,5 \text{ l/h}$  huoneessa, jonka vapaa korkeus on  $2,5 \text{ m}$ .

### 3.2.3

Ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtoja on voitava ohjata kuormituksen ja ilman laadun mukaan käyttötilannetta vastaavasti.

#### 3.2.3.1

Asuinrakennuksen ilmanvaihdon ohjaus suunnitellaan ja rakennetaan niin, että asunnon käyttöajan tehostettu ilmavirta on vähintään  $30 \%$  suurempi kuin käyttöajan ilmavirta. Ilmanvaihdon tehostus toteutetaan yleensä vähintään liesikuvun tehostetulla ilmavirralla liitteen 1 ohjearvojen mukaisesti.

#### 3.2.3.2

Jos ilmanvaihto on asuntokohtaisesti ohjattavissa, voidaan ilmanvaihtojärjestelmä suunnitella ja rakentaa siten, että ilmavirtoja voidaan ohjata myös käyttöajan ilmavirtoja pienemmiksi.

#### 3.2.3.3

Muun kuin asuinrakennuksen ilmanvaihto suunnitellaan ja rakennetaan siten, että käyttöajan ulkopuolella rakennuksen ulkoilmavirta on vähintään  $0,15 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^2$ , joka vastaa ilmanvaihtokerrointa  $0,2 \text{ l/h}$  huoneessa, jonka vapaa korkeus on  $2,5 \text{ m}$ .

Käyttöajan ulkopuolella voidaan ilmanvaihto toteuttaa pitämällä hygieniatilojen ilmanvaihtoa jatkuvasti käynnissä tai ilmanvaihdon jaksottaisella käytöllä.

## 3.3 Tuloilman suodatus

### 3.3.1

Tuloilman suodatustaso määräytyy sisäilman laadulle asetettujen vaatimusten ja ulkoilman laadun perusteella.

Oleskelutilojen tuloilma on yleensä suodatettava.

#### 3.3.1.1

Tuloilman suodatus suunnitellaan yleensä siten, että ilmansuodattimien erotusaste on vähintään  $80 \%$   $1,0 \mu\text{m}$ :n hiukkasilla suodattimen käyttöiän aikana. Tätä vastaava ilmansuodattimen luokka on F7.

#### 3.3.1.2

Taajama- ja teollisuusalueiden ulkopuolella sijaitsevien rakennusten tuloilman suodatus suunnitellaan yleensä siten, että ilmansuodattimena on vähintään karkeasuodatin. Tätä vastaava ilmansuodattimen luokka on G4.

## 3.4 Ulko- ja jäteilmalaitteiden sijoittaminen

### 3.4.1

Ulkoilmalaitteet on sijoitettava siten, että rakennukseen tuleva ulkoilma on mahdollisimman puhdasta.

Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta.

#### 3.4.1.1

Ulkoilmalaitteet sijoitetaan taulukon 4 ja kuvan 2 mukaisesti. Taulukossa esitetyt arvot ovat yleensä vähimmäisetäisyyksiä.

#### 3.4.1.2

Erillispientaloissa voidaan taulukossa 4 esitetyt vähimmäisetäisyydet alittaa, lukuun ottamatta etäisyyttä kiinteää polttoainetta käyttävien lämmityskattiloiden savuhormeista sekä ulkoilmalaitteen etäisyyttä kattopinnasta.

#### 3.4.1.3

Piha- tai katutasossa sijaitsevien tilojen huone- tai huoneryhmäkohtaiset ulkoilmalaitteet voivat olla alempana kuin  $2 \text{ m}$  maanpinnasta, samoin kuin tilapäiseen oleskeluun tarkoitettujen tilojen ulkoilmalaitteet. Ulkoilmalaitteita ei kuitenkaan sijoiteta piha- tai katutason alapuolella oleviin syvennyksiin.

#### 3.4.1.4

Jos rakennus sijaitsee  $50 \text{ m}$ :ä lähempänä vilkasliikenteisen ajoväylän keskiviivaa, rakennuksen ulkoilmalaitteet sijoitetaan mahdollisimman ylös, yleensä rakennuksen liikenneväylän vastakkaiselle puolelle. Tie tai katu katsotaan vilkasliikenteiseksi ainakin silloin, kun keskivuorokausiliikenne on yli  $10\,000$  autoa vuorokaudessa.

#### 3.4.1.5

Ulkoilmalaitteet sijoitetaan mahdollisen parvekelasituksen ulkopuolelle.



#### TAULUKKO 4. ULKOILMALAITTEEN SIJOITUS

|  |               |
|--|---------------|
| Ulkoilmalaitteen etäisyys  | Etäisyys<br>m |
| Jäteilmalaitteista   | kuva 2        |
| Ulkoilman laatua pilaavista lähteistä kuten jätteiden säilytyspaikoista, autojen pysäköinti- ja lastauspaikoista sekä ajoluiskista, tuuletusviemäreiden ja savupiippujen aukoista, keskuspölynimurin ulospuhalluksesta ja jäähdystorjeista | 8             |
| Tuuletusviemärin ja savupiipun aukosta, jos se on yli 3 m ulkoilma-aukkoa korkeammalla   | 5             |
| Maanpinnasta ja pihatasosta  | 2             |
| Kattopinnasta  | 0,9           |
| Etäisyys voi olla pienempi, jos ilmanvaihtoa haittaavan lumipeitteen muodostuminen estetään jyrkän harjakaton avulla, lumisuojauskein tai muulla luotettavalla tavalla.  |               |

### 3.4.2

Jäteilma on johdettava ulos siten, ettei rakennukselle, sen käyttäjille tai ympäristölle aiheudu terveydellistä tai muuta haittaa.

#### 3.4.2.1

Jäteilma johdetaan yleensä rakennuksen korkeimman osan vesikaton yläpuolelle ja puhallus suunnataan yleensä ylöspäin, jotta jäteilman pääsy ulkoilmalaitteisiin, ikkunoihin ja oleskelualueille estetään.

Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän jäteilmalaitte sijoitetaan yleensä rakennuksen harjaviivan yläpuolelle. Poistoa tehostetaan tarvittaessa käyttämällä tuuliohjaimia, -roottoreita tai muita vastaavia laitteita.

#### 3.4.2.2

Jäteilman johtaminen rakennuksesta perustuu seuraavaan poistoilmaluokitukseen:

| Poistoilma-<br>luokka | Kuvaus ja käytön rajoitus   | Tilaesimerkki  |
|-----------------------|---|--|
| 1                     | Poistoilma, joka sisältää vain vähän epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet ovat pääasiassa lähtöisin ihmisistä tai rakenteista.<br>Ilma soveltuu palautus- ja siirtoilmaksi.                        | Toimistotilat ja niiden yhteydessä olevat pienet varastotilat, yleisöpalvelutilat, opetustilat, eräät kokoontumistilat sekä liiketilat, joissa ei ole hajukuormitusta.   |
| 2                     | Poistoilma, joka sisältää jonkin verran epäpuhtauksia.<br>Ilmaa ei käytetä muiden tilojen palautus- ilmaan, mutta se voidaan johtaa siirtoilmaksi esimerkiksi WC- ja pesutiloihin.        | Asuinhuoneet, ruokailutilat, kahvikeittiöt, myymälät, toimistorakennusten varastot, pukuhuoneet sekä ravintolatilat, joissa tupakointi on kielletty.   |
| 3                     | Poistoilma tiloista, joissa kosteus, prosessit, kemikaalit ja hajut oleellisesti huonontavat poistoilman laatua.<br>Ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmaksi.                         | WC- ja pesutilat, saunat, asuinhuoneistojen keittiöt, jakelu- ja opetuskeittiöt, piirustuksien kopiointitilat.   |
| 4                     | Poistoilma, joka sisältää pahanhajuisia tai epäterveellisiä epäpuhtauksia huomattavasti enemmän kuin sisäilman hyväksyttävät pitoisuudet<br>Ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmaksi. | Ammattimaisessa käytössä olevat vetokaapit, grillit ja keittiöiden kohdepoistot, autosuojat ja ajotunnelit, maalien ja liuottimien käsittelyhuoneet, pesuloiden likapyykkitilat, elintarvikkejätehuoneet, kemialliset laboratoriot, tupakkahuoneet sekä hotelli- ja ravintolatilat, joissa tupakointi on sallittu. |

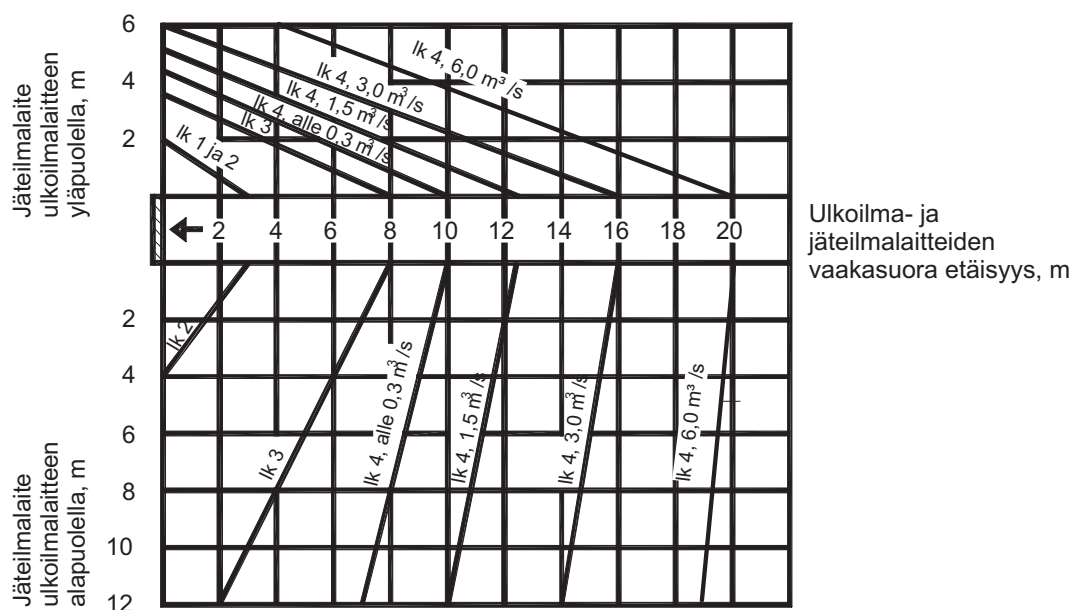
## 3.4.2.3

Jäteilmalaitteet sijoitetaan taulukon 5 ja kuvan 2 mukaisesti. Taulukossa esitetyt arvot ovat vähimmäisetäisyyksiä.

Ylöspäin suunnatun jäteilmalaitteen etäisyydet voidaan laskea joko laitteen reunasta tai laitteen yläpuolelta pisteestä, jonka etäisyys laitteesta metreinä on 1/3 puhallusnopeuden numeroarvosta m/s.

### TAULUKKO 5. JÄTEILMALAITTEEN SIJOITUS

| Jäteilmalaitteen etäisyys:   | Etäisyys, m      |        |        |        |
|--|------------------|--------|--------|--------|
|  | Poistoilmaluokka |        |        |        |
|  | 1                | 2      | 3      | 4      |
| Ulkoilmalaitteista   | kuva 2           | kuva 2 | kuva 2 | kuva 2 |
| Alapuolella olevista avattavista ikkunoista  | 2                | 2      | 4      | 6      |
| Samalla tasolla tai yläpuolella olevista avattavista ikkunoista tai oleskelutasoista   | 3                | 3      | 6      | 10     |
| Maanpinnasta tai pihatasosta   | 2                | 2      | 3      | 5      |
| Kattopinnasta  | 0,9              | 0,9    | 0,9    | 0,9    |
| Etäisyys voi olla pienempi, jos ilmanvaihtoa häiritsevän lumipeitteen muodostuminen estetään jyrkän harjakaton avulla, lumisuojuksin tai muulla luotettavalla tavalla. |                  |        |        |        |
| Naapuritontista (ei koske pientaloja)  | 2                | 2      | 5      | 8      |
| Tuuletusviemärin ja savupiipun aukosta   | 1                | 1      | 1      | 1      |
| Painovoimaisen ja koneellisen ilmanvaihdon jäteilmalaitteiden välinen etäisyys   | 1                | 1      | 1      | 1      |



Kuva 2. Jäte- ja ulkoilmalaitteiden väliset etäisyydet. Viivojen väliarvot voidaan arvioida.

#### 3.4.2.4

Porrashuoneiden, hissikuilujen ja teknisten tilojen jäteilma voidaan johtaa rajoituksetta ulos rakennuksesta. Sitä ei kuitenkaan ohjata uloskäytävälle tai oleskelualueille.

#### 3.4.2.5

Luokan 1 jäteilma voidaan johtaa ulos rakennuksen seinässä olevan jäteilmalaitteen kautta seuraavin edellytyksin:

- 1) jäteilmalaitteen etäisyys naapuritontista on vähintään 4 m sekä vastapäisestä rakennuksesta vähintään 8 m;
- 2) ilmavirta on enintään 1 m<sup>3</sup>/s;
- 3) jäteilmalaitteen etäisyys samalla seinällä olevista ulkoilma- tai jäteilmalaitteista on vähintään 1,5 m; sekä
- 4) ilman nopeus ulospuhallusaukossa on vähintään 5 m/s.

#### 3.4.2.6

Seinään asennettava jäteilmalaitte sijoitetaan yleensä liikenneyälän tai paikoitusalueen puoleiselle seinälle.

Jos seinustalla on tuuliesteitä, esimerkiksi parveke-seiniä tai sisänurkkauksia, jotka muodostavat soppitiloja, jäteilma- ja ulkoilmalaitteita ei sijoiteta samaan soppitilaan.

#### 3.4.2.7

Jos jäteilmalaitteen yläpuolella on räystääs, erkkeri tai muu seinästä ulkoneva rakennusosa, sijoitetaan laite ulkoneman verran sen alapuolelle tai laite kanavoidaan ulkoneman etureunan tasoon.

### 3.5 Palautus-, siirto- ja kierrätysilma

#### 3.5.1

Palautus- ja siirtoilmana saadaan käyttää vain ilmanpuhtaudeltaan samanarvoisten tai puhtaampien tilojen ilmaa, joka ei saa sisältää haitallisia määriä epäpuhtauksia. Palautus- tai kierrätysilman käyttö ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien, erityisesti hajujen, haitallista leviämistä.

##### 3.5.1.1

Palautusilmana ei käytetä kohdan 3.4.2.2 mukaisten poistoilmaluokkien 2, 3 ja 4 ilmaa.

##### 3.5.1.2

Palautusilmaa ei käytetä seuraavien tilojen tuloilmana:

- 1) asuinhuoneistot;
- 2) ammattimaiset keittiöt;
- 3) majoitus- ja ravitsemusliikkeiden ja sisäoppilaitosten majoitusosastot;
- 4) sairaanhoito-, huolto- ja rangaistuslaitosten ja vastaavien majoitusosastot;
- 5) ravintolat ja kahvilat; sekä
- 6) muut erityisen puhtaana pidettävät tilat, jollei palautusilmaa puhdisteta vähintään siten, että ilman-

suodattimien erotusaste on vähintään 80 % 1,0 µm:n hiukkasilla suodattimen käyttöiän aikana. Tätä vastaava ilmansuodattimen luokka on F7.

#### 3.5.1.3

Asuinhuoneiston sisällä ilman kierrätykseen voidaan käyttää poistoilmaluokan 2 ilmaa.

#### 3.5.1.4

Palautusilma ja usein myös kierrätysilma on yleensä suodatettava.

### 3.6 Ilman jako ja poisto

#### 3.6.1

Tuloilma on johdettava huonetiloihin siten, että ilma virtaa koko oleskeluvyöhykkeelle vedottomasti ja poistaa tehokkaasti huonetilassa syntyvät epäpuhtaudet käyttöaikana. Likaantunut ilma ei saa palautua haitallisessa määrin takaisin oleskeluvyöhykkeelle.

##### 3.6.1.1

Ilmanvaihto suunnitellaan mahdollisimman tehokkaaksi siten, että tuloilma virtaa koko oleskeluvyöhykkeelle ja epäpuhtaudet kulkeutuvat suoraan poistoilman päätelaitteisiin leviämättä huonetilaan. Tuloilma ei saa virrata suoraan oleskeluvyöhykkeen ohi poistoilman päätelaitteisiin.

##### 3.6.1.2

Ilmanjakolaitteiden, ulkoilman sisäänoton laitteiden ja siirtoilman virtausreittien tai -laitteiden on oltava virtaus- ja ääniteknisiltä ominaisuuksiltaan tunnettuja. Ne sijoitetaan ja mitoitetaan siten, ettei liitteessä 1 esitettyjä ilman nopeuksia ja äänitasoja ylitetä oleskeluvyöhykkeellä.

Koneellisessa poistoilmajärjestelmässä ja painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ulkoilmalaitteen ilmavirtaa on voitava säätää.

##### 3.6.1.3

Jokaiseen huoneeseen asennetaan yleensä poistoilman päätelaite.

Asuinhuoneistoissa ainakin keittiöt, keittokomerot, kylpyhuoneet, WC:t, kodinhoito- ja vaatehuoneet varustetaan poistoilman päätelaitteilla. Muiden asuinhuoneiden poistoilma voidaan johtaa näiden kautta käyttämällä tarkoituksenmukaisia siirtoilmareittejä tai -laitteita.

Käytävien poistoilma voidaan johtaa esimerkiksi WC-tilojen kautta tavanomaisissa tiloissa, kuten toimistoissa ja majoitustiloissa.

##### 3.6.1.4

Paikallispoistoa käytetään aina, kun huonetilassa syntyy keskitetysti pölyä, kaasuja tai höyryjä. Epäpuhtauksien poiston tehokkuutta voidaan lisätä epäpuhtauslähteen koteloinnilla. Esimerkiksi keittiöt varustetaan liesikuvulla tai vastaavalla kohdepoistolla.

### 3.6.2

Eri tilojen koneellisen ilmanvaihdon kanavien yhdistäminen ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien tai savukaasujen leviämistä vaaraa eikä haittaa ilmanvaihtojärjestelmän toiminnalle.

#### 3.6.2.1

Kanavien yhdistämisen lähtökohtana käytetään rakentamismääräyskokoelman osassa E7 esitettyjä ohjeita.

#### 3.6.2.2

Eri poistoilmaluokkien ilma johdetaan rakennuksesta seuraavien periaatteiden mukaisesti:

- 1) luokkien 1 ja 2 ilma voidaan yleensä johtaa yhteiseen kanavistoon;
- 2) luokan 3 poistoilma johdetaan yleensä erilliskanavilla tai ilmanpuhtaudeltaan samantyyppisiä tiloja palvelevilla yhteiskanavilla ulos, palvelemiensa tilojen yläpuolella olevaan kokoojakanavaan tai poistoilmakammioon; sekä
- 3) luokan 4 poistoilma johdetaan ulos erillisillä poistoilmakanavilla.

Jos poistoilmaluokkien 1 ja 2 ilma yhdistetään samaan kanavaan ja luokan 2 ilmavirran osuus on yli 10 % yhdistetystä ilmavirrasta, luokitellaan yhdistetty ilmavirta poistoilmaluokkaan 2.

#### 3.6.2.3

Huonetilaan tehdään muusta ilmanvaihtojärjestelmästä erilliset ulko- ja poistoilmakanavat, jos tilassa käsitellään tai säilytetään merkittäviä määriä terveydelle vaarallisia tai voimakasta hajua aiheuttavia aineita. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi myrkyllisten aineiden varastot, jätehuoneet ja pesuloiden likapyykkitilat.

#### 3.6.2.4

Työ-, oleskelu- ja käytävätiloihin avautuvista WC-, pesu- ja siivoustiloista johdetaan poistoilma ulos yleensä erillisen poistoilmajärjestelmän kautta. WC- ja vastaavien tilojen poistoilma voidaan kuitenkin johtaa muiden tilojen jatkuvasti toimivaan poistoilmavaihtojärjestelmään asuin- ja majoitustiloissa.

Enintään kahden WC- tai vastaavan tilan poistoilma voidaan johtaa luokkien 1 ja 2 poistoilman pystykanaviin, jos näiden tilojen poistoilmavirta on yhteensä korkeintaan 10 % pystykanavan kokonaisilmavirrasta. Tällöin luokan 1 poistoilmakaan ei sovellu palautusilmaksi.

#### 3.6.2.5

Koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä voidaan yhden asunnon kaikkien tilojen poistoilma johtaa saman ilmakannan kautta suoraan ulos, palvelemiensa tilojen yläpuolella olevaan kokoojakanavaan tai poistoilmakammioon.

### 3.6.2.6

Teknisten tilojen sekä yksittäisten, toisarvoisessa käytössä olevien tilojen, kuten pienten varastojen ja urheiluvälitehuoneiden poistoilma voidaan johtaa luokan 3 poistoilmakanaviin.

## 3.7 Ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys ja paineet

### 3.7.1

Ilmanvaihtojärjestelmän ja sen osien tulee olla riittävän tiiviit ja lujat.

#### 3.7.1.1

Ilmanvaihtojärjestelmän kanavisto on yleensä riittävän tiivis, kun se on tiiviydeltään vähintään tiivisluokkaa B. Tiivisluokan B suurin sallittu vuotoilmavirta on esitetty yhtälönä taulukossa 6 ja käyrästönä kuvassa 3.

#### 3.7.1.2

Tavanomaisissa ilmanvaihtojärjestelmissä saavutetaan kanaviston tiivisluokka B yleensä, kun käytettävien ilmakannavien ja kanavanosien tiivisluokka on C.

#### 3.7.1.3

Ilmanvaihtokone on yleensä riittävän tiivis, kun se on vaipan tiiviydeltään vähintään tiivisluokkaa A ja vuotoilmavirta tulo- ja poistopuolen välillä on enintään 6 % ilmanvaihtokoneen nimellisilmavirrasta koepaineella 300 Pa.

#### 3.7.1.4

Ilmanvaihtojärjestelmän ja sen osien suurimmat sallitut vuotoilmavirrat eri tiivisluokissa esitetään yhtälönä taulukossa 6 ja käyrästönä kuvassa 3.

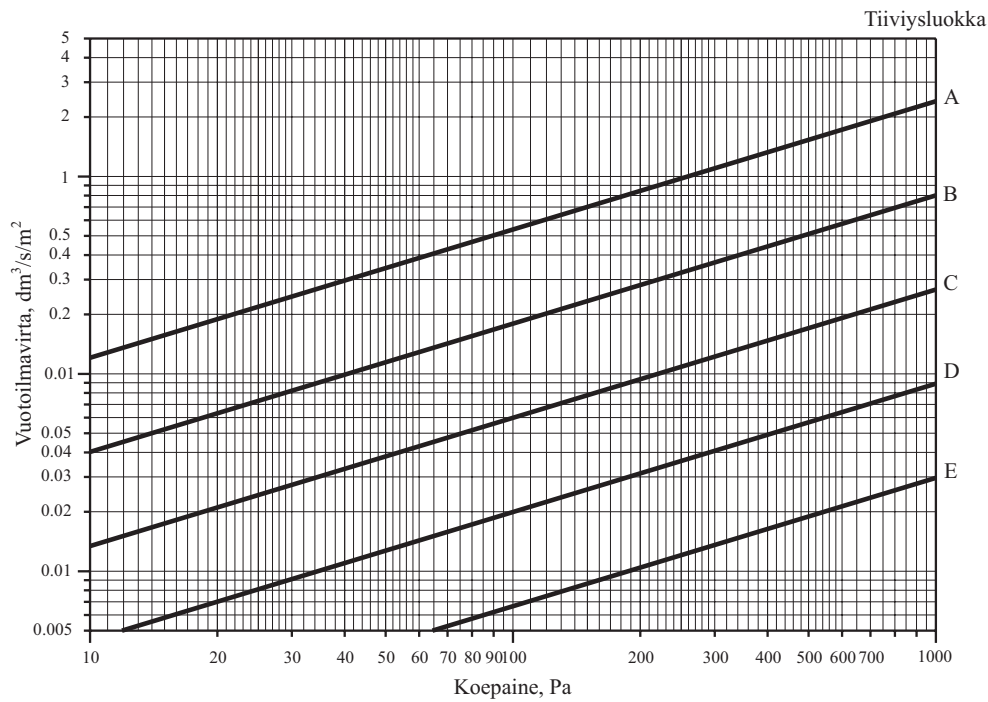
---

**TAULUKKO 6. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN JA SEN OSIEN SUURIMMAT SALLITUT VUOTOILMAVIRRA VAIPAN PINTA-ALAA KOHTI  $q_{VIA}$  ( $dm^3/s/m^2$ ) ERI TIIVIYSLUOKISSA. VUOTOYHTÄLÖ ON MUOTOA  $q_{VIA} = k p_s^{0,65}$ , MISSÄ  $k$  ON TIIVIYSLUOKKAKOHTAINEN KERROIN ( $dm^3/s/m^2/Pa^{0,65}$ ) JA  $p_s$  ON KOEPAINE (Pa)**

---

| Tiivisluokka | Sallittu vuotoilma $q_{VIA}$<br>$dm^3/s/m^2$ |
|--------------|--|
| A            | $0,027 \times p_s^{0,65}$                    |
| B            | $0,009 \times p_s^{0,65}$                    |
| C            | $0,003 \times p_s^{0,65}$                    |
| D            | $0,001 \times p_s^{0,65}$                    |
| E            | $0,0003 \times p_s^{0,65}$                   |

---



Kuva 3. Ilmanvaihtojärjestelmän ja sen osien suurimmat sallitut vuotoilmavirrat vaipan pinta-alaa kohti eri tiiviysluokissa.

### 3.7.2

Epäpuhtaudet eivät saa haitallisessa määrin päästä leviämään rakennuksessa ilmanavien tai ilmanvaihtolaitteiden kautta.

#### 3.7.2.1

Lämmöntalteenottolaitteiden rakenne ja paineet toteutetaan siten, ettei poistoilmaa siirry merkittävästi tuloilmaan.

#### 3.7.2.2

Otettaessa lämpöä talteen luokan 1 poistoilmasta ei tulo- ja poistoilmapuolen väliselle paine-erolle ja vuotoilman virtaussuunnalle aseteta vaatimusta. Otettaessa lämpöä talteen luokan 2 poistoilmasta suunnitellaan lämmöntalteenottolaitteen paineet siten, että vuotoilman virtaussuunta on pääosin tuloilmapuolelta poistoilmapuolelle.

#### 3.7.2.3

Otettaessa lämpöä talteen luokan 3 poistoilmasta suunnitellaan lämmöntalteenottolaitteen paineet siten, että vuotoilman virtaussuunta on tuloilmapuolelta poistoilmapuolelle.

Regeneratiivista lämmönsiirrintä voidaan käyttää vain, jos poistoilmassa on korkeintaan 5 % luokan 3 poistoilmaa, eikä lainkaan luokan 4 poistoilmaa. Yhden perheen asunnossa voidaan kuitenkin käyttää regeneratiivista lämmönsiirrintä lämmöntalteenottoon luokan 3 ilmasta.

#### 3.7.2.4

Otettaessa lämpöä talteen luokan 4 poistoilmasta on yleensä käytettävä virtaavan väliaineen välityksellä toimivaa lämmöntalteenottoa, jossa tulo- ja poistoilma eivät sekoitu.

#### 3.7.2.5

Jos ilmanvaihtokone palvelee vain yhtä tilaa, voidaan lämmöntalteenoton lämmönsiirtimeen tyyppi valita vapaasti, vaikka poistoilma olisi luokkaa 3 tai 4. Tällöin on varmistettava, että tuloilma on riittävän puhdasta takaamaan sisäilman puhtaudelle asetetut vaatimukset. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi teollisuustilat, autohallit ja -tallit.

#### 3.7.2.6

Rakennuksen sisällä konehuoneen ulkopuolella sijaitsevat poistoilmakanavat tehdään yleensä alipaineisiksi.

Poistoilmaluokkien 1 ja 2 poistoilmakanavat voivat kuitenkin olla ylipaineisia rakennuksen sisällä edellyttäen, että kanavisto on tiiviysluokkaa C. Tämä saavutetaan yleensä, kun ilmanavat ovat tiiviysluokkaa D.

#### 3.7.2.7

Asuntokohtaiset jäteilmakanavat voivat olla ylipaineisia rakennuksen sisällä edellyttäen, että kanavisto on tiiviysluokkaa D. Tämä saavutetaan yleensä, kun ilmanavat ovat tiiviysluokkaa E.

## 3.7.2.8

Koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän ulko- ja jäteilmakanavat varustetaan sulkupelleillä, jotka sulkeutuvat automaattisesti järjestelmän pysähtyessä ja estävät takaisinvirtauksen ja hallitsemattoman ilmanvaihdon, kun ilmakananan poikkipinta-ala on suurempi kuin 0,06 m<sup>2</sup> (esimerkiksi ilmakana, jonka halkaisija on 315 mm). Sulkupellin riittävä tiiviyys saavutetaan, kun sulkupelti täyttää standardin EN 1751:1998 mukaisen suljetun pellin tiiviysluokan 3 vaatimukset.

## 3.7.3

Kahta tai useampaa ilmanvaihtokonetta ei saa yhdistää samaan kanavaan tai kammioon siten, että huonetilojen paineet tai ilman virtaussuunnat huonetilojen välillä ja kanavistoissa voivat muuttua suunnitelluista.

## 3.7.3.1

Yhteistä kammiota ei yleensä rakenneta, jos ilmanvaihtokoneissa käytetään palautusilmaa tai koneiden ilmavirtaa käytön aikana säädetään toisistaan riippumatta.

Jos useita ilmanvaihtokoneita yhdistetään samaan kanavaan tai kammioon, niiden puhaltimet valitaan standardin SFS 5148 mukaisesti siten, että ne eivät häiritse toistensa toimintaa. Jos vain osa koneista on samanaikaisesti käytössä, mitoitetaan yhteinen kammiota tai kanava väljäksi ja valitaan puhaltimien ominaiskäyrästä toimintapiste siten, etteivät ilmavirrat muutu enempää kuin 3 % pysäyttämisen takia. Pysäytettävät koneet varustetaan sulkupelleillä, jotka täyttävät standardin EN 1751:1998 mukaisen suljetun pellin tiiviysluokan 3 vaatimukset.

## 3.7.4

Painovoimaista ja koneellista ilmanvaihtoa ei saa yhdistää siten, että ilman virtaussuunnat huonetilojen välillä ja kanavistoissa voivat muuttua suunnitelluista.

## 3.7.4.1

Huoneiston tai muun yhtenäisen tilan ilmanvaihto suunnitellaan yleensä yksinomaan joko koneelliseksi tai painovoimaiseksi ilmanvaihtojärjestelmäksi.

## 3.7.4.2

Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä voidaan suunnitella tehostettavaksi poistoilmapuhaltimella. Riittävä ulkoilman saanti varmistetaan tällöin siten, ettei ilma virtaa jäteilmakanavien tai savuhormien kautta huoneisiin.

## 3.7.5

Ilmakanaavat jäykistetään ja kannatetaan siten, että ne pysyvät tukevasti paikallaan ja kestävät ilmanvaihtojärjestelmässä esiintyvät painevaihtelut ja muut rasitukset. Ilmanvaihtokoneiden ja kammioiden on kestävä puhaltimen paineen aiheuttama kuormitus sulkupeltien ollessa suljettuina.

## 3.7.5.1

Ilmakanaavien kannatusten ja jäykistysten on kestävä eristystyön, eristysten painon ja puhdistusmenetelmien aiheuttamat rasitukset.

## 3.7.5.2

Ilmastointikoneen ja kammioiden vaipan sekä ilmakanaavien on kestävä sallitun enimmäispaineen (suurin sallittu käyttöpainne), kuitenkin vähintään ±1000 Pa:n koepaineen (yli- tai alipaine), aiheuttama kuormitus.

## 3.7.6

Rakennuksen, sen huonetilojen ja ilmanvaihtojärjestelmän paineet on suunniteltava siten, että ilma virtaa puhtaammista tiloista sellaisiin tiloihin, joissa syntyy runsaammin epäpuhtauksia. Paineet eivät saa aiheuttaa rakenteisiin pitkäaikaista kosteusrasitusta.

## 3.7.6.1

Rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä kosteusvaurioilta rakenteissa sekä mikrobien aiheuttamilta terveyshaitoilta. Alipaine ei kuitenkaan saa yleensä olla suurempi kuin 30 Pa.

Ulkoilmaan nähden ylipaineiseksi voidaan kuitenkin suunnitella erikoistiloja, kuten puhdashuonetiloja, ja sellaisia tiloja, joissa toiminnasta johtuen ulko-ovia tai muita aukkoja pidetään usein auki.

## 3.7.6.2

Jos tilassa syntyy runsaasti epäpuhtauksia tai kosteutta, suunnitellaan se alipaineiseksi muihin tiloihin nähden.

## 3.7.7

Rakennuksen paineet ja rakenteiden tiiviyys suunnitellaan ja toteutetaan siten, että ne osaltaan vähentävät radonin ja muiden epäpuhtauksien siirtymistä rakennuksessa.

*Selostus*

*Toimenpiteitä sisäilman radonpitoisuuden vähentämiseksi esitetään ympäristöministeriön ja säteilyturvakeskuksen julkaisemissa radonoppaissa.*

## 3.7.8

Rakennuksen tavanomainen käyttö tai sään vaihtelu ei saa merkittävästi muuttaa rakennuksen tai huonetilojen paineita eikä heikentää ilmanvaihtoa.

## 3.7.8.1

Ilmanvaihtojärjestelmän paineet suunnitellaan ja toteutetaan siten, etteivät sään vaihtelut muuta ilman virtaussuuntaa rakennuksessa.

## 3.7.8.2

Ilmavirtojen tarpeen mukaisen säädön toiminta suunnitellaan sellaiseksi, etteivät rakennuksen ja sen eri huonetilojen paine-erot muutu haitallisesti.

### 3.7.8.3

Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän pystykanavat johdetaan yleensä huonekohtaisesti erillisinä vesikaton yläpuolelle. Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän ulkoilma- ja jäteilmalaitteen vähimmäiskorkeusero on 4,5 m.

## 3.8 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja huollettavuus

### 3.8.1

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että se on ennen rakennuksen käyttöönottoa puhdas ja sen puhtautta on helppo ylläpitää.

#### 3.8.1.1

Ilmanvaihtojärjestelmä rakennetaan osista, joiden sisäpinnoilla ei ole öljyä, pölyä tai muita epäpuhtauksia. Ilmanvaihtojärjestelmän osista ei saa irrota ilmapvirtaan haitallisia aineita tai hajuja.

#### 3.8.1.2

Kanavat säilytetään työmaalla välivarastossa tulpatuna siten, että ne eivät joudu alttiiksi sateelle, lialle tai kolhuille. Pienet kanavaosat ja päätelaitteet säilytetään työmaalla suljetuissa pakkauksissa.

#### 3.8.1.3

Ilmanvaihtojärjestelmä suojataan likaantumiselta asennustyön aikana. Suojaukset poistetaan lopullisesti vasta siivouksen jälkeen, kun tilassa ei tehdä enää pölyäviä työvaiheita.

#### 3.8.1.4

Ilmanvaihtojärjestelmän tulee olla sisäpinnaltaan sellainen, että sen puhtautta on helppo ylläpitää. Ilmakanavien jäykistyksiä tai kannatuksia ei saa sijoittaa ilmakanavan sisälle siten, että ne haittaavat merkittävästi ilmanvaihtojärjestelmän puhdistamista.

#### 3.8.1.5

Ilmakanavat ja kammiot varustetaan riittävällä määrällä tarpeeksi suuria puhdistusluukkuja siten, että puhdistustyö on mahdollista. Puhdistusluukkujen paikka ja tyyppi valitaan siten, että puhdistustyö voidaan tehdä helposti ja turvallisesti.

Puhdistusluukkuja sijoitetaan yleensä kammioon, sulkeutuvan palonrajoittimen kohdalle ja kanaviin siten, että kahden luukun välissä on enintään kaksi yli 45°:n käyrää. Vaakasuoriin kanaviin puhdistusluukkuja sijoitetaan yleensä 10 m:n välein. Puhdistusluukkujen väli voi olla suurempikin kuin 10 m, jos kanava on niistä puhdistettavissa kokonaan luukkujen väliseltä osalta. Puhdistusluukkuja sijoitetaan myös kanavien haarautumiskohtiin, jos niitä ja niistä lähteviä haarautuvia kanavia ei muuten voida puhdistaa esimerkiksi päätelaitteiden kautta.

Paloturvallisuuden ja puhdistettavuuden kannalta vaativien kohteiden vaakakanavistojen puhdistusluukut sijoitetaan yleensä 3-5 m:n välein.

Puhdistusluukku sijoitetaan kanavistossa olevan laitteen, esimerkiksi säätöpellin, molemmin puolin, jos laite ei ole puhdistusta varten irrotettavissa. Puhdistusluukkuna voi toimia myös puhdistusta varten irrotettava ja tarpeeksi suuri kanavaosa tai -varuste.

### 3.8.1.6

Epäpuhtauksille arkoja osia ja laitteita ei suojaamattomina sijoiteta poistoilmakanaviin, jos poistoilma sisältää runsaasti epäpuhtauksia, esimerkiksi rasvaa.

### 3.8.1.7

Alakaton ja välipohjan väliseen tilaan asennettujen jäähdytyslaitteiden tulee olla kokonaisuudessaan puhdistettavissa alakattoa purkamatta. Jos ilma kiertää alakaton yläpuoleisessa tilassa, myös alakaton tulee olla rakenteeltaan helposti puhdistettavissa.

## 3.8.2

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei se aiheuta vesi-, kosteus- tai muita vahinkoja. Veden käyttö tai tiivistyminen järjestelmään ei saa aiheuttaa terveyttä vaarantavaa mikrobien kasvua.

### 3.8.2.1

Jos huonetilaan sijoitettu tuloilmakone on yhdistetty nestettä kuljettavaan putkistoon, estetään mahdollisen vuotoveden tunkeutuminen rakenteisiin esimerkiksi huonetilaan sijoitetulla lattiakaivolla ja vesieristetyllä lattialla. Tämä ei koske seuraavia ilmanvaihtokoneita, joiden ulkoilmavirta on pienempi kuin 0,9 m<sup>3</sup>/s: asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet, ulko-oven välittömään läheisyyteen asennettavat tuloilmakoneet, yhtä tilaa palvelevat ja kyseisessä tilassa näkyvissä olevat ilmanvaihtokoneet.

Asuntokohtaisissa ilmanvaihtokoneissa vedeksi tiivistyvä kosteus tai muu mahdollinen vuotovesi johdetaan häiriöttömästi viemäriin.

### 3.8.2.2

Avoimesta jäähdytystornista ei oteta vettä tuloilman jäähdytykseen suoraan, vaan käytetään erillistä suljettua jäähdytyspiiriä.

## 3.8.3

Ilman kostutus ja kostutuslaitteiden vedenkäsitely on suunniteltava ja toteutettava siten, että kostutus ei huononna huoneilman laatua.

### 3.8.3.1

Tuloilman kanssa kosketuksiin joutunutta vettä ei yleensä palauteta kostutusosaan. Jos erityisistä syistä kiertovettä kuitenkin käytetään, kostuttimet varustetaan ylijuoksutuksella ja vedenkäsitelylaitteilla, jotka estävät mikrobien kasvun.

## 3.8.4

Ulkoilmalaitteet sekä niiden liitännät ilmanvaihtojärjestelmään ja rakennukseen sijoitetaan, suojataan tai mitoitetaan niin tai ulkoilmalaitteiden rakenteen on oltava sellainen, ettei ilmanvaihtojärjestelmään pääse lunta tai sadevettä haitallises-

sa määrin. Sisään pääsevä lumi tai sadevesi eivät saa aiheuttaa vaurioita rakennukselle tai ilmanvaihtojärjestelmälle eivätkä vaikeuttaa ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa.

#### 3.8.4.1

Pystysuoralle ulkoseinälle sijoitettu suojaamaton ulkoilmalaitte, johon tuuli pääsee suoraan vaikuttamaan, mitoitetaan yleensä korkeintaan otsapintapeudelle 2,0 m/s.

#### 3.8.4.2

Ilmanvaihtokammioihin tai -kanaviin tehdään veden poisto, jos sadevesi tai lumi voivat päästä niihin.

### 3.8.5

Ilmanvaihtokoneet, -kammiot ja -kanavat lämmön- ja kosteudeneristetään siten, ettei kosteuden tiivistyminen aiheuta vahinkoja rakenteille tai ilmanvaihtojärjestelmälle.

#### 3.8.5.1

Ilmanvaihtokoneet lämmön- ja kosteudeneristetään siten, ettei sisäilman kosteus tiivisty vedeksi. Esimerkiksi asunnoissa lämpimissä tiloissa oleva ulkoilmakanava ja virtaussuunnassa lämmöntalteenoton jälkeen oleva jäteilmakanava lämmön- ja kosteudeneristetään.

### 3.8.6

Ilmanvaihtojärjestelmä ja sen huoltoväylät on suunniteltava ja rakennettava siten, että ilmanvaihtojärjestelmä on helposti ja turvallisesti huollettavissa ja korjattavissa.

#### 3.8.6.1

Laitteiden huolto- ja puhdistusta varten varataan riittävästi tilaa, vähintään huollettavien laitteiden mitainen tila huoltosuunnassa. Huollettavuuden varmistamiseksi laitteiden ja ilmanvaihtokoneiden toiminto-osien ympärille varataan riittävästi tilaa. Ilmanvaihtokoneet varustetaan ilman työkaluja avattavilla huoltoluukuilla.

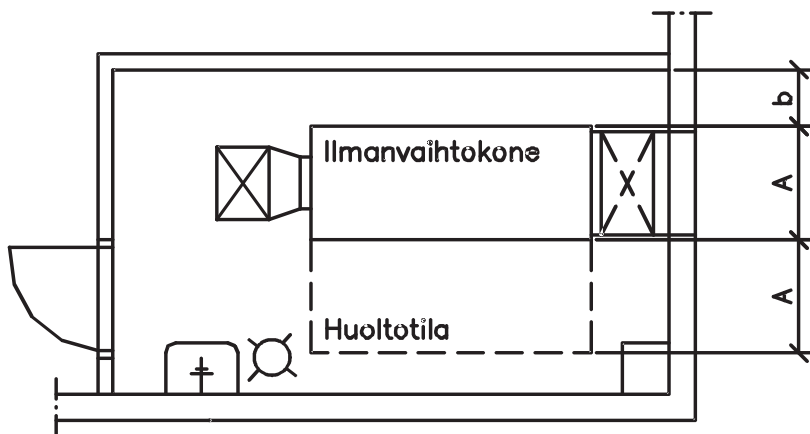
Ilmanvaihtolaitteiden tilavarauksissa noudatetaan kuvassa 4 koteloidulle ilmanvaihtokoneelle esitettyjä periaatteita. Jos konehuoneessa on useita koneita, varataan tilaa erikseen huolto- ja korjauksia varten. Huoltotilaan ei sijoiteta kiinteitä eikä raskaita esineitä.

#### 3.8.6.2

Alakatsoihin tehdään vähintään 500 mm x 500 mm:n kokoinen, selkeästi merkitty, irrotettava tai avattava osa huollettavien ilmanvaihtolaitteiden ja puhdistusluukkujen kohdalle.

#### Selostus

*Ilmanvaihtojärjestelmän huoltoväylästä ja turvajärjestelyistä annetaan määräyksiä ja ohjeita rakentamismääräyskokoelman osassa F2.*



Kuva 4. Koteloidun ilmanvaihtokoneen huoltotilan sijoitus ja mitoitus esimerkki. A on ilmanvaihtokoneen leveys ja b on 0,4 kertaa ilmanvaihtokoneen korkeus tai vähintään 400 mm.



# ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN ENERGIATEHOKKUUS

## 4.1.1

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava rakennuksen suunnittelun käyttötarkoituksen ja käytön perusteella siten, että se luo omalta osaltaan edellytykset tehokkaalle energiankäytölle.

Ilmanvaihdon energiatehokkuus varmistetaan rakennuksen käytön kannalta tarkoituksenmukaisilla keinoilla tinkimättä terveellisestä, turvallisesta ja viihtyisästä sisäilmastosta.

### 4.1.1.1

Ilmanvaihdon tehokkaan energiankäytön edellytykset varmistetaan tarkoituksenmukaisilla suunnittelu- ja toteutusratkaisuilla, kuten ilmanvaihtolaitteiden toiminta-alueiden ja toiminta-aikojen ryhmittelyllä, ilmanvaihdon tarpeenmukaisella ohjauksella sekä poistoilman lämmöntalteenoton tarpeenmukaisella toiminnalla.

### 4.1.1.2

Kanavat ja kammiot lämmöneristetään siten, ettei ilmapinnan ja ympäristön välinen lämpötilaero aiheuta tarpeetonta energiankulutusta, ilmapinnan lämpenemistä tai jäähtymistä eikä sisäilmaston tai säätötoimintojen huononemista.

### 4.1.1.3

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että järjestelmän ottama sähköteho voidaan helposti mitata.

### 4.1.1.4

Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominais-sähköteho saa olla yleensä enintään 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s). Koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla yleensä enintään 1,0 kW/(m<sup>3</sup>/s).

### 4.1.1.5

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho voi olla suurempi kuin 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s), jos esimerkiksi rakennuksen sisäilmaston hallinta edellyttää tavanomaisesta poikkeavaa ilmastointia.

## 4.1.2

Ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 30 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. Vastaava lämpöenergian tarpeen pienentäminen voidaan toteuttaa rakennuksen vaipan lämmöneristystä parantamalla, jolloin tästä on laadittava laskelma.

Poistoilman lämmöntalteenotosta voidaan luopua rakennuksen yksittäisen tilan osalta ilman vastaavaa energiankulutuksen pienentämistä, jos lämmöntalteenoton rakentaminen osoitetaan epätarkoituksenmukaiseksi.

### 4.1.2.1

Koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä varustetaan yleensä poistoilman lämmöntalteenottolaitteistolla, jonka lämmönsiirtimen tuloilman lämpötila-hyötysuhde testaustilanteessa on vähintään 50 %, kun tulo- ja poistoilman massavirrat ovat yhtä suuret, ja jonka jäätymissuojauksen ja poistoilmasta tiivistyvän veden poisto on toteutettu toimintavarmalla tavalla.

Laskelmissa käytetään lämmöntalteenottolaitteen vuosihyötysuhteena lämmönsiirtimen tuloilman lämpötila-hyötysuhdetta kerrottuna 0,6:lla, jollei selvityksin toisin osoiteta.

### *Selostus*

*Lämpötilahyötysuhde voidaan määrittää standardin EN 308 mukaisesti.*

### 4.1.2.2

Lämmöntalteenoton rakentaminen voidaan osoittaa epätarkoituksenmukaiseksi esimerkiksi silloin, kun poistoilman poikkeuksellinen likaisuus estää lämmöntalteenoton toiminnan tai poistoilman lämpötila- lämmityskaudella on alle +15 °C.

## ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TOIMINTAKUNNON VARMISTAMINEN JA KÄYTTÖÖNOTTO

### 5.1.1

Ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys on tarkastettava ja tarvittaessa mitattava. Selvitys tarkastuksesta ja mittauksesta on liitettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

#### *Selostus*

*Rakentamismääräyskokoelman osassa A1 esitetään määräykset ja ohjeet rakennustyön tarkastusasiakirjasta.*

#### 5.1.1.1

Yleensä koko ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys mitataan. Tiiviys mitataan standardin SFS 3542 mukaisella tiiviyksikeellä.

#### 5.1.1.2

Jos kanavisto on tehty vähintään tiiviysluokan C mukaisista laadultaan testatuista ja tarkastetuista kanavista ja kanavanosista, voidaan tiiviys mitata pistokokein. Pistokokeiden laajuus on 20 % kanaviston pinta-alasta. Jos kanavien ja kanavaosien tiiviysluokka on parempi kuin C, on pistokokeiden laajuus 10 % kanaviston pinta-alasta.

Jos kanavistossa on tiiviysluokkaa C huonompia kanavia ja kanavanosia, kasvatetaan pistokokeiden laajuutta näiden pinta-alalla. Jos näiden kanavien ja kanavanosien pinta-ala on yli 25 % kanaviston kokonaispinta-alasta, mitataan koko kanavisto. Tällaisten osien pinta-ala lasketaan siten, että liitoksen pinta-ala on poikkileikkauksen piiri kertaa 2 metriä. Esimerkiksi T-kappaleessa on liitoksia kolme ja kanavien liitoksessa kaksi.

#### 5.1.1.3

Yhtä tilaa tai yhtä asuntoa palvelevissa ilmanvaihtojärjestelmissä tiiviyksike voidaan korvata asennustarkastuksella, jos kanavisto on tehty kokonaan vähintään tiiviysluokan C mukaisista laadultaan testatuista ja tarkastetuista kanavista ja kanavanosista.

#### 5.1.1.4

Koko kanaviston tiiviys on mitattava, jos kanavistossa kuljetetaan myrkyllisiä tai syövyttäviä kaasuja sisältävää ilmaa tai muuten terveydelle vaarallista ilmaa.

#### 5.1.1.5

Jos tiiviysluokan A tai sitä paremman tiiviysluokan laadultaan testattu ja valvottu ilmanvaihtokone toimitetaan yhtenä kokonaisuutena tai paloina siten, että työkohteessa tehdään enintään kaksi liitosta tuuloilmapuolella ja/tai kaksi liitosta poistoilmapuolella, ei työkohteessa tarvitse tehdä tiiviyksikeä. Muille tiiviysluokan A tai sitä paremman tiiviysluokan laadultaan testatuille ja valvotuille ilmanvaihtokoneille tehdään tiiviyksike pistokokeena. Kokeiden laajuus on 20 % ilmanvaihtokoneista kuitenkin vähintään yksi ilmanvaihtokone.

### 5.1.2

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus on tarkastettava ja järjestelmä on tarvittaessa puhdistettava ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä.

Ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirrat on mitattava ja säädettävä, ominaissähköteho on mitattava ja järjestelmän toiminta sekä puhtaus on todettava suunnitelman mukaiseksi ennen rakennuksen käyttöönottoa. Selvitykset näistä on liitettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

#### 5.1.2.1

Ilmanvaihtojärjestelmän sähkölaitteiden toiminta kokeillaan lopullisilla virtayhteyksillä sulakkeet kiinnitettyinä.

#### 5.1.2.2

Toimintakokeet suoritetaan ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä. Ennen kokeiden aloittamista tarkistetaan, ettei rakennus tai ilmanvaihtojärjestelmä ole niin keskeneräinen, että se vaikuttaisi ilmavirtoihin, paineisiin tai siirtoilman virtaussuuntiin. Tällöin tarkistetaan, että rakennus on riittävän puhdas, tiloissa ei enää tehdä pölyäviä rakennustöitä, ilmanvaihtolaitteiden suodattimet on asennettu sekä ovat ja ikkunat ovat paikallaan. Rakennuksen ja sen ilmanvaihtojärjestelmän riittävän puhtauden vähintään silmämääräinen tarkastus varmennetaan rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

### 5.1.2.3

Ilmavirtojen perussäätö tehdään yleisimmän käyttötilanteen mukaisella käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla. Säätolaitteiden asetus suoritetaan eri vuodenaikojen keskimääräisiä olosuhteita vastaavissa käyttötilanteissa. Paineiden suunnitelmanmukaisuus todetaan savukokein tai ilmavirta- ja paine-eromittauksin.

### 5.1.2.4

Ilmanvaihtojärjestelmän virtaus-, ääni-, sähkö- ja lämpötekniset suoritusarvot mitataan vähintään järjestelmän käyttöajan tehostamattomalla mitoitustilavirralla ja asunnoissa myös tehostetulla mitoitustilavirralla. Hyväksyttävät poikkeamat mitoitustarvoista ovat yleensä seuraavat:

- 1) ilmavirta järjestelmäkohtaisesti  $\pm 10 \%$ ;
- 2) ilmavirta huonekohtaisesti  $\pm 20 \%$ ;
- 3) ilman nopeus oleskeluvyöhykkeellä  $+ 0,05 \text{ m/s}$ ;
- 4) sähköteho  $+ 10 \%$ ; sekä
- 5) lämmitysteho  $-10 \%$ .

Hyväksyttävät poikkeamat sisältävät sekä mittaustuloksen poikkeamat että mittausepävarmuuden.

### 5.1.2.5

Mittaukset ja mittausarvojen muuntaminen vastamaan mitoitustarvoja suoritetaan voimassa olevien standardien mukaisesti. Mittauksissa käytetään laitteita, joiden kalibrointi on voimassa ja menetelmiä, joiden mittausepävarmuus on yleensä enintään puolet kohdassa 5.1.2.4 luetelluista hyväksyttävistä poikkeamista.

## LIITE 1

### Ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitason ohjearvoja

Taulukoissa 1-11 esitetään ohjearvot käyttöajan ilmanvaihdon mitoittamiseen. Ulkoilmavirta määräytyy ensisijaisesti henkilöperusteen mukaan. Jos henkilökuormituksen mukaiselle ilmavirtojen mitoitukselle ei ole riittäviä perusteita käytetään pinta-alaan perustuvaa mitoitusta. Ilmakanavien mitoituksessa on otettava huomioon käyttöajan tehostetut ilmavirrat.

Ulkoilmavirrat on määritelty sisäilman laadun ylläpitämiseksi, kun rakennus- ja sisustusmateriaaleina käytetään vähäpäästöisiä materiaaleja. Sisäisten ja ulkoisten epäpuhtaus- tai lämpökuormien aiheuttaman pitoisuuden tai huonelämpötilan kohoamisen rajoittaminen ilmanvaihdon avulla edellyttää taulukossa esitettyjä ilmavirtojen ohjearvoja suurempia ilmavirtoja.

Ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus on yleensä toteutettava vähintään niissä tiloissa, joiden henkilö- tai epäpuhtauskuormitus vaihtelee merkittävästi.

Rakentamismääräyskokoelman osassa C1 on annettu määräyksiä ja ohjeita LVIS-laitteiden ja muiden niihin rinnastettavien laitteiden aiheuttamista suurimmista sallituista äänitasoista rakennuksen sisätiloissa ja ulkopuolella. Rakentamismääräyskokoelman osan C1 mukaiset äänitasot on liitteen taulukoissa esitetty lihavoidulla tekstityypillä. Nämä äänitasot ovat osan C1 määräysten mukaisia arvoja asuinhuoneiden sekä keittiöiden osalta ja osan C1 ohjeiden mukaisia arvoja poti-

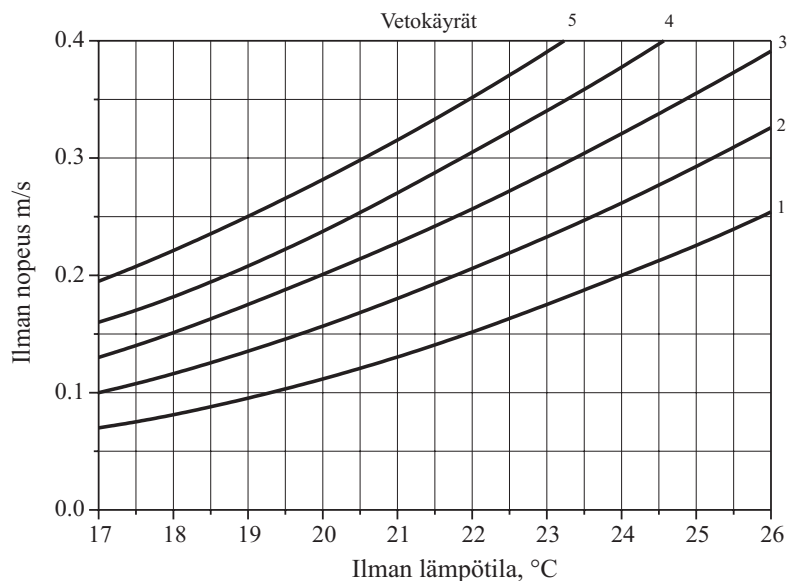
lashuoneiden, lasten lepo huoneiden, opetustilojen ja toimistojen osalta.

Äänitason ohjearvot ovat rakennuksen LVIS-laitteiden ja muiden niihin rinnastettavien laitteiden aiheuttama A-taajuuspainotettu keskiäänitaso  $L_{A,eq,T}$  (dB) ja enimmäisäänitaso  $L_{A,max}$  (dB) huoneessa. Ohjearvoja sovellettaessa on otettava huomioon ilmanvaihdon ja muiden äänilähteiden yhteisvaikutus. Jos tilaan tulee ääntä useammasta kuin yhdestä äänilähteestä, tulee kunkin äänilähteen erikseen tuottaman äänitason olla niin alhainen, ettei niiden yhteisesti aiheuttama äänitaso ylitä sallittua äänitasoa. Usean äänilähteen vaikutus huonetilan kokonaisäänitasoon otetaan huomioon laskemalla kaikkien huonetilaan ääntä aiheuttavien laitteiden äänitaso yhteen seuraavan kaavan avulla

$$L_{A,tot} = 10 \lg(10^{L_{A1}/10} + 10^{L_{A2}/10} + \dots + 10^{L_{An}/10}),$$

jossa  $L_{A,tot}$  on laitteiden yhteisesti aiheuttama äänitaso ja  $L_{A1} \dots L_{An}$  on kunkin laitteen erikseen aiheuttama äänitaso.

Oleskeluvyöhykkeen ilman liikettä kuvaavat ilman nopeuden taulukkoarvot vastaavat kohdassa 2.2 määriteltyjä huonelämpötiloja. Epäviihtyisyyttä aiheuttavaa ilman nopeutta eri huoneilman lämpötiloissa voidaan arvioida kuvan 1 vetokäyrien avulla.



Kuva 1. Vetokäyrät kuvaavat epäviihtyisyyttä aiheuttavan ilman liikkeen riippuvuutta ilman lämpötilästä.

Jos ilmanvaihto- tai kierrätysilmalaitteiden tehostusta voidaan ohjata henkilökohtaisesti käyttöajan ohjearvoja suuremmiksi, voidaan tehostuksen aikana taulukoiden ilman nopeuden ohjearvot ylittää + 0,1 m/s ja äänitason ohjearvot ( $L_{A,eq,T}$  ja  $L_{A,max}$ ) + 10 dB.

## TAULUKKO 1. ASUINRAKENNUKSET

Asuntojen ilmanvaihto mitoitetaan yleensä taulukon poistoilmavirtojen perusteella siten, että asuntojen ilmanvaihtokerroin on vähintään 0,5 1/h ja ulkoilmavirtojen riittävyys varmistetaan vähintään ohjearvojen mukaisiksi. Pienten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan yleensä ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston käyttöajan ilmanvaihtokerroin on enintään 0,7 1/h ja poistoilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti tarpeen mukaan. Jos poistoilmavirran tehostusta voidaan ohjata vain rakennuskohtaisesti, voidaan pienten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston ilmanvaihtokerroin on vähintään 1,0. Suurten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan yleensä ohjearvoja suuremmiksi, jotta tilakohtainen ulkoilmavirta olisi ohjearvon mukainen ja huoneiston ilmanvaihtokerroin olisi vähintään 0,5 1/h.

| Tila / käyttötarkoitus   | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/hlö | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Poistoilma-<br>virta<br>dm <sup>3</sup> /s | Äänitaso<br>$L_{A,eq,T}$ /<br>$L_{A,max}$<br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi<br>m/s | Huom!       |
|--|--|---|--|---|---------------------------------|-------------|
| Asuinitilat:   | 6  |   |  |   |                                 |             |
| Asuinhuoneet   |  | 0,5   |  | <b>28 / 33</b> *                                | 0,20                            | *C1 määräys |
| Keittiö  |  | #S  | 8 #A                                       | <b>33 / 38</b> *                                | 0,20                            | *C1 määräys |
| – käyttöajan tehostus  |  | #S  | 25   | 33 / 38   | 0,20                            |             |
| Vaatehuone, varasto  |  | #S  | 3  | 33 / 38   |                                 |             |
| Kylpyhuone   |  | #S  | 10 #B                                      | 38 / 43   | 0,20                            |             |
| – käyttöajan tehostus  |  | #S  | 15   | 38 / 43   | 0,20                            |             |
| WC   |  | #S  | 7 #B                                       | 33 / 38   |                                 |             |
| – käyttöajan tehostus  |  | #S  | 10   | 33 / 38   |                                 |             |
| Kodinhuone   |  | #S  | 8  | 33 / 38   | 0,30                            |             |
| – käyttöajan tehostus  |  | #S  | 15   | 33 / 38   | 0,30                            |             |
| Huoneistosauuna  |  | 2 #C  | 2/m <sup>2</sup> #C                        | 33 / 38   |                                 |             |
| Yhteistilat:   |  |   |  |   |                                 |             |
| Porrashuone  |  | 0,5 1/h   | 0,5 1/h                                    | 38 / 43   |                                 |             |
| Varastot   |  | 0,35  | 0,35 /m <sup>2</sup>                       | 43 / 48   |                                 |             |
| Kylmäkellari (myös asuntokylmiö, jos pinta-ala > 4m <sup>2</sup> ) |  | 0,2   | 0,2 / m <sup>2</sup>                       | 43 / 48   |                                 |             |
| Pukuhuone  |  | 2   | 2 / m <sup>2</sup>                         | 33 / 38   | 0,20                            |             |
| Pesuhuone  |  | 3   | 3 / m <sup>2</sup>                         | 43 / 48   | 0,20                            |             |
| Saunan löylyhuone  |  | 2   | 2 / m <sup>2</sup>                         | 33 / 38   |                                 |             |
| Talopesula   |  | 1   | 1 / m <sup>2</sup>                         | 43 / 48   |                                 |             |
| Kuivaushuone   |  | 2 #D  | 2 / m <sup>2</sup> #D                      | 43 / 48   |                                 |             |
| Askarteluhuone, kerho  |  | 1 #E  | 1 / m <sup>2</sup> #E                      | 33 / 38   | 0,20                            |             |

# A Ohjearvo, kun liesikuvun ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti, muussa tapauksessa on liesikuvun ohjearvo 20 dm<sup>3</sup>/s.

# B Ohjearvo, kun ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti, muussa tapauksessa ilmavirran ohjearvo on käyttöajan tehostuksen mukainen.

# C Kuitenkin vähintään 6 dm<sup>3</sup>/s. Saunan ilmavirtaa ei oteta huomioon laskettaessa asunnon ilmanvaihtokerrointa, jos saunan ulkoilmavirta on yhtä suuri kuin poistoilmavirta.

# D Voidaan mitoitetaan pienemmäksi kun käytetään ilmankuivainta.

# E Edellyttää tuuletusmahdollisuutta; muuten 1,5 (dm<sup>3</sup>/s)/m<sup>2</sup>.

# S Ulkoilmavirta korvataan yleensä asuinhuoneista johdettavalla siirtoilmavirralla.

**TAULUKKO 2. TOIMISTORAKENNUKSET #1**

| Tila / käyttötarkoitus                       | Ulkoilma-<br>virta<br><br>(dm <sup>3</sup> /s)/hlö | Ulkoilma-<br>virta<br><br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Poistoilma-<br>virta<br><br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Äänitaso<br>L <sub>A,eq,T</sub> /<br>L <sub>A,max</sub><br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom!    |
|--|--|---|---|---|--|----------|
| Toimistohuone ja<br>vastaavat tilat          |  | 1,5   |   | <b>33 / 38</b> *  | 0,20 / 0,30                            | *C1 ohje |
| Neuvotteluhuone                              | 8  | 4   |   | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            | #3       |
| Asiakastila                                  |  | 2   |   | 38 / 43   | 0,30 / 0,40                            | #2       |
| Käytävätila                                  |  | 0,5   |   | 38 / 43   | 0,30                                   | #2       |
| Kahvio, taukotila                            |  | 5   |   | 38 / 43   | 0,25                                   |          |
| Arkisto, varasto                             |  |   | 0,35  |   |  |          |
| Tupakkahuone:<br>– rakennuksen käytön aikana |  | 10  | 20  | 38 / 43   | 0,30                                   | #4       |
| – rakennuksen käytön<br>ulkopuolella         |  |   | 10  |   |  | #4       |
| Kopiointihuone                               |  | 1   | 4   |   |  |          |

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat.

#2 Kiinteiden työpisteiden ilman nopeuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.

#3 Jos rakennuksessa on kolme tai useampia neuvotteluhuoneita, on niiden ilmanvaihto oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.

#4 Tupakkahuoneen on aina oltava alipaineinen ympäröiviin tiloihin nähden.

**TAULUKKO 3. OPPILAITOKSET #1**

| Tila / käyttötarkoitus                | Ulkoilma-<br>virta<br><br>(dm <sup>3</sup> /s)/hlö | Ulkoilma-<br>virta<br><br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Poistoilma-<br>virta<br><br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Äänitaso<br>L <sub>A,eq,T</sub> /<br>L <sub>A,max</sub><br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom!        |
|---------------------------------------|--|---|---|---|--|--------------|
| Opetustilat                           | 6  | 3   |   | <b>33 / 38</b> *  | 0,20 / 0,30                            | #4, *C1 ohje |
| Käytävät / Aulat                      |  | 4   |   | 38 / 43   |  | #2           |
| Liikuntasali:<br>– liikuntasalikäyttö |  | 2   |   | 38 / 43   | 0,30                                   | #3           |
| – juhlasalikäyttö                     |  | 6   |   | 33 / 38   | 0,25                                   |              |
| Luentosali                            | 8  | 6   |   | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            | #4           |
| Ryhmätyötila                          | 8  | 4   |   | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            | #4           |
| Ruokala                               | 6  | 5   |   | 33 / 38   | 0,25                                   |              |
| Varastot                              |  |   | 0,35  |   |  | #S           |

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat.

#2 Kiinteiden työpisteiden ilmannopeuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.

#3 Sisäilmasto ja ilmanvaihto mitoitetaan vaativimman käytön mukaisesti, oltava ohjattavissa tarpeen mukaan eri käyttötilanteisiin.

#4 Tilan ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.

#S Voi käyttää siirtoilmaa

**TAULUKKO 4. RAVINTOLAT, TYÖPAIKKARUOKALAT JA HOTELLIT #1**

| Tila / käyttötarkoitus  | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/hlö | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Poistoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Äänitaso<br>L <sub>A,eq,T</sub> /<br>L <sub>A,max</sub><br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom!    |
|---|--|---|---|---|--|----------|
| Ravintola, jossa tupakointi on kielletty kokonaan                         | 10   | 10  |   | 38 / 43   | 0,20                                   | #2, T    |
| Ravintola, jossa tupakointi on osittain sallittu:                         |  |   |   |   |  | #2, 3, T |
| a) ruokaravintolat ja kahvilat  | 15   | 15  |   | 38 / 43   |  |          |
| b) iltaravintolat, kuten pubit, yökerhot, seurustelu- ja tanssiravintolat | 20   | 20  |   | 38 / 43   |  |          |
| Hotellihuone  | 10   | 1   |   | 28 / 33   | 0,20                                   |          |
| Käytävä   |  | 0,5   |   | 33 / 38   | 0,25                                   | #2       |
| Aula  |  | 2   |   | 33 / 38   | 0,20                                   | #2       |
| Kokoustila  | 8  | 4   |   | 33 / 38   | 0,20                                   |          |

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11. Hygieniatilat.

#2 Kiinteiden työpisteiden ilmannopeuden ohjearvot kuten toimistuhuoneessa.

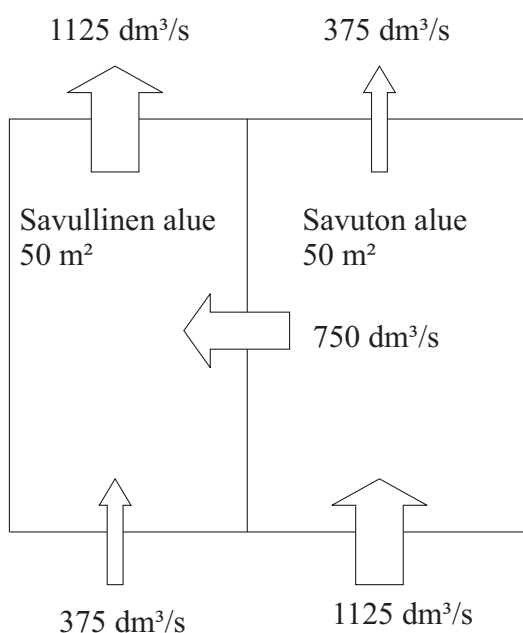
#3 Ulkoilmavirrasta tuodaan vähintään 75 % savuttomalle alueelle ja vastaavasti poistoilmasta vähintään 75 % otetaan savulliselta alueelta. Savullisen alueen tuloilmavirrasta tuodaan vähintään 75 % siirtoilmana savuttomalta puolelta.

#T Ravintolan ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.

### Selostus

*Esimerkki ilmavirtojen jakamisesta ruokaravintolassa, jossa tupakointi on osittain sallittu:*

*Pinta-ala on 100 m<sup>2</sup>, josta puolet on savutonta ja puolet savullista aluetta. Ulkoilmavirta on yhteensä 1,5 m<sup>3</sup>/s, josta savuttomalle puolelle johdetaan (vähintään) 1125 dm<sup>3</sup>/s ja savulliselle puolelle loput (enintään 375 dm<sup>3</sup>/s). Vastaavasti savullisen alueen poistoilmavirta on vähintään 1125 dm<sup>3</sup>/s. Savullisen alueen tuloilmasta (vähintään) 750 dm<sup>3</sup>/s on siirtoilmaa savuttomalta alueelta.*



**TAULUKKO 5. MYYMÄLÄT JA TEATTERIT #1**

| Tila / käyttötarkoitus | Ulkoilma-<br>virta       | Ulkoilma-<br>virta                  | Poistoilma-<br>virta                | Äänitaso<br>$L_{A,eq,T}$ /<br>$L_{A,max}$<br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom!  |
|------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|--------|
|                        | (dm <sup>3</sup> /s)/hlö | (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> |   |  |        |
| Myymälä                |                          | 2                                   |                                     | 43 / 48   | 0,25                                   | #2, #T |
| Teatterin katsomo      | 8                        |                                     |                                     | 28 / 33   | 0,20                                   | #T     |
| Teatterin näyttämö     |                          | 3                                   |                                     | 28 / 33   | 0,25                                   | #2     |
| Aula, lämpiö           |                          | 5                                   |                                     | 38 / 43   | 0,25                                   | #T     |
| Konserttisali          | 8                        |                                     |                                     | 25 / 30   | 0,20                                   | #T     |
| Elokuvateatteri        | 8                        |                                     |                                     | 33 / 38   | 0,20                                   | #T     |

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11. Hygieniatilat.

#2 Kiinteiden työpisteiden ilman nopeuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.

#T Ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.

**TAULUKKO 6. URHEILUTILAT, UIMAHALLIT JA KASARMIT #1**

| Tila / käyttötarkoitus             | Ulkoilma-<br>virta       | Ulkoilma-<br>virta                  | Poistoilma-<br>virta                | Äänitaso<br>$L_{A,eq,T}$ /<br>$L_{A,max}$<br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom! |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|-------|
|                                    | (dm <sup>3</sup> /s)/hlö | (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> |   |  |       |
| Liikuntatilat:                     |                          |                                     |                                     |   |  | #T    |
| – Kuntosali                        |                          | 6                                   |                                     | 38 / 43   | 0,25                                   |       |
| – Liikuntasali                     |                          | 4                                   |                                     | 38 / 43   | 0,25                                   |       |
| – Liikuntahalli                    |                          | 2                                   |                                     | 38 / 43   | 0,25                                   |       |
| – Katsomo                          | 8                        |                                     |                                     | 33 / 38   | 0,25                                   |       |
| Käytävät/aulat, joissa oleskellaan |                          | 5                                   |                                     | 38 / 43   | 0,30                                   | #2    |
| Käytävät, joissa ei oleskella      |                          | 1                                   |                                     | 38 / 43   | 0,30                                   |       |
| Uima-allastila                     |                          | 2                                   |                                     | 38 / 43   | 0,40                                   | #K    |
| Kasarmitilat:                      |                          |                                     |                                     |   |  |       |
| Miehistötila                       | 8                        | 2                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20                                   |       |
| Ruokala                            | 6                        | 5                                   |                                     | 33 / 38   | 0,25                                   |       |
| Pesuhuone                          |                          |                                     | 5                                   | 38 / 43   | 0,30                                   | #S    |
| Käytävä                            |                          | 1                                   |                                     | 38 / 43   | 0,25                                   |       |
| Oleskelutila                       |                          | 3                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20                                   |       |
| Opetustila                         | 6                        | 3                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20                                   |       |

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11. Hygieniatilat.

#2 Kiinteiden työpisteiden ilmannopeuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.

#T Ilmanvaihto on oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.

#K Kosteuden poisto on mitoittava tekijä. Lasketaan tapauskohtaisesti.

#S Siirtoilmavirtana



**TAULUKKO 7. HOITOLAITOKSET #1**

| Tila / käyttötarkoitus           | Ulkoilma-<br>virta       | Ulkoilma-<br>virta                  | Poistoilma-<br>virta                | Äänitaso<br>L <sub>A,eq,T</sub> /<br>L <sub>A,max</sub><br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom!    |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|----------|
|                                  | (dm <sup>3</sup> /s)/hlö | (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> |   |  |          |
| Sairaalan potilashuone           | 10                       | 1,5                                 |                                     | <b>28 / 33</b> *  | 0,20 / 0,30                            | *C1 ohje |
| Sairaalan toimenpidehuone        |                          | 2                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            | #E       |
| Sairaalan kuntoutushuone         |                          | 2                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            |          |
| Sairaalan oleskelutila           |                          | 3                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20                                   |          |
| Lastenhoitotilat                 |                          | 2                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            |          |
| Pitkäaikaispotilaiden hoitotilat |                          | 2                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            | #3       |
| Käytävä                          |                          | 0,5                                 |                                     | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            | #2       |
| Odotustilat                      |                          | 3                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            | #2       |
| Potilas- ja odotustilojen WC     |                          |                                     | 30 / paikka                         | 38 / 43   | 0,20                                   |          |
| Huuhdeluhuone                    |                          |                                     | 10                                  | 38 / 43   | 0,20                                   | #3       |
| Pidätettyjen vastaanottotila     |                          | 3                                   | 1                                   | 33 / 38   | 0,20                                   | #4       |
| Putkakäytävä                     |                          | 3                                   |                                     | 38 / 43   | 0,20                                   |          |
| Juoppoputka                      |                          | 8                                   | 10                                  | 33 / 38   | 0,20                                   | #S       |
| Sellikäytävä                     |                          | 2                                   |                                     | 38 / 43   | 0,30                                   |          |
| Selli                            | 8                        | 2,5                                 | 3                                   | 33 / 38   | 0,20                                   | #S       |
| Päiväkodit:                      |                          |                                     |                                     |   |  |          |
| Lepohuoneet                      | 6                        | 2,5                                 |                                     | <b>28 / 33</b> *  | 0,20 / 0,30                            | *C1 ohje |
| Leikki- ja ryhmähuoneet          | 6                        | 2,5                                 |                                     | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            |          |
| Vesileikkihuone                  |                          | 2                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            |          |
| Eteinen                          |                          | 2                                   |                                     | 33 / 38   | 0,20                                   |          |
| Märkäeteinen                     |                          |                                     | 5                                   |   |  | #3, #S   |

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat.

#2 Kiinteiden työpisteiden ilmannoisuuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.

#3 Poistoilmavirtaa ja vastaavasti ulkoilmavirtaa suurennetaan kohdepoistojen ja / tai hajujen hallitsemisen edellyttämällä määrällä.

#4 Poistoilma ympäröivien hygieni- ymv. tilojen kautta.

#E Erikoistilojen, kuten leikkaussalien, toimenpidehuoneiden, röntgentilojen, välinehuoltotilojen, potilaiden pesuun käytettävien tilojen jne. ilmanvaihto suunnitellaan tapauskohtaisesti.

#S Siirtoilmavirta

**TAULUKKO 8. MUUT JULKISET TILAT #1**

| Tila / käyttötarkoitus                   | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/hlö | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Poistoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Äänitaso<br>L <sub>A,eq,T</sub> /<br>L <sub>A,max</sub><br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom!  |
|--|--|---|---|---|--|--------|
| Liikenneasemat:<br>Odotustila ja käytävä |  | 5   |   | 43 / 48   |  | #2     |
| Näyttelyihin käytettävät tilat:          |  |   |   |   |  |        |
| - Näyttelytilat                          |  | 4   |   | 33 / 38   | 0,20/0,40                              | #2, #T |
| - Museot                                 |  | 4   |   | 33 / 38   | 0,20 / 0,40                            | #2, #T |
| - Messutilat                             |  | 4   |   | 38 / 43   | 0,20 / 0,40                            | #2, #T |
| Kirjastot:                               |  |   |   |   |  |        |
| - Kirjastosali                           | 8  | 2   |   | 33 / 38   | 0,20 / 0,40                            | #2     |
| - Lukusali                               | 8  | 2   |   | 33 / 38   | 0,20 / 0,30                            |        |
| - Varasto                                |  |   | 0,5   |   |  | #S     |
| Kirkot:                                  |  |   |   |   |  |        |
| - Kirkkosali                             | 6  |   |   | 33 / 38   | 0,20                                   | #T     |
| - Muut yleisötilat                       |  | 5   |   | 33 / 38   | 0,20                                   | #T     |

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat.

#2 Kiinteiden työpisteiden ilmannopeuden ohjearvot kuten toimistohuoneessa.

#S Siirtoilmavirta

#T Ilmanvaihdon tarpeenmukaisen käytön oltava mahdollista.

**TAULUKKO 9. TYÖTILAT YMS. #1, #2 ja #3**

| Tila / käyttötarkoitus       | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/hlö | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Poistoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Äänitaso<br>L <sub>A,eq,T</sub> /<br>L <sub>A,max</sub><br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom! |
|------------------------------|--|---|---|---|--|-------|
| Tehdastyö:                   |  |   |   |   |  |       |
| - Kevyt                      | 10   | 1,5 #4  |   |   | 0,20 / 0,30                            |       |
| - Keskiraskas                | 10   | 1,5 #4  |   |   | 0,25 / 0,50                            |       |
| Laboratoriot (kemian)        | 8  | 1   |   | 38 / 43   | 0,20 / 0,40                            | #E, T |
| Autokorjaamo, katsastustilat |  | 7   | 3 #5  | 43 / 48   | 0,25                                   |       |

#1 Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat.

#2 Rakennukseen kuuluvissa toimistotiloissa sovelletaan toimistorakennuksen ohjeita.

#3 Poistoilmavirtaa ja vastaavasti ulkoilmavirtaa suurennetaan kohdepoistojen ja/tai epäpuhtauksien hallitsemisen edellyttämällä määrällä.

#4 Ilmanvaihtolaitos mitoitetaan vähintään ko. ilmavirralla. Laitosta voidaan käyttää pienemmällä ilmavirralla työtavoista yms. tehtävän selvityksen epäpuhtauspäästöjen ja lämpökuormien perusteella. Ilman nopeudet ovat esimerkkejä. Työn luonne ratkaisee lämpötilatason ja ilman nopeuden tapauskohtaisesti.

#5 Edellyttää paikallista pakokaasun poistoa, jonka suuruus on vähintään 100 dm<sup>3</sup>/s henkilöautoille ja 300 dm<sup>3</sup>/s kuorma-autoille. Mikäli käytetään pakokaasunpoistokiskoa, joihin ajoneuvot ovat liitettyinä koko ajan, voi ilmavirta olla 2 dm<sup>3</sup>/s. Poistoilmavirta mitoitetaan ottaen huomioon pakokaasunpoisto siten, ettei tila ole alipaineinen, ks. myös standardi SFS 3352.

#E Tapauskohtainen suunnittelu.

#T Ilmanvaihdon tarpeenmukaisen käytön oltava mahdollista.

**TAULUKKO 10. RUOANVALMISTUS- JA SÄILYTYSTILAT**

| Tila / käyttötarkoitus            | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/hlö | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Poistoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Äänitaso<br>L <sub>A,eq,T</sub> /<br>L <sub>A,max</sub><br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom! |
|-----------------------------------|--|---|---|---|--|-------|
| <b>Keittiötilat:</b>              |  |   |   |   |  |       |
| – Valmistuskeittiö                |  | 15  | 15  | 38 / 43   | 0,25 / 0,50                            | #E    |
| – Kuumennuskeittiö                |  | 10  | 10  | 38 / 43   | 0,25 / 0,50                            | #E    |
| – Jakelukeittiö                   |  | 5   | 5   | 38 / 43   | 0,25 / 0,50                            | #E    |
| – Kahvikeittiö                    |  | 3   | 30 l/s/keittiö  | 33 / 38   | 0,20 / 0,40                            |       |
| <b>Varastotilat:</b>              |  |   |   |   |  |       |
| – Kuivavarasto                    |  |   | 0,5   |   |  | #S    |
| – Kylmävarastot >4 m <sup>2</sup> |  |   | 0,2   |   |  | #S    |
| – Jätehuone                       |  |   | 5   |   |  | #1    |
| – Jäähdytetty jätehuone           |  |   | 2   |   |  | #1    |

#1 Tilan on aina oltava alipaineinen ympäröiviin tiloihin nähden.

#E Minimi-ilmavirtoja. Ilmavirrat mitoitetaan tapauskohtaisesti lämpökuormien perusteella.

#S Siirtoilmavirta

**TAULUKKO 11. MUIDEN KUIN ASUNTOJEN HYGIENIATILAT SEKÄ MUUT TILAT**

| Tila / käyttötarkoitus                          | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/hlö | Ulkoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Poistoilma-<br>virta<br>(dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup> | Äänitaso<br>L <sub>A,eq,T</sub> /<br>L <sub>A,max</sub><br>dB | Ilman<br>nopeus<br>talvi / kesä<br>m/s | Huom! |
|---|--|---|---|---|--|-------|
| <b>WC:t</b>                                     |  |   |   |   |  |       |
| – työpaikkatiloihin tai<br>vastaaviin liittyvät |  |   | 20 / paikka   | 38 / 43   |  | #S    |
| – yleisön käyttämiin tiloihin<br>liittyvät      |  |   | 30 / paikka   | 38 / 43   |  | #S    |
| Pesuhuone                                       |  | 3   | 5   | 38 / 43   | 0,20                                   | #S    |
| Pukuhuone                                       |  | 5   | 4/kaappi  | 38 / 43   | 0,20                                   | #S    |
| Saunan löylyhuone                               |  | 1   | 2   | 38 / 43   |  | #S    |
| Siivoustilat                                    |  |   | 4   |   |  | #S    |
| Porrashuone                                     |  | 0,5 1/h   | 0,5 1/h   | 38 / 43   |  | #1    |
| Hissikuilu                                      | 4  |   | 8   |   |  |       |
| Hissikonehuone                                  |  |   | 17  |   |  | #2    |

#1 Ilmanvaihtokerroin

#2 Tarkistetaan lämpökuorman perusteella. Konehuoneen enimmäislämpötila on 35 °C.

#S Siirtoilmavirta

## Moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihto-ohjeet

Näitä ohjeita sovelletaan pääasiassa paikoitukseen tarkoitettuihin moottoriajoneuvosuojaan. Jos suojien yhteydessä on huolto- ja korjaustiloja, lastaus- ja linja-autoterminaaleja tai muita tiloja, joissa työskennellään jatkuvasti, ei näitä ohjeita voida suoraan soveltaa.

Moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihto järjestetään siten, etteivät ilman epäpuhtaudet aiheuta terveydellistä haittaa suojien käyttäjille. Mikäli autojen syntyminen on mahdollista esim. pysäköintimaksu- tai liikennejärjestelyjen takia, tehostetaan näiden alueiden ilmanvaihtoa sijoittamalla lisäpoistoja ruuhkakohtiin. Tehostettu poisto voi tällöin olla epäpuhtauspitoisuuden (esimerkiksi CO-pitoisuus) mukaan ohjattu. Jos autosuojissa tai niiden yhteydessä on työpaikkoja, järjestetään ilmanvaihto työpaikkojen vaatimusten mukaisesti.

Jos moottoriajoneuvosuoja on muun rakennuksen yhteydessä sen ilmanvaihto järjestetään siten, että suoja on alipaineinen muihin tiloihin nähden.

Moottoriajoneuvosuojan tuloilma voi olla siirtoilmaa.

Tulo- ja poistoilma-aukot sijoitetaan siten, että suojan eri osien riittävä ilmanvaihto varmistuu. Aukot sijoitetaan siten, ettei ilma pääse tarpeettomasti leviämään alueilta, joissa epäpuhtauspitoisuus on suuri. Suojaan ei myöskään saa jäädä kohtia, joissa ilman epäpuhtauspitoisuudet voivat paikallisesti ylittää sallitut arvot. Tämän estämisessä voidaan käyttää esim. paikallispoistoja tai siirtoilmavirtauksia.

Koneellisen ilmanvaihdon poistoilmavirta on:

- tiloissa, joissa tapahtuu keskimäärin yksi ajo autopaikkaa kohden vuorokauden vilkkaimman 8 tunnin jakson aikana, vähintään  $0,9 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^2$ . Tällaisia ovat esimerkiksi asuintalojen paikoitustilat;
- tiloissa, joissa ajoja on vastaavasti 2-4, vähintään  $2,7 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^2$ . Näitä ovat esimerkiksi toimisto- ja virastotilojen henkilökunnan paikoitustilat; sekä
- tiloissa, joissa ajoja on vastaavasti useampia, on poistoilmavirran oltava vähintään  $n \times 0,9 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^2$ . Kaavassa n tarkoittaa ajojen lukumäärää ja sen lukuarvo on vähintään 4. Näitä tiloja ovat esimerkiksi varsinaiset paikoitustalot sekä toimisto-, virasto- ja liikerakennusten asiakaspaikoitustilat.

Riviautosuojissa ja enintään  $60 \text{ m}^2$ :n moottoriajoneuvosuojissa voidaan käyttää painovoimaista ilmanvaihtoa. Riviautosuoja on moottoriajoneuvosuoja, jossa ei sisällä ajeta ja jonka syvyys on enintään 7 m tai 14 m silloin, kun suoja on tarkoitettu linja-autoille tai muille pitkille ajoneuvoille. Suojan tulee olla kokonaan maanpäällä tai ilmanvaihdon kannalta tätä vastaavasti, esimerkiksi rinteessä. Tulo- ja poistoilma-aukot sijoitetaan siten, että riittävä ilmanvaihto ja ilman kierto saavutetaan. Tuloilma-aukko voidaan sijoittaa ulkoseinän tai oven alaosaan. Poistoilma-aukko sijoitetaan yleensä seinän yläosaan tai kattoon tuloilma-aukon vastakkaiselle puolelle. Sekä tulo- että poistoilma-aukon vapaa poikkipinta-ala on vähintään 0,1 % lattiapinta-alasta, kuitenkin vähintään  $150 \text{ cm}^2$ .

Jos lämmittämättömän moottoriajoneuvosuojan, esim. pysäköintitalon ulkoseinästä vähintään 30 % on avointa ja aukkojen pinta-ala on vähintään 10 % kunkin tason lattiapinta-alasta, ei suojassa vaadita erillistä ilmanvaihtoa. Tilassa ei kuitenkaan saa olla ilmankulkua huomattavasti haittaavia esteitä kuten väliseiniä tai palkkeja.

Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihtoa voidaan vähentää normaalin käyttöajan ulkopuolella, kun ilmanvaihtoa ohjataan epäpuhtauspitoisuuden mukaan ja suojaan asennetaan erillinen hälytysjärjestelmä. Ilmanvaihto käynnistyy täydelle teholle, kun yhden anturin kohdalla epäpuhtauspitoisuus ylittää asetetun raja-arvon (esimerkiksi CO-pitoisuus 50 ppm). Hälytys tapahtuu, kun epäpuhtauspitoisuus ylittää asetetun raja-arvon (esimerkiksi CO-pitoisuus 70 ppm). Ohjaus- ja hälytysantureita asennetaan suojaan vähintään 3 kpl kullekin tasolle, yleensä ajoluiskien ja ajoreittien läheisyyteen. Anturien toiminta on säännöllisesti tarkastettava ja ne on kalibroitava vähintään kerran vuodessa. Kalibrointitodistus liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen.

## SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

Tilanne 1.10.2003 tämän asetuksen antopäivän 30.10.2002 tiedoin  
(ajantasainen sisällysluettelo [www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi))

|  |  |                      |      |
|--|--|----------------------|------|
| <b>A YLEINEN OSA</b>                     |  |                      |      |
| A1                                       | Rakennustyön valvonta  | Määräykset ja ohjeet | 2000 |
| A2                                       | Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat                     | Määräykset ja ohjeet | 2002 |
| A3                                       | Rakennustuotteet   | Määräykset           | 1995 |
| A4                                       | Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje                             | Määräykset ja ohjeet | 2000 |
| A5                                       | Kaavamerkinnot   | Määräykset           | 2000 |
| <b>B RAKENTEIDEN LUJUUS</b>              |  |                      |      |
| B1                                       | Rakenteiden varmuus ja kuormitukset                            | Määräykset           | 1998 |
| B2                                       | Kantavat rakenteet   | Määräykset           | 1990 |
| B3                                       | Pohjarakennus  | Määräykset           | 1976 |
| B4                                       | Betonirakenteet  | Ohjeet               | 2001 |
| B5                                       | Kevytbetoniharkkorakenteet                                     | Ohjeet               | 1987 |
| B6                                       | Teräsohutlevyrakenteet   | Ohjeet               | 1989 |
| B7                                       | Teräsrakenteet   | Ohjeet               | 1996 |
| B8                                       | Tiilirakenteet   | Ohjeet               | 1989 |
| B9                                       | Betoniharkkorakenteet  | Ohjeet               | 1993 |
| B10                                      | Puurakenteet   | Ohjeet               | 2001 |
| *  | Eurocode-esistandardien kansalliset soveltamisasiakirjat (NAD) |                      |      |
| <b>C ERISTYKSET</b>                      |  |                      |      |
| C1                                       | Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa                    | Määräykset ja ohjeet | 1998 |
| C2                                       | Kosteus  | Määräykset ja ohjeet | 1998 |
| C3                                       | Rakennuksen lämmöneristys                                      | Määräykset           | 2003 |
| C4                                       | Lämmöneristys  | Ohjeet               | 2003 |
| <b>D LVI JA ENERGIATALOUS</b>            |  |                      |      |
| D1                                       | Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot                       | Määräykset ja ohjeet | 1987 |
| D2                                       | Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto                         | Määräykset ja ohjeet | 2003 |
| D3                                       | Rakennusten energiatalous                                      | Määräykset ja ohjeet | 1978 |
| D4                                       | LVI-piirrosmerkit  | Ohjeet               | 1978 |
| D5                                       | Rakennusten lämmityksen tehon- ja energiatarpeen laskenta      | Ohjeet               | 1985 |
| D6                                       | Kvv-työnjohtaja  | Määräykset           | 1990 |
| D7                                       | Kattiloiden hyötysuhdevaatimukset                              | Määräykset           | 1997 |
| <b>E RAKENTEELLINEN PALOTURVALLISUUS</b> |  |                      |      |
| E1                                       | Rakennusten paloturvallisuus                                   | Määräykset ja ohjeet | 2002 |
| E2                                       | Tuotanto- ja varastorakennusten paloturvallisuus               | Ohjeet               | 1997 |
| E3                                       | Pienet savuhormit  | Ohjeet               | 1988 |
| E4                                       | Autosuojien paloturvallisuus                                   | Ohjeet               | 1997 |
| E7                                       | Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus                          | Ohjeet               | 1980 |
| E8                                       | Muuratut tulisijat   | Ohjeet               | 1985 |
| E9                                       | Kattilahuoneiden ja polttoainetarastojen paloturvallisuus      | Ohjeet               | 1997 |
| <b>F YLEINEN RAKENNUSSUUNNITTELU</b>     |  |                      |      |
| F1                                       | Liikkumisesteetön rakentaminen                                 | Määräykset ja ohjeet | 1997 |
| F2                                       | Rakennuksen käyttöturvallisuus                                 | Määräykset ja ohjeet | 2001 |
| <b>G ASUNTORAKENTAMINEN</b>              |  |                      |      |
| G1                                       | Asuntosuunnittelu  | Määräykset           | 1994 |
| G2                                       | Valtion tukema asuntorakentaminen                              | Määräykset ja ohjeet | 1998 |

**Lämpöolot**

SFS 5511 Ilmastointi. Rakennusten sisäilmasto. Lämpöolojen kenttämittaukset. 1989

**Ilmanlaatu**

SFS-EN 12341:1998 Air quality. Determination of the PM 10 fraction of suspended particulate matter. Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods. (Ilmanlaatu. Hiukkasten PM10-osuuden määrittäminen. Referenssimenetelmä ja kenttätesti mittausmenetelmien vastaavuuden osoittamiseksi.)

HTP-arvot 2000, sosiaali- ja terveysministeriö, työsuojelusäädöksiä 3, Tampere 2000.

**Ilmavirrat**

SFS 5512 Ilmastointi. Ilmavirtojen ja painesuhteiden mittaus ilmanvaihtolaitoksissa. 1989

**Tiiviys**

SFS 3542 Ilmastointikanavat. Lujuus- ja tiiviys-testaus. 1987

EN 1751:1998 Ventilation for buildings - Air terminal devices - Aerodynamic testing of dampers and valves.