

# D2

SUOMEN

RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

## Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto

MÄÄRÄYKSET JA OHJEET 1987

Y M P Ä R I S T Ö M I N I S T E R I Ö

*Määräykset ovat sitovia. Rakennuslain 132 §:n mukaan on ympäristöministeriöllä kaupungin sekä lääninhallituksella muun kunnan osalta kuitenkin valta lainkohdasta ilmenevin edellytyksin myöntää poikkeus rakentamista koskevista säännöksistä, määräyksistä, kielloista ja muista rajoituksista. Sama oikeus on rakennuslautakunnalla, milloin on kysymys vähäisestä poikkeamisesta.*

*Ohjeet esittävät hyväksyttäviä ratkaisuja. Rakentamisessa voidaan kuitenkin käyttää myös muita ratkaisuja, mikäli rakennusvalvontaviranomainen katsoo niiden täyttävän säännösten ja määräysten vaatimukset.*

5. muuttumaton painos

ISBN 951-37-0801-2

Painatuskeskus Oy  
Helsinki 1993

# RAKENNUSTEN SISÄILMASTO JA ILMANVAIHTO

## Määräykset ja ohjeet 1987

Nämä määräykset ja ohjeet kuuluvat Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, josta on määrätty sisäasiainministeriön päätöksellä (867/75). Määräykset ja ohjeet korvaavat 27 päivänä lokakuuta 1978 annetut määräykset ja ohjeet rakennusten ilmanvaihdosta (D2).

Uudet määräykset ja ohjeet tulevat voimaan 1 päivänä tammikuuta 1988 ja koskevat rakentamistoimenpidettä, johon on haettu lupaa mainittuna päivänä tai sen jälkeen kuitenkin siten, että aikaisempia määräyksiä ja ohjeita saa soveltaa rakentamistoimenpiteeseen, jota koskevaa lupaa on haettu ennen 1 päivää heinäkuuta 1988.

Helsingissä 18 päivänä helmikuuta 1987

Ympäristöministeri

Matti Ahde

Osastopäällikkö  
ylivohtaja

Sirkka Hautojärvi

### SISÄLLYS

1. Yleistä
  - 1.1 Soveltamisala
  - 1.2 Määritelmiä
2. Sisäilmasto
  - 2.1 Sisäilmastotekijät
  - 2.2 Lämpöolot
  - 2.3 Sisäilman puhtaus
  - 2.4 Sisäilman kosteus
  - 2.5 Äänitaso
3. Ilmanvaihto ja ilmanvaihtolaitokset
  - 3.1 Ilmanvaihdon tarve
  - 3.2 Ilmavirrat
  - 3.3 Tuloilman puhtaus, palautus-, kierrätys- ja siirtoilma
  - 3.4 Rakennuksen painesuhteet
  - 3.5 Sisäänpuhallus, poisto, ilmanvaihdon tehokkuus
  - 3.6 Ilmanvaihtolaitokset
4. Ilmanvaihtolaitoksen suunnitelmat, toteutus ja käyttöönotto
  - 4.1 Ilmanvaihtosuunnitelmille asetettavat vaatimukset
  - 4.2 Ilmanvaihtolaitoksen toteutus ja käyttöönotto
5. Käyttö ja kunnossapito
  - 5.1 Käytön ja kunnossapidon vaatimukset suunnitelmille
  - 5.2 Kunnossapito, käyttö ja huolto
  - 5.3 Käyttö- ja huolto-ohjeet

### 1 Yleistä

#### 1.1 Soveltamisala

Tämä rakentamismääräyskokoelman osa D2 sisältää määräyksiä (ISOILLA KIRJAIMILLA) ja ohjeita (pienillä kirjaimilla sisäänvedettynä). Määräykset ovat sitovia. Ohjeet esittävät ratkaisuja määräysten soveltamisesta. Muitakin ratkaisuja voidaan käyttää, mikäli ne täyttävät määräysten vaatimukset.

Nämä määräykset ja ohjeet koskevat tyydyttävää sisäilmastoa ja ilmanvaihdon järjestämistä uudisrakennuksissa. Rakennuksen korjaus- ja muutostöissä on otettava lisäksi huomioon Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osan A1 "Yleiset määräykset" soveltamislausekkeet.

#### 1.2 Määritelmiä

##### Ilmanvaihto

Ilmanvaihdolla tarkoitetaan yleisesti huoneilman laadun ylläpitämistä ja parantamista huoneen ilmaa vaihtamalla.

##### Ilmastointi

Ilmastoinnilla tarkoitetaan huoneilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden ja ilman liikkeen hallintaa tuulo- tai kierrätysilmaa käsittelemällä.

### Koneellinen ilmanvaihto

Koneellisessa ilmanvaihdossa ilman liike saadaan aikaan koneellisesti esim. puhaltimella.

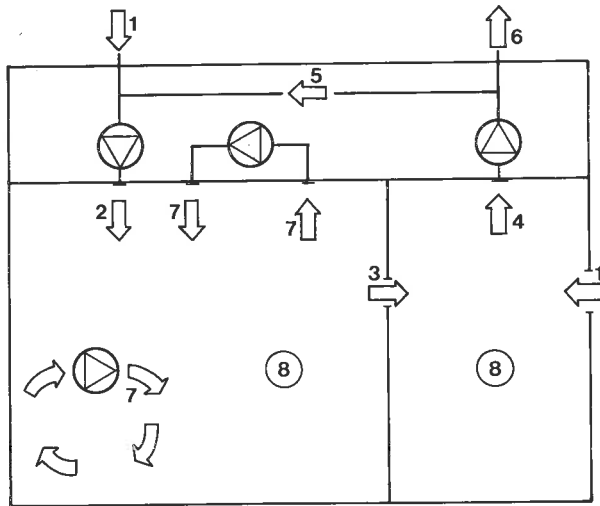
### Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilman liike perustuu ulko- ja sisäilman lämpötilaeroon ja tuulen vaikutukseen.

### Tuuletus

Tuuletuksella tarkoitetaan huoneilman vaihtamista ulkoilmaan johtavaa ikkunaa, ovea tms. avaamalla.

### Ilmavirtojen nimitykset



- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 1. Ulkoilma      | 2. Tuloilma   |
| 3. Siirtoilma    | 4. Poistoilma |
| 5. Palautusilma  | 6. Jättilma   |
| 7. Kierrätysilma | 8. Sisäilma   |

### Ilmanvaihtokerroin

Ilmanvaihtokerroin lasketaan jakamalla huoneeseen tunnissa tullut tai sieltä poistunut ilmavirta huoneen ilmatilavuudella.

### Oleskeluvyöhyke

Oleskeluvyöhykkeellä tarkoitetaan normaalisti sitä huonetilan osaa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan, yläpinta on 1,8 m:n korkeudella lattiasta ja sivupinnat 0,6 m:n etäisyydellä seinistä tai vastaavista kiinteistä rakennusosista. Jos ilmanvaihdon järjestely perustuu muihin tekijöihin kuin huonetilan mittoihin, voidaan oleskeluvyöhyke määritellä työpaikkojen ja laitteiden sijoittelun mukaan, esim. teollisuustiloissa.

### Ilmanvaihtokanava

Ilmanvaihtokanava on ilmanvaihtoilman kuljetukseen tarkoitettu rakennusosa.

### Roilo

Roilo on seinämin rajoitettu yleensä pystysuora tila, johon sijoitetaan ilmanvaihtokanavia, putkia ja johtoja.

## 2 Rakennuksen sisäilmasto

### 2.1 Sisäilmastotekijät

**2.1.1 HUONETILOJEN OLESKELUVYÖHYKKEELLÄ ON KAIKISSA TAVANOMAISISSA SÄÄOLOISSA JA TILAKOHTAISEN KÄYTTÖTAVAN MUKAISISSA KÄYTTÖTILANTEISSA SAAVUTETTAVA TYYDYTTÄVÄ SISÄILMASTO. NÄISSÄ MÄÄRÄYKSISSÄ TARKOITETAAN TYYDYTTÄVÄLLÄ SISÄILMASTOLLA SITÄ, ETTÄ SISÄILMAN PUHTAUDEN, LÄMPÖTILAN JA KOSTEUDEN TULEE OLLA HALLITTUJA. OLESKELUVYÖHYKKEELLÄ EI MYÖSKÄÄN SAA ESIINTYÄ HAITALLISESSA MÄÄRIN VETOA, MELUA EIKÄ LÄMPÖSÄTEILYÄ.**

**2.1.1.1** Sisäilmaston tärkeimpien osatekijöiden ohjearvot on esitetty liitteessä 1 sekä kuvassa 1. Ohjearvoja on lisäksi annettu kohdissa 2.2.1.2, 2.3.1.1, 2.3.1.2 ja 2.3.1.4.

**2.1.1.2** Ilmastoinnin ja ilmanvaihdon lisäksi sisäilmastoon vaikuttavat:

- rakennuksen sijainti
- rakennuksen ominaisuudet kuten lämpöeristys, tiiviys ja ikkunat
- rakennuksen lämmitysjärjestelmä
- sisäiset kuormitustekijät kuten lämpökuormitus, henkilökuormat, prosessit sekä rakennus- ja sisustusmateriaalit
- ulkoiset kuormitustekijät kuten sääolot, ulkoilman laatu ja muut ympäristötekijät

Tyydyttävän sisäilmaston aikaansaamiseksi käytetään rakenteellisia keinoja, pienennetään sisäisiä kuormitustekijöitä, rajoitetaan ulkoisten ja sisäisten kuormitustekijöiden vaikutusta, sekä käytetään ilmastointiteknisia keinoja.

### 2.2 Lämpöolot

**2.2.1 HUONETILAN OLESKELUVYÖHYKKEEN LÄMPÖTILAN TULEE OLLA HALLITTU NIIN, ETTEI VIIHTYISYYS TAI SUORITUSKYKY HUOMATTAVASTI ALENE, EIKÄ ENERGIAA KULU TARPEETTOMASTI.**

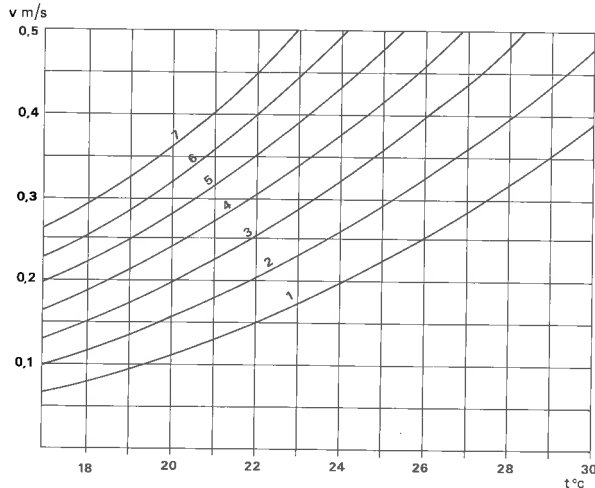
**2.2.1.1** Oleskeluvyöhykkeen lämpötilojen ohjearvot lämmityskaudella ovat liitteessä 1. Perustellusta syystä voidaan lämpötila suunnitella ohjearvoja korkeammaksi.

Ohjearvot voidaan käyttöaikana alittaa, kun ulkolämpötila alittaa RakMK:n osassa D5 "Rakennusten lämmityksen tehon- ja energiantarpeen laskenta" annetun paikkakunnan mitoituslämpötilan. Lämpötilan alentamismahdollisuus käyttöajan ulkopuolella selvitetään tapauskohtaisesti. Suunnitellut arvot voidaan lämmityskauden aikana ylittää lämmityslaitteilla tuotettua energiaa käyttäen vain painavista syistä, jotta vältytään tarpeettomalta energiankulutukselta.

**2.2.1.2** Rakennuksen ollessa käytössä ei oleskeluvyöhykkeen lämpötila yleensä saa ylittää arvoa +27°C. Kun ulkolämpötila ylittää +22°C, voi sisäilman lämpötila kuitenkin ylittää ulkolämpötilan viiden tunnin maksimijakson keskiarvon korkeintaan 5°C. Asuinrakennuksissa voidaan näistä arvoista poiketa.

**2.2.2 HUONETILAN OLESKELUVYÖHYKKEELLÄ EI SAA ESIINTYÄ HÄIRITSEVÄÄ VETOA EIKÄ MUITA VIIHTYVYYTTÄ TAI SUORITUSKYKYÄ HUOMATTAVASTI ALENTAVIA LÄMPÖTILATEKIJÖITÄ.**

**2.2.2.1** Kuvassa 1 on annettu ilman enimmäisnopeuden arvot oleskeluvyöhykkeellä huonetiloissa, joissa oleskellaan jatkuvasti. Vetokäyrien tilakohittaiset valintaohjeet on annettu liitteessä 1.



v = ilman enimmäisnopeus  
t = ilman lämpötila nopeuden mittauspisteessä

#### Kuva 1

Vetokäyrät ilman enimmäisnopeuden määrittämiseksi

**2.2.2.2** Jos tiloissa esiintyy poikkeuksellisia lämpötilatekijöitä, kuten voimakasta lämpösäteilyä tai alhaisia tai korkeita pintalämpötiloja, tarkistetaan laskelmin ja tarvittaessa mittauksin operatiivinen lämpötila, jolle on liitteessä 1 annettu ohjearvot.

Operatiivinen lämpötila kuvaa sisäilman lämpötilasta poikkeavien pintalämpötilojen vaikutusta ihmisen lämmöntunteeseen. Se voidaan usein riittävällä tarkkuudella mitata huoneilman lämpötilan ja keskimääräisen säteilylämpötilan keskiarvona.

Operatiivinen lämpötila määritellään sellaisen koehuoneen lämpötilaksi, jossa ihmisen kehon ulkopinnan kuiva lämmönluovutus säteilynä ja konvektiona on yhtä suuri kuin mitattavassa todellisessa huoneessa. Koehuoneen sisäpinnat ovat mustia ja niiden pintalämpötila on sama kuin koehuoneen ilman lämpötila.

**2.2.2.3** Operatiivinen lämpötila tarkistetaan esim. huoneissa, joiden alla on lämmittämätön ilmatila tai joissa on poikkeuksellisen suuret ikkunat. Jos operatiivinen lämpötila ei jossain huoneessa ole hyväksyttävä, ei koko rakennuksen lämpötilaa muuteta, vaan huoneen operatiiviseen lämpötilaan vaikutetaan esim. seuraavin erillisjärjestelyin:

- rakenteellisin keinoin, kuten ikkunoiden sijoituksella, mitoituksella, aurinkosuojauksella jne.
- paikallisilla lämmityslaitteilla ja ilmavirtauksilla.

### 2.3 Sisäilman puhtaus

**2.3.1** SISÄILMASSA EI SAA ESIINTYÄ HAITALLISISSA MÄÄRIN KAASUMAISIA TAI HIUKKASMUODOSSA OLEVIA EPÄPUHTAUKSIA EIKÄ MIKRO-ORGANISMEJA.

**2.3.1.1** Sisäilman epäpuhtauspitoisuuksien tulee tavanomaisissa tiloissa alittaa seuraavissa viranomaispäätöksissä tai niitä korvaamaan tai täydentämään annetuissa uusissa päätöksissä annetut arvot:

#### Valtioneuvoston päätöksen no 537/84 mukaiset ulkoilman ohjearvot

	vuosi-keskiarvot	vuoro-keskiarvot	tunti-keskiarvot
Rikkidioksidi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40	200	500
Typpidioksidi $\mu\text{g}/\text{m}^3$		150	300
Hiilimonoksidi $\text{mg}/\text{m}^3$		10 <sup>1)</sup>	30
Hiukkaset $\mu\text{g}/\text{m}^3$	60	150	

<sup>1)</sup> 8 tuntia

#### Lääkintöhallituksen ohjekirje DNo 5674/02/81

Formaldehydi uudet rakennukset 0,15  $\text{mg}/\text{m}^3$   
(vanhat rakennukset 0,30  $\text{mg}/\text{m}^3$ )

#### Lääkintöhallituksen ohjekirje nro 2/1986 (DNo 5740/02/85)

Radonin enimmäis-  
pitoisuus uusien rakennusten suunnittelun tavoitearvo 200  $\text{Bq}/\text{m}^3$ , kaikkien rakennusten enimmäispitoisuus 800  $\text{Bq}/\text{m}^3$

Hiilidioksidipitoisuuden tulee alittaa arvo 2500 ppm, josta ihmisperäisen hiilidioksidin osuus on enintään 1500 ppm. Mikäli ulkoilmavirtojen säätö tapahtuu sisäilman hiilidioksidipitoisuuden perusteella, käytetään säätöarvona korkeintaan pitoisuutta 800 ppm ( $\text{cm}^3/\text{m}^3$ ).

**2.3.1.2** Muiden epäpuhtauksien pitoisuus voi tavanomaisissa tiloissa olla korkeintaan 1/10 työsuojeluhallituksen turvallisuustiedote n:o 3:n mukaisista työpaikkojen ilman haitallisiksi tunnetuista epäpuhtauspitoisuuksista, kun yksittäisen aineen vaikutus on täysin hallitseva. Mikäli esiintyy useita haitallisiksi tunnettuja aineita, joiden yhteisvaikutusta ei tunneta, katsotaan hyväksyttävän pitoisuuden ylittyneen, jos

$$\sum_i \frac{C_i}{\text{HTP}_i} > 0,1$$

jossa

$C_i$  mitattu yhden aineen pitoisuus  
 $\text{HTP}_i$  ko. aineen haitalliseksi tunnettu pitoisuus.

**2.3.1.3** Jos tiloissa oleskellaan tilapäisesti, voidaan pitoisuusarvot ylittää, mikäli työsuojelu- tai terveysviranomaiset sen kyseisessä tapauksessa hyväksyvät.

**2.3.1.4** Kohtien 2.3.1.1 ja 2.3.1.2 pitoisuusarvot voidaan kuitenkin ylittää työpaikoilla, joilla on huomattavia esim. työprosessista aiheutuvia epäpuhtauslähteitä, mikäli viranomaiset hyväksyvät työntekijöiden altistuksen varalta tehdyt toimenpiteet. Pitoisuuksien tulee kuitenkin alittaa mm. seuraavien viranomaispäätösten ja niitä korvaamaan tai täydentämään annettavien uusien päätösten pitoisuusarvot:

Asbesti	Valtioneuvoston päätöksen n:o 290/86 mukaan pituudeltaan yli 5 $\mu\text{m}$ :n kuituja enintään 1 kpl/cm <sup>3</sup> , vuoden 1989 alusta lukien enintään 0,5 kpl/cm <sup>3</sup>
Bentseeni	Valtioneuvoston päätöksen n:o 355/82 mukaan ei työpaikan ilman bentseenipitoisuus saa ylittää 8 tunnin keskiarvona 16 mg/m <sup>3</sup> eikä 15 minuutin keskiarvona 48 mg/m <sup>3</sup>
Lyijy	Valtioneuvoston päätöksen n:o 356/82 mukaan ei työpaikan ilman lyijypitoisuus saa ylittää 8 tunnin keskiarvona 0,1 mg/m <sup>3</sup>
Radioaktiiviset aineet	Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksen säteilysuojauksesta (594/68) mukaiset arvot
Muut aineet	Työsuojeluhallituksen turvallisuustiedotteen n:o 3 mukaiset haitalliseksi tunnetut pitoisuudet

Mikäli ilmanvaihto mitoitetaan epäpuhtauspitoisuuksien perusteella, mitoitusarvoina voidaan käyttää näissäkin tiloissa kohdan 2.3.1.2 arvoja. Jos ilmaan joutuva epäpuhtausmäärä sekä sen ajalliset ja paikalliset vaihtelut tunnetaan tarkasti ja ilmanvaihto pystytään suunnittelemaan hyvin tehokkaaksi, mitoitusarvoina voidaan käyttää pitoisuuksia, jotka ovat enintään 1/3 yllä luetelluista arvoista.

- 2.3.1.5** Jos ulkoilman epäpuhtauspitoisuudet ovat selvästi alhaisemmat kuin valtioneuvoston päätöksen n:o 537/84 ohjearvot, täyttää sisäilman laatu yleensä tavanomaisissa tiloissa kohtien 2.3.1.1 ja 2.3.1.2 vaatimukset, mikäli ilmanvaihto on vähintään kohtien 3.2.1.1 ja 3.2.1.3 mukainen ja ilmaa erityisesti pilaavat kohteet on varustettu paikallispoistoilla, jotka estävät epäpuhtauksien leviämisen huonetilaan.
- 2.3.1.6** Lääninhallitusten ympäristönsuojeluviranomaiset yhteistyössä kuntien ympäristönsuojelu- ja terveysviranomaisten kanssa antavat tietoja ulkoilman epäpuhtauspitoisuuksista. Jos pitoisuudet alueilla ovat huomattavia, voidaan vaikuttaa tuloilman laatuun ulkoilma-aukkojen sijoituksella ja ilman laatua parantaa suodattamalla.
- 2.3.1.7** Tarvittaessa viranomaiset selvittävät ulkoilman laadun tapauskohtaisesti mittauksin. Ellei muuta määrittäystä ole tehty, katsotaan seuraavat alueet sellaisiksi, joilla ulkoilma ei ole puhdasta:
- 50 m:n levyinen alue vilkasliikenteisen tien tai kadun molemmin puolin laskettuna keskivivasta. Tie tai katu katsotaan vilkasliikenteiseksi ainakin silloin, kun keskivuorokausiliikenne (KVL) on yli 10 000 autoa vuorokaudessa.
  - Ilmaa pilaavien laitosten lähiympäristö ympäristönsuojelu ja terveysviranomaisten antamien ohjeiden mukaan.

## 2.4 Sisäilman kosteus

**2.4.1** SISÄILMAN KOSTEUDEN TULEE PYSYÄ KÄYTTÖTARKOITUKSEN MUKAISISSA ARVOISSA, JOIDEN MUKAAN RAKENTEET JA ILMANVAIHTOLAITOS ON SUUNNITELTAVA. KOSTEU-

DEN TIIVISTYMINEN RAKENTEISIIN TAI ILMANVAIHTOLAITOKSEEN EI SAA AIHEUTTAA KOSTEUSVAURIOITA EIKÄ MIKRO-ORGANISMIIEN KASVUA TAI MUUTA TERVEYDELLISTÄ HAITTAA.

**2.4.1.1** Jos huonetilan ilman kosteus on korkea, se pidetään alipaineisena ulkoilmaan ja ympäröiviin huonetiloihin nähden. Rakenteiden höyrytiivistys ja eristys tehdään suunniteltua sisäilman kosteutta vastaaviksi. Erityisesti tämä koskee ns. kosteita tiloja, kuten suihku-, uima-allas-, sauna- yms. tiloja. Lämmöneristysvaatimukset ovat RakMK:n osassa C3, "Lämmöneristys" ja ohjeita eristystyön suorituksista sekä rakenteiden suojaamisesta kosteudelta osassa C4, "Lämmöneristys".

**2.4.1.2** Jos sisäilman kosteus huoneessa syntyvän tai ulkoilman mukana tulevan kosteuden takia ylittää arvon 7 g H<sub>2</sub>O/kg k.i. ( $\varphi = 45\%$ , kun  $t = 21^\circ\text{C}$ ) kostutetaan huoneilmaa vain painavista syistä, esim. prosessin tai varastoinnin niin vaatiessa. Alhaisesta kosteudesta aiheutuvien haittojen estämiseksi vältetään lämmityskauden aikana tarpeettoman korkeita lämpötiloja.

## 2.5 Äänitaso

**2.5.1** ILMANVAIHTOLAITOS EI SAA AIHEUTTAA TAI VÄLITTÄÄ OLESKELUTILAAN ÄÄNTÄ, JOKA TILAN KOKONAISÄÄNITASO HUOMIOONOTTAEN ON HÄIRITSEVÄ.

**2.5.1.1** Ilmanvaihdon aiheuttaman enimmäisäänitason ohjearvot on annettu liitteessä 1. Ne vastaavat kalustomattomassa huonetilassa suoraan mitarista luettavia äänenpainetaso arvoja.

Kaikkien LVIS-laitteiden yhdessä aiheuttamasta äänitasosta on annettu määräykset RakMK:n osassa C1 "Ääneneristys." Sen äänitasoarvot ovat ns. normalisoituja arvoja, joissa on otettu huomioon äänen vaimentumista, jota esim. kalustus aiheuttaa.

**2.5.1.2** Jos liitteen 1 ohjearvoja noudatetaan, voidaan yleensä täyttää RakMK:n osassa C1 annetut määräykset. Sovellettaessa liitettä 1 otetaan kuitenkin huomioon ilmanvaihdon ja muiden äänilähteiden yhteisvaikutus sekä äänitasojen erilaiset määrittäytävät.

## 3 Ilmanvaihto ja ilmanvaihtolaitokset

### 3.1 Ilmanvaihdon tarve

**3.1.1** HUONETILOISSA TULEE OLLA ILMANVAIHTO, JOLLA KÄYTTÖTILANTEESSA TAATAAN TYYDYTTÄVÄ SISÄILMAN LAATU ENERGIATALOULLISESTI.

**3.1.1.1** Ilmanvaihdon energiataloudellisuus toteutetaan rakennuksen käytön kannalta tarkoituksenmukaisella tavalla, kuten

- ilmanvaihtolaitteiden toiminta-alueiden ja toiminta-aikojen ryhmittelyllä
- ilmanvaihdon tarpeenmukaisella ohjauksella
- lämmöntalteenotolla poistoilmasta

Jos rakennuksessa tai tilassa ei oleskella jatkuvasti, sen yleisilmanvaihto toteutetaan siten, että

se voidaan pysäyttää, kun tila ei ole käytössä. Pysäyttäminen ei saa aiheuttaa terveydellistä tai muuta haittaa.

**3.1.1.2** Ilmanvaihtolaitos varustetaan ohjaus-, säätö- ja valvontalaitteilla, joiden avulla sisäilmastotekijät, laitoksen toiminta ja energian kulutus voidaan hallita muuttuvissa käyttö- ja sääolosuhteissa.

**3.1.1.3** Ilmanvaihdon tarpeenmukainen ohjaus voidaan toteuttaa säätämällä ilmavirtaa tilakohtaisesti tai yhdistämällä käyttötavaltaan ja -ajaltaan samanarvoiset tilat, joiden ilmavirtaa säädetään yhdessä. Painovoimainen ilmanvaihto varustetaan huonekohtaisilla ilmavirran sulku- tai säätölaitteilla.

**3.1.1.4** Toimistuhuoneisiin ja vastaaviin työtiloihin järjestetään huonekohtainen ilmavirran säätömahdollisuus. Ohjeet täyttävä ratkaisu on esimerkiksi se, että kiinteistöhoitaja voi helposti pienentää huoneen ilmavirtaa vähintään 50 % ja suurentaa vähintään 20 % mitoitussilmavirrasta. Henkilömäärään perustuvia vähimmäisulkoilmavirtoja ei kuitenkaan saa alittaa. Ilmavirtojen muuttamismahdollisuus huomioidaan pääte-elinten ja ilmavirtojen säätölaitteiden suunnitelussa. Hyvään sisäilmastoon pyrittäessä järjestetään ilmavirran säätömahdollisuus huoneen käyttäjälle.

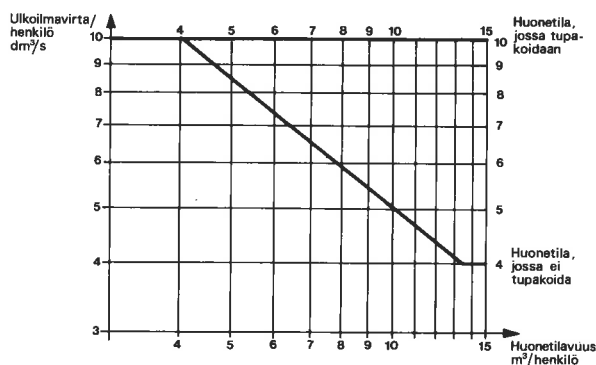
## 3.2 Ilmavirrat

**3.2.1 OLESKELUTILOIHIN ON JOHDETTAVA TYYDYTTÄVÄN SISÄILMAN PUHTAUDEN TAKAAVA MÄÄRÄ ULKOILMAA.**

**3.2.1.1** Oleskelutiloihin tuodaan vähintään seuraavat ulkoilmavirrat henkilöä kohden:

- tiloissa, joissa tupakointi on sallittu, 10 dm<sup>3</sup>/s hlö
- tiloissa, joissa tupakointi ei ole sallittu kuvan 2 mukaisesti, kuitenkin vähintään 4 dm<sup>3</sup>/s hlö

Normaalikorkuisten huonetilojen ilmanvaihtuvuuden tulee kuitenkin olla vähintään 0,5 1/h.



**Kuva 2**

*Ulkoilmavirrat henkilöä kohti*

**3.2.1.2** Mikäli henkilömäärän mukaiselle mitoitukselle ei ole riittäviä perusteita, käytetään liitteen 1 ulko- ja poistoilmavirtojen ohjearvoja, jotka vastaavat yleisesti esiintyvien huonetilojen normaali-käyttöä.

**3.2.1.3** Usein tarvitaan liitteen 1 ohjearvoja suurempia ilmavirtoja esimerkiksi:

- riittävän jäähdytys- tai lämmitystehon saavuttamiseksi
- normaalia suuremman toimintojen aktiviteetin tai hajuintensiteetin takia
- normaalia suuremman kosteus- tai epäpuhtausmäärän poistamiseksi
- hyvän ilmanjaon turvaamiseksi
- kohdepoistojen mitoituksen perusteella

Ilmavirrat mitoitetaan tällöin laskelmien mukaisesti.

**3.2.1.4** Edellä esitettyjä ilmavirtoja voidaan pienentää, jos tiloissa oleskellaan tilapäisesti ja ilman liikaantuminen on vähäistä esim. puhtaissa varastotiloissa.

**3.2.1.5** Kun ulkoilman lämpötila on enintään 15°C korkeampi kuin paikkakunnan mitoitusulkolämpötila, voidaan lämmityslaitteiden mitoitusstehon pienentämiseksi tilakohtaisia liitteen 1 ilmavirtaohjearvoja pienentää tilapäisesti enintään 50 %, jos tästä ei aiheudu ilmeistä terveydellistä tai muuta haittaa. Asuntojen ilmavirtojen pienentäminen voidaan tehdä vain poistoilmavirtojen osalta.

## 3.3 Tuloilman laatu, palautus-, kierrätys- ja siirtoilma

**3.3.1 TULOILMAN PUHTAUSVAATIMUS MÄÄRÄYTYY SISÄILMAN PUHTAUDELLE ASETETTUJEN VAATIMUSTEN PERUSTEELLA. TULOILMA ON TARVITTAESSA PUHDISTETTAVA.**

**3.3.1.1** Koska huonetiloissa tapahtuva toiminta sekä rakenteet, kalusteet jne. synnyttävät oleskelutilaan epäpuhtauksia, on tuloilman oltava huoneilmaa puhtaampaa. Ilman tulee täyttää kohtien 2.3.1.1—2.3.1.4 vaatimukset, kun ulkoilman yleensä pieneen epäpuhtauspitoisuuteen lisätään huonetilassa olevien epäpuhtauslähteiden aiheuttama pitoisuuden kasvu.

**3.3.2 PALAUTUS- JA SIIRTOILMANA SAADAAN KÄYTTÄÄ VAIN ILMANPUHTAUDELTAAN SAMANARVOISTEN TAI PUHTAAMPIEN TILOJEN ILMAA, JOKA EI SAA SISÄLTÄÄ HAITALLISIA MÄÄRIÄ HIUKKASIA EIKÄ KAASUMAISIA EPÄPUHTAUKSIA.**

**3.3.2.1** Palautusilman käyttö ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien, erityisesti hajujen haitallista leviämistä. Palautusilman käyttöä tai sen osuutta tuloilmassa rajoittaa etenkin kaasumaisten epäpuhtauksien kulkeutuminen muihin tiloihin. Palautus- ja siirtoilman käytöstä on annettu ohjeita myös RakMK:n osassa E7, "Ilmanvaihtolaitoksen paloturvallisuus".

**3.3.2.2** Palautusilma ja usein myös kierrätysilma puhdistetaan. Puhdistuslaitteiden toimivuus jatkuvassa käytössä on pystyttävä mittauksin osoittamaan.

**3.3.2.3** Palautusilmaa ei käytetä mm. seuraavien tilojen tuloilmana:

- asuinhuoneistot,
- ammattimaiset keittiöt,
- majoitus- ja ravitsemusliikkeiden ja sisäoppilaitosten majoitusosastot,
- sairaanhoito-, huolto- ja rangaistuslaitosten yms. majoitusosastot,

- ravintolat ja kahvilat,
- erityisen puhtaana pidettävät tilat, sairaalat yms., mikäli palautusilmaa ei puhdisteta vähintään standardin SFS 5150 suodatinluokan EU 7 mukaisilla suodattimilla.

Palautusilmana ei käytetä kohdan 3.6.4.2 mukaisen jäteilmaluokkien 3,4 ja 5 ilmaa.

**3.3.2.4** Tuloilma voidaan johtaa huonetiloihin myös siirtoilmana puhtaasta käytävä- tai eteistilasta. Siirtoilman virtausnopeus ei saa ylittää liitteen 1 arvoja.

**3.3.2.5** Ilman kierrätykseen asuinhuoneiston sisällä otetaan ilmaa yleensä vain olo- ja makuuhuoneista, erillisestä ruokailutilasta tai eteis- ja vastaavista tiloista. Kylpy- ja pesuhuoneista voidaan ottaa siirtoilmaa WC-tilojen kautta poistettavaksi. Jos keittiössä on kaasuliesi, käytetään aina liesikupua, josta koko keittiön ilmavirta poistetaan ulos rakennuksesta. Jos esimerkiksi ilmalämmityslaitoksessa keittiön tuloilmavirta on suurempi kuin mitoituspoistoilmavirta, voidaan keittiöstä johtaa siirtoilmaa muihin kuin asuinhuoneisiin.

### 3.4 Rakennuksen painesuhteet

**3.4.1 RAKENNUKSEN, SEN HUONETILOJEN JA ILMANVAIHTOLAITOKSEN PAINESUHTEET ON SUUNNITELTAVA SITEN, ETTÄ ILMA VIRTAA PUHTAAMMISTA TILOISTA SELLAISIIN TILOIHIN, JOISSA SYNTYY RUNSAAMMIN EPÄPUHTAUKSIA. PAINESUHTEIDEN VUOKSI EI RAKENTEISIIN SAA SYNTYÄ PITKÄAIKAISTA KOSTEUSRASITUSTA.**

**3.4.1.1** Rakennus suunnitellaan yleensä ulkoilmaan nähden hieman alipaineiseksi, jotta voitaisiin välttyä mm. kosteusvaurioilta rakenteissa sekä mikro-organismien aiheuttamilta terveyshaitoilta. Alipaine ei kuitenkaan saa 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.

**3.4.1.2** Jos tiloissa syntyy runsaasti epäpuhtauksia tai kosteutta, järjestetään ne alipaineiseksi muihin tiloihin nähden. Porrashuoneiden, käytävien ja muiden kulkutilojen painesuhteet toteutetaan siten, että ilma ei niiden kautta virtaa huoneistosta tai huonetilasta toiseen.

**3.4.1.3** Jos rakennusalueen maaperästä erittyy radonia tai muita epäpuhtauksia, järjestetään rakennuksen painesuhteet siten, etteivät ne edistä epäpuhtauksien siirtymistä rakennukseen.

**3.4.2 TAVANOMAINEN KÄYTTÖ TAI SÄÄN VAIHTELU EI SAA MERKITTÄVÄSTI MUUTTAA RAKENNUKSEN TAI HUONETILOJEN PAINESUHTEITA EIKÄ HEIKENTÄÄ ILMANVAIHTOA.**

**3.4.2.1** Ilmanvaihtolaitos suunnitellaan ja toteutetaan siten, etteivät sään vaihtelut muuta ilman virtausuuntia rakennuksessa tai ilmanvaihtolaitoksessa, eivätkä muuta laitoksen ilmavirtaa enempää kuin 15 %.

Säädettäessä ilmavirtoja tarpeen mukaisesti järjestetään ohjaus- ja säätölaitteiden toiminta siten, etteivät rakennuksen ja sen eri huonetilojen painesuhteet muutu.

**3.4.2.2** Tuulen haittavaikutusta pienennetään esimerkiksi suuntaamalla jäteilmavirta yöspäin ja ottamalla aukkojen sijoituksessa huomioon paikalliset tuuliolosuhteet.

Painovoimaisen järjestelmän mitoituksessa ei oteta huomioon tuulen vaikutusta. Haitat estetään edellä sanotun lisäksi mm. viemällä jäteilma-aukko yleensä rakennuksen harjaviivan yläpuolelle ja käyttämällä tarvittaessa tuulisuojuksia, tuulihattuja tai muita vastaavia laitteita.

**3.4.2.3** Lämpötilaerosta johtuvan ns. savupiippuvaiikutuksen torjumiseksi monikerroksinen rakennus jaetaan korkeussuunnassa erillisiin ilmanvaihtovyöhykkeisiin. Alimman ja ylimmän poisto- tai tuloilmaelimen pystysuora maksimietäisyys on 12 metriä, kun rakennuksessa on poistojärjestelmä, ja 14 metriä, kun rakennuksessa on tulo- ja poistojärjestelmä. Vaihtoehtoisesti voidaan laitos varustaa säätöelimillä esim. vakiovirtaussäätimillä painesuhteiden hallintaa varten.

**3.4.2.4** Painovoimaisen järjestelmän kanavakoot mitoitetaan kerroskohtaisesti, ja pystykanavat, johdetaan huonekohtaisesti erillisinä vesikatolle asti. Painovoimaisen järjestelmän ulko- ja jäteilmaukon vähimmäiskorkeusero on 4,5 m.

Koska painovoimaisen järjestelmän paine-ero ja ilman virtausnopeus on pieni, kanavat viedään yleensä kustakin huonetilasta vesikatolle ilman käyriä tai vaakasuoria osia, jotka aiheuttavat painehäviöitä ja epäpuhtauksien kerääntymistä. Vaakasuurat osat korvataan kallistamalla kanavia koonaan tai osittain korkeintaan 30° pystylinjaan nähden.

Mikäli erityisistä syistä vaakakanavia on pakko käyttää, ne sijoitetaan välittömästi poistovenkkiin jälkeen, pituus rajoitetaan yleensä 10 %:iin jäteilmaukon ja poistovenkkiin korkeuserosta ja pinta-ala mitoitetaan niin suureksi, ettei kanavan ja käyrän yhteenlaskettu painehäviö ylitä tavallisen suoran pystykanavan painehäviötä. Vaakakanavien muoto ja materiaali valitaan niin, ettei niihin tartu helposti pölyä ja että puhdistustyö on helppo suorittaa. Ensisijaisesti käytetään pyöreää metallikanavaa, jossa on vähintään kanavan kokoinen helposti irroitettava poistoilmalaite tai tarkastusluukku.

Vaakakanaville annetaan myös pientaloissa määräyksen 5.3.1 mukaiset huolto-ohjeet, joissa esitetään puhdistustapa ja aikaväli, joka voi olla korkeintaan puolet SisM:n päätöksessä ilmanvaihtokanavien puhdistuksesta 21.6.1984 annetuista puhdistusväleistä.

**3.4.3 PAINOVOIMAISTA JA KONEELLISTA ILMANVAIHTOA EI SAA YHDISTÄÄ SITEN, ETTÄ HUONETILOJEN PAINESUHTEET TAI ILMAN VIRTAAUSUUNNAT HUONETILOJEN VÄLILLÄ JA KANAVISTOISSA VOIVAT MUUTTUA. TÄMÄ KOSKEE MYÖS KAHDEN TAI USEAMMAN ILMANVAIHTOKONEEN YHDISTÄMISTÄ SAMAAKANAVAAN TAI KAMMIOON.**

**3.4.3.1** Mikäli useita koneita yhdistetään samaan kanavaan tai kammioon, niiden puhaltimet valitaan standardin SFS 5148 mukaisesti siten, että ne eivät häiritse toistensa toimintaa. Mikäli vain osa koneista on samanaikaisesti käytössä, mitoitetaan yhteinen kammio tai kanava niin väljäksi,



ja puhaltimien ominaiskäyrät sekä toimintapisteen sijainti niillä valitaan siten, etteivät ilmavirrat muutu enempää kuin 3 % pysäyttämisen takia. Pysäytettävät koneet varustetaan sulakupelleillä, joiden vuoto on korkeintaan 2 % käynnissä olevien koneiden ilmavirrasta.

Jos koneissa käytetään palautusilmaa tai niiden ilmavirtaa käytön aikana toisistaan riippumatta säädetään, ei yhteisen kammion käyttö ole suositeltavaa.

**3.4.3.2.** Huoneiston tai muun yhtenäisen tilan ilmanvaihto perustuu yleensä yksinomaan joko painovoimaiseen tai koneelliseen ilmanvaihtoon.

Painovoimaista ilmanvaihtoa voidaan lyhytaikaisesti tehostaa poistopuhaltimella. Riittävä tuloilman saanti varmistetaan tällöin siten, ettei muiden kanavien tai savuhormien kautta tapahdu takaisinvirtausta.

### **3.5. Tuloilman sisäänjohtaminen, poisto, ilmanvaihdon tehokkuus**

**3.5.1 TULOILMA ON JOHDETTAVA HUONETILOIHIN SITEN, ETTÄ ILMA VIRTAA KOKO OLESKELUVYÖHYKKEELLE VEDOTTOMASTI JA TEHOKAASTI KAIKISSA KÄYTTÖTILANTEISSA. LIKAANTUNUT ILMA EI SAA PALAUTUA HAITALLISISSA MÄÄRIN TAKAISIN OLESKELUVYÖHYKKEELLE.**

**3.5.1.1** Ilmanvaihto suunnitellaan mahdollisimman tehokkaaksi siten, että tuloilma huuhtelee hyvin koko oleskeluvyöhykkeen, että epäpuhtaudet kulkeutuvat suoraan poistoilma-aukkoihin leviämättä huonetilaan ja että tulo- ja poistoilmaaukkojen välinen virtaus ei tapahdu oleskeluvyöhykkeen ohi.

**3.5.1.2** Tuloilma voidaan johtaa huonetilaan koneellisen sisäänpuhalluksen avulla, rakennuksen ulkovaipan kautta tai siirtoilmana.

Ulkoilma voidaan ottaa sisään ulkovaipan läpi virtaus- ja ääniteknisiltä ominaisuuksiltaan tunnetun rakenneosan, aukon, raon tai venttiilin kautta, jolla ilmavirta voidaan asetella huonekohtaisesti.

Ikkunan tai tuuletusluukun yhteyteen tehdyt aseteltavat virtausaukot mitoitetaan siten, että mitoitusilmavirta saavutetaan ikkunan tai luukun ollessa suljettuna.

Jos ikkunoille tai muille rakenteille on asetettu ääneneristysvaatimuksia, varustetaan ulkoilmaaukko vastaavalla äänenvaimennuksella.

Yleensä tavanomaisiin työskentely- ja asuintiloihin järjestetään lisäksi helppokäyttöinen tuulettumismahdollisuus.

**3.5.1.3** Ilmanjaon, ilman sisäänoton ja siirtoilman virtausreitit tai -laitteet sijoitetaan ja mitoitetaan siten, ettei ylitetä kohdan 2.2.2.1 vetokriteerejä.

Poistojärjestelmissä ulkoilmareitin painehäviö mitoitetaan vähintään kaksi kertaa niin suureksi kuin siirtoilmareitin. Siirtoilmareitin enimmäispainehäviö on 10 Pa koneellisessa ja 2 Pa painovoimaisessa järjestelmässä, jonka tulo- ja jäteilmaukon korkeusero on alle 10 m.

Jos painovoimaisen järjestelmän tulo- ja jäteilmaukon korkeusero on alle 10 m, sijoitetaan ulkoilma-aukot siten, ettei tuuli pääse niihin vaikut-

tamaan, käytetään tuulisuojujattuja ulkoilmalaitteita tai muuta luotettavaa ratkaisua.

**3.5.1.4** Jokaiseen huoneeseen asennetaan yleensä poistoventtiili. Tästä voidaan poiketa asuinhuoneistoissa, joissa kuitenkin ainakin keittiöt, keitokomerot, kylpyhuoneet, WC:t ja vaatehuoneet varustetaan poistoventtiileillä. Muiden asuinhuoneiden poistoilma johdetaan näiden kautta. Jos siirtoilmareitit ovat pitkät, suositellaan makuuhuoneisiin poistoventtiileitä.

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

**3.5.1.5** Paikallispoistoa käytetään aina, kun huonetilassa syntyy keskitetysti pölyä, kaasuja tai höyryjä. Poiston tehokkuutta voidaan lisätä koteloinnilla.

Jos epäpuhtauksien syntymiseen liittyy voimakkaita termisiä virtauksia, käytetään hyväksi lämpimän ilman luonnollista virtaussuuntaa ylöspäin.

Korkeissa huonetiloissa voidaan poistoilma-aukot keskittää tarkoituksenmukaisella tavalla.

### **3.6 Ilmanvaihtolaitokset**

**3.6.1 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ ON VALITTAVA RAKENNUKSEN KÄYTTÖTARKOITUKSEN JA KÄYTÖN PERUSTEELLA SITEN, ETTÄ TAVANOMAISISSA SÄÄOLOISSA JA KÄYTTÖTILANTEISSA SISÄILMASTO ON TYYDYTTÄVÄ.**

**3.6.1.1.** Painovoimainen ilmanvaihto perustuu lämpötilaeroihin. Lämmin ilma kevyempänä virtaa poistoilmakanavassa ylöspäin ja viimein ulos. Tilalle tulee kylmempää ulkoilmaa, joka lämpiää huonelämpötilaan.

Painovoimaista ilmanvaihtoa voidaan käyttää asuintiloissa, joissa on mahdollisuus tuuletukseen, lähinnä pientaloissa. Edellytyksenä on, että ulkoilma on puhdasta, eikä ääneneristysvaatimuksia ympäristömelun takia ole.

Painovoimainen ilmanvaihto soveltuu myös tilapäisesti käytettäviin, pääosin maanpäällisiin tiloihin, joissa sisäilmaan tulee vain vähän epäpuhtauksia lähinnä rakenteista.

Liite 2 sisältää ohjeet painovoimaisen ilmanvaihdon käytöstä moottoriajoneuvosuojissa.

**3.6.1.2** Koneellisessa poistoilmajärjestelmässä ilman virtaus saadaan aikaan koneellisesti esim. huipputuulimurin avulla. Tilalle tulee kylmempää ulkoilmaa, joka lämpiää huonelämpötilaan. Ilmanvaihdon määrä on riippumaton ulkolämpötilasta ja tuulioloista.

Koneellista poistoilmavaihtoa voidaan käyttää, kun ulkoilma on puhdasta ja tarvittava ilmanvaihto niin pieni, ettei ulkoilman sisäänvirtaus aiheuta vetoa oleskeluvyöhykkeellä.

Ulkoilma voidaan johtaa lämmittämättömänä esimerkiksi seuraaviin tiloihin: asuintilat, varastot ja niihin verrattavat työtilat, joissa ei tehdä istumatyötä sekä pienet alle 50 m<sup>2</sup>:n toimistotilat, kerho- ja huoneet, myymälät jne.

**3.6.1.3** Koneellisessa poisto- ja tuloilmajärjestelmässä ilma poistetaan koneellisesti puhaltimen

avulla. Tilalle tuodaan lämmitettyä ulkoilmaa myös puhaltimen avulla. Ilmanvaihdon määrä on riippumaton ulkolämpötilasta ja tuulioiloista.

Koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtoa voidaan käyttää kaikentyyppisissä rakennuksissa.

Sitä käytetään yleensä esimerkiksi toimisto-, ope- tus-, kokoontumis-, ruokailu-, päivähoito- ja ter- veydenhoitotiloissa sekä tiloissa, joissa syntyy runsaasti epäpuhtauksia kuten keittiöissä, labora- torioissa ja teollisuustiloissa.

### **3.6.2 ILMANVAIHTOLAITOS ON SUUNNITELTAVA JA RAKENNETTAVA SITEN, ETTEI SE AIHEUTA VESI-, KOSTEUS- TAI MUITA VAHINKOJA. VEDEN KÄYTTÖ TAI TIIVISTYMINEN LAITOKSEEN EI SAA AIHEUTTAA TERVEYTTÄ VAARANTAVAA MIKRO-ORGANISMIEN KASVUA.**

**3.6.2.1** Jos huonetilaan sijoitettu tuloilmakone on yhdistetty nestettä kuljettavaan putkistoon, vuo- toveden tunkeutuminen rakenteisiin estetään esi- merkiksi huonetilaan sijoitetulla lattiakaivolla ja vesitiiviillä lattialla.

Tämä ei koske kierrätysilmakoneita eikä ulko- oven välittömään läheisyyteen asennettavia tulo- ilmakoneita, joiden ulkoilmavirta ei ylitä  $0,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Veden valuminen sisään huoneistoon on kuiten- kin estettävä esimerkiksi lattikallistuksin.

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

Ilmanvaihtokoneet, -kammiot ja -kanavat lämpö- eristetään siten, ettei kosteuden tiivistyminen ai- heuta vahinkoja rakenteille tai ilmanvaihtolaitok- selle.

Kanavat ja kammiot lämpöeristetään aina, kun ilmavirran ja ympäristön välinen lämpötilaero voi aiheuttaa merkittävää energiankulutusta tai sää- tötoimintojen huononemista.

Kanavat jäykistetään ja kannatetaan siten, että ne kestävät laitoksessa esiintyvät painevaihtelut ja pysyvät tukevasti paikallaan. Kammiot raken-etaan siten, että ne kestävät puhaltimen kokonais- paineen aiheuttaman kuormituksen sulkupeltien ollessa suljettuina.

**3.6.2.3** Ulkoilma-aukot sekä niiden liitännät ilman- vaihtolaitokseen ja rakennukseen sijoitetaan, suo- jataan tai mitoitetaan siten, ettei niistä sisään pääsevä lumi tai sadevesi aiheuta vaurioita ra- kennukselle tai ilmanvaihtolaitokselle eikä huo- mattavasti vaikeuta ilmanvaihtolaitoksen toimin- ta.

Pystysuoralle ulkoseinälle sijoitettu suojaamaton ulkoilma-aukko, johon tuuli pääsee suoraan vai- kuttamaan, mitoitetaan korkeintaan otsapintano- peudelle  $2,0 \text{ m/s}$ , jollei luotettavin testaustuloksien pystytä osoittamaan, että säleikkötyyppi toimii hyvin suuremmillakin nopeuksilla.

**3.6.2.4** Kostutuslaitteet tehdään siten, etteivät ne oi- kein huollettuina huononna huoneilman laatua. Tuloilman kanssa kosketuksiin joutunutta vettä ei yleensä palauteta kostutusosaan. Mikäli erityisis- tä syistä kiertovettä kuitenkin käytetään, kostut- timet varustetaan ylijuuksutuksella ja vedenkäsit- telylaitteilla, jotka estävät mikro-organismien kas- vun.

**3.6.2.5** Avoimesta jäähdytystornista ei oteta vettä tu- loilman jäähdytykseen suoraan, vaan käytetään erillistä suljettua jäähdytyspiiriä, jonka vähintään  $200 \text{ kPa}$ :n ylipaineisuus jäähdytystornin altaaseen nähden jäähdytyspiirin mahdollisesti vuotaessa varmistetaan luotettavilla varolaitteilla.

### **3.6.3 ULKOILMA-AUKOT ON SIJOTETTAVA SI- TEN, ETTÄ RAKENNUKSEEN TULEVA ULKOILMA ON MAHDOLLISIMMAN PUHDASTA.**

**3.6.3.1** Ulkoilma-aukko sijoitetaan mahdollisimman kauas ja aina vähintään  $8 \text{ m}$ :n etäisyydelle jätte- den säilytyspaikoista, kolmen tai useamman auton pysäköintipaikoista, ajokuiluista, lastaus- paikoista, jäähdytystorneista, tuuletusviemärei- den ja savupiippujen aukoista sekä muista ul- koilman laatua pilaavista kohteista.

Mikäli savupiipun tai tuuletusviemärin aukko on yli  $3 \text{ m}$  ulkoilma-aukkoa korkeammalla, on  $5 \text{ m}$  riittävä etäisyys. Pientaloissa voidaan yllämainitut vähimmäisetäisyydet alittaa, kiinteää polttoainetta käyttävien lämmityskattiloiden savuhormeja lu- kuunottamatta.

**3.6.3.2** Ulkoilma-aukkojen etäisyydet jäteilma-au- koista on esitetty kuvassa 3. Ulkoilma-aukon ala- reunan pystysuora vähimmäisetäisyys maanpin- nasta tai pihatasosta on yleensä  $2 \text{ m}$ . Tuuletus- aukot sekä piha- tai katutasossa olevien tilojen huonekohtaiset ulkoilma-aukot voivat kuitenkin olla alempana kuin  $2 \text{ m}$  maanpinnasta, samoin kuin porrashuoneiden, hissikuilujen, kellarivaras- tojen, WC- ja pesutilojen, pukuhuoneiden yms. ti- lapäiseen oleskeluun tarkoitettujen tilojen ulkoil- ma-aukot. Ulkoilma-aukkoja ei kuitenkaan sijoite- ta piha- tai katutaso alapuolella oleviin syven- nyksiin.

**3.6.3.3** Ulko- tai jäteilma-aukon alareunan etäisyys katto- tai tasopinnasta mitoitetaan selvästi suu- remmaksi kuin odotettavissa oleva lumipeitteen paksuus katolla. Etäisyys mitoitetaan yleensä suuremmaksi kuin suurimman lumipeitteen kes- kiarvomitta, joka Länsi-Suomessa on  $70 \text{ cm}$  ja muualla maassa  $90 \text{ cm}$ . Länsi-Suomella tarkoiteta- taan aluetta, jossa katon lumikuorma on enintään  $1,4 \text{ kN/m}^2$  (vrt. RakMK osa B1).

Mikäli lumipeitteen muodostuminen lumisuojuks- sin tai muulla luotettavalla tavalla estetään, voi etäisyys olla pienempikin.

**3.6.3.4** Ulkoilma-aukko sijoitetaan tai suojataan si- ten, että sisään johdettava ilma ei ole tarpeetto- man lämmintä kesäaikana.

**3.6.3.5** Jos ulkoilma alueella ei ole puhdasta (ks. 2.3.1.5, 2.3.1.6 ja 2.3.1.7), neuvotellaan ulkoilma- aukkojen sijoituksesta ja ilman käsittelystä ilman- suojeluviranomaisten kanssa. Tämä koskee myös järjestelmiä, joissa ulkoilma johdetaan sisään huonekohtaisten ulkoilma-aukkojen kautta.

Viikaslentokenteisen ajoväylän vieressä sijaitsevan rakennuksen ulkoilma-aukot sijoitetaan mahdolli- simman ylös, yleensä rakennuksen liikenneväy- län vastakkaiselle puolelle.

**3.6.3.6** Ulkoilma-aukkojen sijoituksessa on otettava huomioon myös rakenteellista paloturvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet sekä ääneneristys- määräykset.

**3.6.4 JÄTEILMA ON JOHDETTAVA ULOS SITEN, ETTEI RAKENNUKSELLE, SEN KÄYTTÄJILLE TAI YMPÄRISTÖLLE AIHEUDU TERVEYDELLISTÄ TAI MUUTA HAITTAA.**

**3.6.4.1** Jäteilman pääsy ulkoilma-aukkoihin, ikkunoihin ja oleskelualueille estetään yleensä parhaiten johtamalla jäteilma rakennuksen korkeimman osan vesikatkon yläpuolelle ja suuntaamalla puhallus ylöspäin.

**3.6.4.2** Jäteilman johtaminen rakennuksesta perustuu seuraavaan poistoilmaluokitukseen:

- Luokka 1. Kosteudeltaan ulkoilmaan verrattava poistoilma huonetoista, joissa rakenteet ovat pääasiallisimmat epäpuhtauslähteet. Ilma soveltuu palautus- ja siirtoilmaksi.
- Luokka 2. Oleskelutilojen poistoilma, jonka epäpuhtaudet ovat pääasiallisesti lähöisin ihmisistä ja rakenteista. Ilma soveltuu palautus- ja siirtoilmaksi.
- Luokka 3. Oleskelutilojen poistoilma, joka sisältää jonkin verran epäpuhtauksia. Ilmaa ei käytetä muiden tilojen palautusilmana, mutta se voidaan johtaa siirtoilmana WC-, pesu- yms. tiloihin.
- Luokka 4. Poistoilma tiloista, joissa kosteus, prosessit, kemikaalit jne. oleellisesti huonontavat poistoilman laatua. Ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmana.
- Luokka 5. Poistoilma, joka sisältää pahanhajuisia tai epäterveellisiä epäpuhtauksia huomattavasti enemmän kuin sisäilman hyväksyttävät pitoisuudet. Ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmana.

Esimerkkejä huonetoiljojen poistoilmaluokista:

- Luokka 1. Porrashuoneet, hissikuilut, teknisten tilojen jäähditysilmä, erityisen puhtaat tilat (puhdashuoneet, steriilihuoneet)
- Luokka 2. Toimistotilat ja niiden yhteydessä olevat pienet varastotilat, yleisöpalvelutilat, opetustilat, eräät kokoontumistilat, liiketilat, joissa ei ole hajukuormitusta
- Luokka 3. Asuinhuoneet, ruokailutilat, kahvikeittiöt, myymälät, toimisto- ym. rakennusten varastot, pukuhuoneet
- Luokka 4. WC- ja pesutilat, saunat, asuinhuoneistojen keittiöt, jakelu- ja opetuskeittiöt, kemialliset laboratoriot, piirustuksien kopiointitilat, tupakkahuoneet
- Luokka 5. Ammattimaisessa käytössä olevat vetokaapit, grillit ja keittiöiden kohdepoistot, autosuojat ja ajotunnelit, maalien ja liuottimien käsittelyhuoneet, likapyykkitilat, elintarvikejätehuoneet

**3.6.4.3** Jäteilma-aukot sijoitetaan taulukon 1 ja kuvan 3 mukaisesti. Taulukossa esitetyt arvot ovat vähimmäisetäisyyksiä. Suurempia etäisyyksiä käytetään aina, kun se on mahdollista.

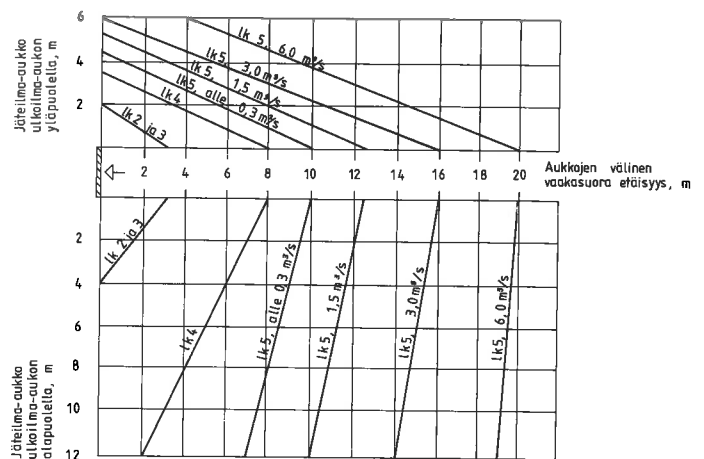
Ylöspäin suunnatun jäteilma-aukon etäisyydet voidaan laskea joko aukon reunasta tai aukon yläpuolelta pisteestä, jonka etäisyys aukosta metreinä on 1/3 puhallusnopeuden numeroarvosta m/s.

**Taulukko 1. Jäteilma-aukon sijoitus**

Poistoilma-luokka	A	B	C	D	E	F
		m	m	m		m
1	—	—	—	0,8	3.6.3.3	2
2 ja 3	kuva 3	2	3	2	3.6.3.3	2
4	kuva 3	4	6	3	3.6.3.3	5
5	kuva 3	6	10	5	3.6.3.3	8

Jäteilma-aukon etäisyys:

- A Ulkoilma-aukoista  
 B Alapuolella olevista avattavista ikkunoista  
 C Samalla tasolla tai yläpuolella olevista avattavista ikkunoista tai oleskelutasoista  
 D Maanpinnasta, pihatasosta tms.  
 E Kattopinnasta  
 F Naapuritontista (ei koske pientaloja)



**Kuva 3**

Jäte- ja ulkoilma-aukkojen väliset etäisyydet

**3.6.4.4** Poistoilmaluokan 1 jäteilma voidaan johtaa rajoituksetta ulos rakennuksesta. Sitä ei kuitenkaan ohjata poistumisteille tai oleskelualueille.

Luokan 2 jäteilma voidaan johtaa ulos rakennuksen seinässä olevan jäteilma-aukon kautta edellyttäen, että:

- aukon etäisyys naapuritontista on vähintään 4 m sekä vastapäisestä rakennuksesta vähintään 8 m
- aukon etäisyys samalla seinällä olevista ulko- tai jäteilma-aukoista on vähintään 1,5 m
- ilmavirta on enintään 1 m<sup>3</sup>/s
- ilman nopeus aukossa on vähintään 5 m/s

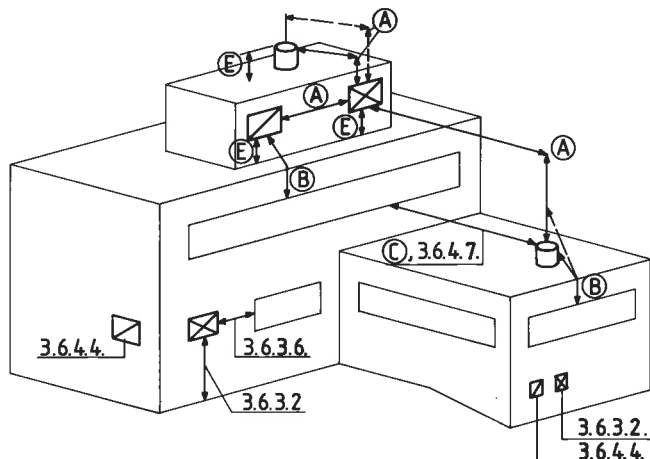
Aukko sijoitetaan yleensä esimerkiksi liikenneväylän tai paikoitusalueen puoleiselle seinälle. Pihan puoleiselle seinälle aukko voidaan sijoittaa, jos piha aukon korkeudella on avoin vähintään kahdelta sivulta.

**3.6.4.5** Poistoilmaluokan 5 jäteilma-aukon sijoituksesta neuvotellaan ennakolta viranomaisten kanssa, jos jäteilmavirta on yli 3 m<sup>3</sup>/s tai jäteilma sisältää haitallisia määriä kaasuja, pölyä, höyryä tai muita epäpuhtauksia. Tarvittaessa jäteilma puhdistetaan.

**3.6.4.6** Jäteilma-aukko sijoitetaan vähintään 1 metrin etäisyydelle savuhormin tai tuuletusviemärin aukosta, samoin koneellisen ja painovoimaisen ilmanvaihdon jäteilma-aukot toisistaan.

Jos aukon yläpuolella on räystääs, erkkeri tai muu seinästä ulkoneva rakennusosa, sijoitetaan aukko ulkoneman verran sen alapuolelle tai viedään ulkoneman etureunan tasoon.

**3.6.4.7** Jäteilma-aukkojen sijoituksessa on huomioitava myös rakenteellista paloturvallisuutta koskevat määräykset ja ohjeet sekä ääneneristysmääräykset.



**Kuva 4**

*Esimerkkejä ilmanvaihtoaukkojen sijoittamisesta rakennukseen. Kirjaintunnukset viittaavat taulukkoon 1, numerotunnukset ao. ohjeeseen.*

### 3.6.5 EPÄPUHTAUDET EIVÄT SAA PÄÄSTÄ LEVIÄMÄÄN RAKENNUKSESSA ILMANVAIHTOKANAVIEN TAI -LAITTEIDEN KAUTTA.

**3.6.5.1** Eri tilojen koneellisen ilmanvaihdon kanavat voidaan yhdistää, jos yhdistäminen ei aiheuta savukaasujen tai muiden epäpuhtauksien leviämistä vaaraa eikä haittaa ilmanvaihtolaitoksen toimintaa.

Kanavien yhdistämisen lähtökohtana käytetään RakMK:n osassa E7 "Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus" esitettyjä ohjeita käyttötapa- ja palokuormaryhmistä sekä kohtien 3.1.1.1 ja 3.1.1.3 periaatteita.

Eri poistoilmaluokkien ilma johdetaan rakennuksesta seuraavien periaatteiden mukaisesti:

- luokkien 1, 2 ja 3 ilma voidaan yleensä johtaa yhteiseen kanavistoon
- luokan 4 poistoilma johdetaan yleensä erilliskanavilla tai ilmanpuhtaudeltaan samantyyppisiä tiloja palvelevilla yhteiskanavilla ulos, kokoojakanavaan tai poistoilmakammioon
- luokan 5 poistoilma johdetaan ulos erillisten poistoilmareittien kautta.

Mikäli eri poistoilmaluokkien ilma yhdistetään samaan kanavaan, määräytyy yhdistetyn ilmavirran poistoilmaluokka epäpuhtaimman osuuden mukaan, jos sen määrä ylittää 10 % kokonaispoistoilmavirrasta.

**3.6.5.2** Huonetilaan tehdään erilliset ulko- ja poistoilmareitit, jos siinä käsitellään tai säilytetään merkittäviä määriä terveydelle vaarallisia tai voimakasta hajua aiheuttavia aineita. Tällaisia tiloja ovat mm. jätehuoneet, likapyykkihuoneet ja myrkyllisten aineiden varastot.

**3.6.5.3** Työ-, oleskelu- ja käytävätiloihin avautuvista WC-, pesu- ja siivoustiloista johdetaan poistoilma

ulos yleensä erillisen poistoilmalaitoksen kautta. WC- ja vastaavien tilojen poistoilma voidaan kuitenkin johtaa muiden tilojen jatkuvasti toimivaan poistoilmavaihtolaitokseen esim. asuin- ja maajoitustiloissa.

Poikkeustapauksissa korkeintaan kahden WC- tai vastaavan tilan poistoilma voidaan johtaa luokkien 1, 2 ja 3 poistoilman pystykanaviin mikäli niiden poistoilmavirta on yhteensä korkeintaan 10 % pystykanavan kokonaisilmavirrasta.

**3.6.5.4** Yhden asunnon kaikkien tilojen poistoilma voidaan johtaa saman pystykanavan kautta ulos, kokoojakanavaan tai kammioon ottaen kuitenkin huomioon, mitä paloturvallisuuden osalta on sanottu RakMK:n osassa E7. Tämä koskee vain koneellista ilmanvaihtojärjestelmää.

Teknisten tilojen sekä yksittäisten, toisarvoisessa käytössä olevien tilojen, kuten pienten varastojen ja urheiluvälinehuoneiden poistoilma voidaan johtaa luokan 4. poistoilman pystykanaviin.

**3.6.5.5** Lämmöntalteenottolaitteiden rakenne ja painesuhteet toteutetaan siten, ettei poistoilmaa siirry tuloilmaan.

Mikäli lämmöntalteenottolaitteen kautta voi siirtyä hajua tuloilmaan, saa poistoilmassa olla korkeintaan 5 % luokan 4 poistoilmaa, eikä lainkaan luokan 5 poistoilmaa.

**3.6.5.6** Rakennuksen sisällä konehuoneen ulkopuolella sijaitsevat poistoilmakanavat tehdään yleensä alipaineisiksi.

Luokkien 1, 2 ja 3 poistoilmakanavat voivat kuitenkin olla ylipaineisia rakennuksen sisällä edellyttäen, että kanavat ovat ohjeen 3.6.6.2 mukaista tiiviysluokkaa B ja että samassa roilossa ei ole alipaineisia ulko- tai tuloilmakanavia.

**3.6.5.7** Koneellisen ilmanvaihtolaitoksen poistoilmareitit varustetaan laitteilla, jotka sulkeutuvat automaattisesti laitoksen pysähtyessä ja estävät takaisvirtauksen ja hallitsemattoman ilmanvaihdon ainakin silloin, kun jäteilmakanavan poikkipinta-ala on suurempi kuin 0,06 m<sup>2</sup>.

### 3.6.6 ILMANVAIHTOLAITOKSEN OSIEN TULEE OLLA RIITTÄVÄN TIIVIIT.

**3.6.6.1** Ilmanvaihtolaitoksen yli- tai alipaineisten osien vuotoilmavirta ei kumpikaan erikseen saa käyttötilanteessa ylittää 6 % laitoksen kokonaisilmavirrasta. Tavanomaisissa ilmanvaihtolaitoksissa riittävä tiiviys yleensä saavutetaan ohjeiden 3.6.6.2 ja 3.6.6.3 mukaisilla tiiviystasoilla.

Vuotoilmavirta ja tiiviysvaatimukset voidaan määrittellä myös tapauskohtaisesti kuvan 5 perusteella. Yleensä saavutetaan riittävä tarkkuus, jos paineen arvona käytetään yli- tai alipaineisessa osassa vallitsevaa keskimääräisen paineen arvoa. Voidaan myös määrittellä kullekin laitoksen osalle vuotoilmavirta erikseen käyttäen paineen arvona osassa vallitsevaa yli- tai alipaineen arvoa mitoitettujen vuotoilmavirtoilla. Osien vuotoilmavirrat lasketaan yhteen.

**3.6.6.2** Ilmanvaihtokanavat ja niihin välittömästi liittyvät osat, kuten tarkastusluukut, säätöpellit, äänenvaimentimet jne., valitaan ja liitetään toisiinsa siten, että saavutetaan standardin SFS 4699 mukaiset kuvassa 6 esitetyt tiiviysluokat seuraavasti:

**Tiiviysluokka A:**

Ilmastoitavassa huonetilassa näkyvissä olevat kanavat, joissa ilman paine-ero huonetilaan nähden on korkeintaan 150 Pa.

**Tiiviysluokka B:**

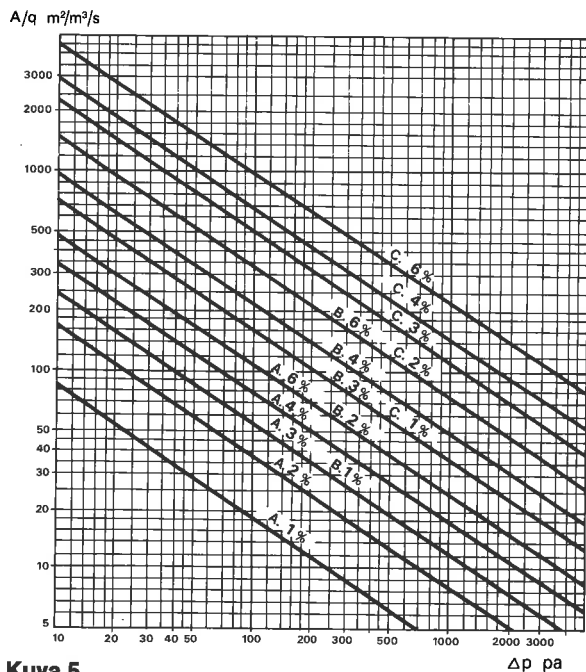
Ilmastoitavan tilan ulkopuolella olevat tai siitä peitelevyillä erotetut kanavat sekä ilmastoitavassa tilassa olevat kanavat, joissa ilman paine-ero ympäristöön nähden on yli 150 Pa.

**Tiiviysluokka C:**

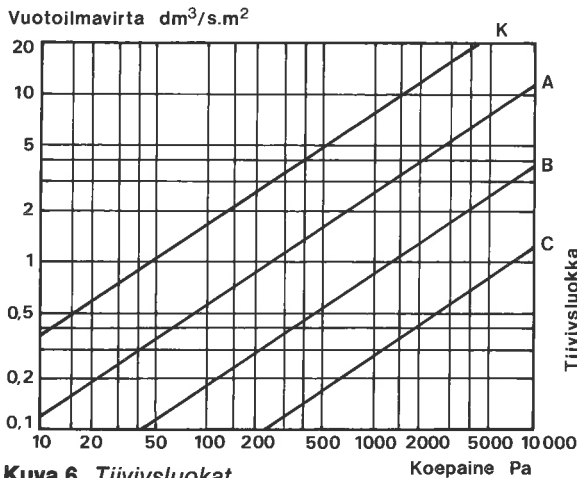
Tätä tiiviysluokkaa käytetään tapauskohtaisen harkinnan mukaan mm. korkeapainejärjestelmien kanavissa, laajoissa tai runsaasti liitoksia sisältävissä kanavistoissa sekä yleensä silloin, kun vuodolla voi olla huomattava merkitys ilmanvaihtojärjestelmän toiminnalle, rakennuksen painesuhteille, huoneilman puhtaudelle tai äänitasolle.

**3.6.6.3** Koteloitujen ilmastointikoneiden sekä puhaltimia ja muita erillisiä osia varten tarkoitettujen kammioiden ja konehuoneiden vuotoilmavirta saa olla enintään kuvan 6 tiiviysluokan K mukainen vuotoilmavirta.

Vuotoilmavirta ei kuitenkaan käyttötilanteessa saa ylittää 6 % kokonaisilmavirrasta. Täten tiukempaa tiiviysluokkaa käytetään silloin, kun koneen tai kammion vaippapinta-ala on poikkeuksellisen suuri kokonaisilmavirtaan verrattuna, koneen tai kammion paine-ero ympäristöön nähden on suuri, tai vuodoista on ilman puhtausvaatimuksien, veden tiivistymisvaaran tai muun syyn takia poikkeuksellista haittaa. Koneen ja kammion pinta-ala lasketaan ulkomittojen mukaan.



**Kuva 5**  
Kanavistojen tiiviysluokan valintakäyrästä



**Kuva 6** Tiiviysluokat

**3.6.7 ILMANVAIHDON ENERGIANKULUTUKSEN TULEE OLLA MAHDOLLISIMMAN PIENI. ENERGIANSÄÄSTÖ ON TOTEUTETTAVA TINKIMÄTTÄ TYYDYTTÄVÄSTÄ SISÄILMASTOSTA.**

**3.6.7.1** Koneellinen tulo- ja poistoilmalaitos varustetaan yleensä lämmöntalteenottolaitteistolla, jonka lämpötilahyötysuhde on vähintään 50 %, kun tulo- ja poistoilmavirtojen suhde on 1.

Lämmöntalteenottolaitoksen rakentamisesta voidaan luopua, jos sen rakentaminen osoitetaan epätarkoituksen mukaiseksi esimerkiksi seuraavista syistä:

- poistoilmavirta on alle 1 m<sup>3</sup>/s
- laitoksen käyttöaika on tavallista lyhyempi, esimerkiksi alle 35 tuntia viikossa
- poistoilma on poikkeuksellisen liikaista tai kosteaa, tai sen lämpötila lämmityskaudella on alle +15°C
- tulo- ja poistoilmavirran suhde on yli 1,4 esimerkiksi erillispoistojen takia
- tuloilman lämmitykseen käytetään riittävästi muuta jäte-energiaa esim. kylmäkoneistoista

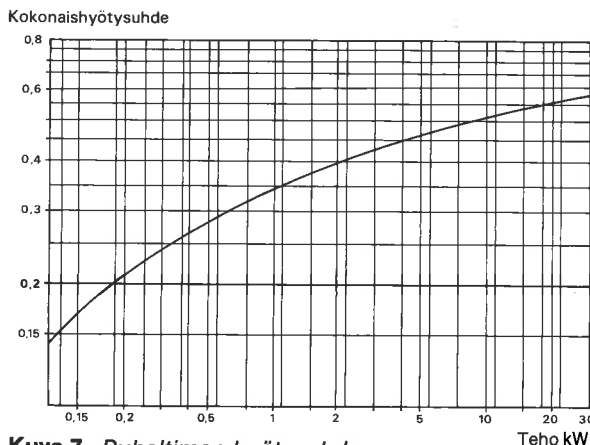
**3.6.7.2** Puhaltimet käyttölaitteineen valitaan ja liitetään kanaviin siten, että hyötysuhde mitoitusilmavirralla moottorin ottaman tehon mukaan laskettuna ylittää kuvan 7 arvot.

Hyötysuhde lasketaan standardin SFS 5147 mukaisesti kaavasta:

$$\eta = \frac{q_{v1} \cdot P_{tF}}{P_E}$$

jossa

- $q_{v1}$  puhaltimen tilavuusvirta, m<sup>3</sup>/s
- $P_{tF}$  puhaltimen kokonaispaine, kPa
- $P_E$  moottorin ottama teho, kW



**Kuva 7** Puhaltimen hyötysuhde

**3.6.7.3** Kuvan 7 hyötysuhteet voidaan erityisyyistä alittaa. Esimerkiksi likaantumisvaaran, kulumisen tai äänitasovaatimuksien takia voidaan joutua valitsemaan puhallintyyppi, jolla arvoja ei saavuteta. Jos puhaltimella on kaksi moottoria, ei hyötysuhdevaatimus koske pienempää tehoa.

## 4. Ilmanvaihtolaitoksen suunnitelmat, toteutus ja käyttöönotto

### 4.1 Ilmanvaihtosuunnitelma

**4.1.1** ILMANVAIHTOSUUNNITELMASSA ON ESITETTÄVÄ SISÄILMASTON TAVOITEARVOT LAITOKSEN LAATUTASO SEKÄ LAITOKSEN MITOITUKSEN, RAKENTAMISEN JA KÄYTÖN KANNALTA OLENNAISET TIEDOT.

**4.1.1.1** Ilmanvaihtolaitoksesta ja sen osista esitetään suunnitelmassa mm. seuraavat tiedot:

- ulko- ja jäteilmavirrat
- tulo- ja poistoilmavirrat, painovoimaisessa järjestelmässä +10°C ulkolämpötilassa
- huone- ja ulkoilman mitoituslämpötilat eri vuodenaikoina
- sallittu äänenpainetaso huonetiloissa sekä kanavistoon kojeelta suuntautuvan äänen teho- taso
- huonetilojen vetokriteerit
- kanava- ja venttiilikoot
- kanaviston painehäviöt ja kojeosien sallittu maksimipainehäviö
- suodattimen suodatusluokka, maksimiloppu- painehäviö sekä minimipölynvarauskyky
- laitteiden lämmitys-, jäähdytys- ja kostutustehot
- ilman ja lämmitys- tai jäähdytysaineen lämpötila ja/tai paineet ja nestevirrat
- puhaltimien kokonaishyötysuhteet tai maksimitehokulutus
- mittauspisteiden ja -laitteiden sijainnit
- kanavistojen ja laitteiden tiiviysvaatimus
- paikallispoistojärjestelyt ja -laitteet
- selvitys prosessiin tai työmenetelmiin liittyvistä haitallisista aineista, poistojärjestelmistä ja pitoisuuksien tavoitearvoista

Luetteloa sovelletaan tapauskohtaisesti siten, että mitoitusarvot tulevat yksikäsitteisesti määritel- lyiksi.

**4.1.1.2** Ilmanvaihtolaitoksen ja sen osien laatutasoa, lujuutta, palonkestävyyttä, korroosion estoa, pin- takäsittelyä, tärinän eristystä ja materiaaleja kos- kevat vaatimukset esitetään ilmanvaihtosuunni- telmassa.

**4.1.2** ILMANVAIHTOLAITOKSEN SUUNNITELMIIN TULEE SISÄLTÄÄ LAITOKSEN TOIMINTASUUN- NITELMA, TOIMINTA- JA SÄÄTÖKAAVIOT, PII- RUSTUKSET, ILMANVAIHTOTÖIDEN TEKNINEN ERITTELY, KÄYTTÖÖNOTTO-OHJELMA JA JÄR- JESTELMÄTEKNISET KÄYTTÖOHJEET.

**4.1.2.1** Ilmanvaihtolaitos esitetään Suomen raken- tamismääräyskokoelman osan D4 "LVI-piirros- merkit" mukaisesti sekä taso- että leikkauspiirus- tuksissa. Laitoksen ja laitteiden toiminta esitetään toiminta- ja säätökaavioissa.

Tekniseen erittelyyn kuuluvat työselitys, jossa esitetään laitteiden, tarvikkeiden ja asennustyön

laatuvaatimukset sekä kojeluettelo, jossa esite- tään laitteiden tekniset arvot. Tekniset arvot voi- daan esittää myös piirustuksissa.

Suunnitelma voidaan tehdä supistetussa muo- dossa, jos rakennus on pieni esim. yhden per- heen asuintalo tai ilmastointijärjestelmä yksinker- tainen esim. vain yhtä huonetilaa tai asuntoa pal- veleva.

**4.1.2.2** Toimintasuunnitelmaan sisältyy ilmanvaihto- laitoksen yksityiskohtainen toimintaselostus, jos- sa esitetään laitoksen sekä laitteiden toiminta eri vuodenaikoina kuormituksen vaihdellessa, eri il- manvaihtojärjestelmien vaikutusalueet rakennuk- sessa ja ilmanvaihtolaitoksen arvioitu energianku- lutus.

Painovoimaisesta järjestelmästä esitetään vähim- mäisilmanvaihdon turvaamiseksi tarvittavat toi- menpiteet silloin, kun ulkoilman lämpötila ylittää mitoitusarvon.

**4.1.2.3** Käyttöönotto-ohjelmaan sisällytetään käyt- töönoton aikana suoritettavat tarkastukset, kuten

- sisäilmaston suunnitelmanmukaisuuden tar- kistaminen
- laitteiden mitoitusarvojen ja laatutason tarkis- taminen
- pyörimis-, toiminta-, virtaus- ja säätösuuntien tarkistukset

Ohjelmassa määritellään lisäksi ne käyttöolosuh- teet, joissa mitoitus- ja säätöarvojen mittaukset suoritetaan, mittauspaikat, -tavat ja välineet, sekä mittausten laajuus ja kesto aika.

Käyttöönotto-ohjelmaan sisällytetään lisäksi käyt- täjälle luovutettavien asiakirjojen määrä ja laatu sekä käyttäjän perehdyttämis- ja koulutusohjel- ma.

**4.1.2.4** Järjestelmäteknisissä käyttöohjeissa esite- tään laitoksen käyttöajat, ohjaus- ja tarkkailutoi- menpiteet, tarkistusmittaukset ja laitteiden toimi- vuus- ja puhtaustarkistukset sekä yleiset huolto- toimenpiteet.

### 4.2 Ilmanvaihtolaitoksen toteutus ja käyttöönotto

**4.2.1** ILMANVAIHTOLAITOKSEN TIIVIYS ON MI- TATTAVA JA SELVITYS TÄSTÄ ON TARVITTAES- SA ESITETTÄVÄ.

**4.2.1.1** Ilmanvaihtolaitoksen tiiviys todetaan stan- dardin SFS 3542 mukaisella painekokeella. Yhtä asuinhuoneistoa varten rakennettujen laitosten kanavistojen tiiviys voidaan todeta muullakin tar- koituksenmukaisella tavalla.

**4.2.2** ILMANVAIHTOLAITOS ON MITATTAVA JA SÄÄDETTÄVÄ JA SEN TOIMINTA TODETTAVA SUUNNITELMAN MUKAISEKSI ENNEN RAKEN- NUKSEN KÄYTTÖÖNOTTOA. LAITOKSEN TOI- MINTA ERI KUORMITUS- JA SÄÄOLOISSA ON TARKISTETTAVA JA SÄÄDETTÄVÄ.

**4.2.2.1** Ilmanvaihtolaitoksen sähkölaitteiden toimin- ta kokeillaan lopullisilla virtayhteyksillä sulakkeet kiinnitettyinä.

**4.2.2.2** Toimintakokeet suoritetaan ennen ilmavirto- jen mittausta ja säätöä. Ennen kokeiden aloitta- mista tarkistetaan, ettei rakennus tai ilmanvaihto- laitos ole niin keskeneräinen, että se vaikuttaisi

ilmavirtoihin, painesuhteisiin tai siirtoilman virtaussuuntiin. Täten tarkistetaan, että esim. ilmanvaihtolaitteiden suodattimet ovat asennetut, ovet ja ikkunat paikallaan jne.

Kanavat nuohotaan tarvittaessa, koska kanaviin kerääntynyt lika ja roska muuttavat laitoksen ilmavirtoja ja painesuhteita. Ilmanvaihtoventtiilit, suodattimet ym. puhdistetaan ja tarvittaessa uusitaan ennen mittauksia.

**4.2.2.3** Ilmavirtojen asetus suoritetaan yleisimmän käyttötilanteen mukaisella kokonaisilmavirran arvolla. Säätolaitteiden asetus suoritetaan eri vuodenaikojen keskimääräisiä olosuhteita vastaavissa käyttötilanteissa. Painesuhteiden suunnitelmanmukaisuus todetaan savukokein tai ilmavirta- ja paine-eromittauksin.

**4.2.2.4** Sisäilmastotekijät sekä ilmavirrat, lämmitys-, jäähdytys-, kostutus- ja sähkötehot ym. mitoitusarvot mitataan laitoksen mitoitusilmavirralla. Hyväksyttävät poikkeamat mitoitusarvoista:

Ilmavirta huonekohtaisesti	± 20 %
Ilmavirta järjestelmäkohtaisesti	± 10 %
Ilman lämpötilat tehomittauksissa	
— lämmitysteho	± 2°C
— jäähdytysteho	± 1°C
Suhteellinen kosteus	± 10 %-yksikköä
Tehonkulutus muunnettuna vastaamaan mitoitusilmavirtaa	+ 20 %
Lämmitys- ja jäähdytysteho	- 10 %
Ilman nopeus oleskelu- vyöhykkeellä	+ 0,05 m/s
Äänentehotaso kanava- mittauksessa	+ 4 dB
Ilman lämpötila oleskelu- vyöhykkeellä	± 1°C
Operatiivinen lämpötila	± 1°C
Äänenpainetaso huoneessa	+ 2 dB(A)

Mikäli laitoksen toimivuus edellyttää tiukempia toleransseja, määritellään ne erikseen suunnitelmassa. Jos tuotekohtaiset standardit edellyttävät tiukempia toleransseja, noudatetaan niitä. Kaikkien lämpötila- sekä lämmitys- tai jäähdytystehotoleransien tulee toteutua samanaikaisesti.

Hyväksyttävät poikkeamat sisältävät sekä mitaustuloksen poikkeamat että mittausepävarmuuden.

**4.2.2.5** Mittaukset ja mittauservojen muuntaminen vastaamaan mitoitusarvoja suoritetaan voimassa olevien SFS- ja ISO-standardien mukaisesti. Mittauksissa käytetään laitteita, joiden kalibrointi on voimassa ja mittausepävarmuus yleensä enintään puolet kohdassa 4.2.2.4 luetelluista hyväksyttävistä poikkeamista. Jos hyväksyttävälle poikkeamalle on esitetty vain ylä- tai alaraja, kuten erityisesti äänitasolle, voidaan hyväksyä suurempikin mittausepävarmuus.

**4.2.2.6** Tarkastuksista, kokeista, mittauksista, kanaviston säädöstä ja automatiikkalaitteiden asetuksista laaditaan pöytäkirjat, jotka liitetään luovutusasiakirjoihin.

Takuuaikana suoritettavien täydentävien kokeiden pöytäkirjat luovutetaan takuuajan päätyttyä.

**4.2.3 RAKENNUKSEN KÄYTTÄJÄLLE LUOVUTETTAVIIN PIIRUSTUKSIIN ON MERKITTÄVÄ KAIKKI RAKENNUSAIKANA SUUNNITELMIIN TEHDYT**

**MUUTOKSET. KÄYTTÖÄ JA HUOLTOA VARTEN ON LAADITTAVA RIITTÄVÄT PIIRUSTUKSET JA OHJEET.**

**ILMANVAIHTOLAITOSTA KÄYTTÖÖN OTETTAESSA ON KIINTEISTÖNHOITAJAA PEREHDYTETTÄVÄ RIITTÄVÄSTI LAITOKSEN TOIMINTAAN, KÄYTTÖÖN JA HUOLTOON.**

**4.2.3.1** Käyttöönottovaiheessa käydään läpi laitoksen toiminta ja huoltotoimenpiteet kiinteistöhoitajan läsnäollessa.

## 5 Käyttö ja kunnossapito

### 5.1 Käytön ja kunnossapidon vaatimukset suunnittelulle

**5.1.1 ILMANVAIHTOLAITOS ON SUUNNITELTAVA JA RAKENNETTAVA SITEN, ETTÄ SE OIKEIN KÄYTETTYNÄ JA HUOLLETTUNA KESTÄÄ TOIMINTAKUNTOISENA KOHTUULLISEN AJAN.**

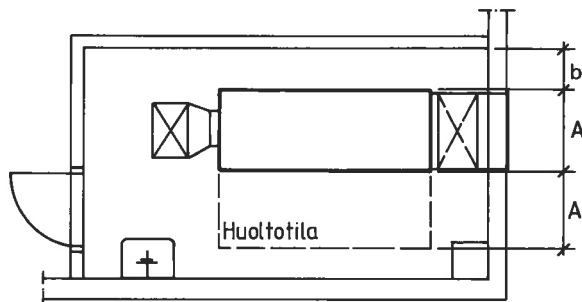
**5.1.1.1** Ilmanvaihtolaitoksen ja sen osien käyttöiät määräytyvät laitoksen käyttötarkoituksen ja -olosuhteiden mukaan. Normaleissa käyttöolosuhteissa käytetään suunnittelun perusteena soveltuvin osin eri laitteille SFS-standardeissa annettuja ohjearvoja. Tavanomaisen esim. asuinrakennuksen ilmanvaihtolaitoksen kestoikänä käytetään rakennuksen peruskorjausjaksoa.

**5.1.2 ILMANVAIHTOLAITOS ON SIJOITETTAVA, SUUNNITELTAVA JA RAKENNETTAVA SITEN, ETTÄ SEN OSAT ON HELPPO PUHDISTAA, HUOLTAA JA KORJATA.**

**5.1.2.1** Laitteiden eteen varataan tilaa huolto- ja puhdistustoimenpiteitä varten riittävästi, vähintään huollettavien laitteiden mittainen tila huoltosuunnassa. Huoltotilaan ei sijoiteta kiinteitä eikä raskaita esineitä. Laitteiden ympärille varataan riittävästi tilaa, jotta ne voidaan irrottaa helposti huolto- ja korjaustoimenpiteitä varten.

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

Ilmanvaihtolaitteiden tilavarauksissa noudatetaan esimerkkikuvassa 8 koteloidulle koneelle esitettyjä periaatteita.



b = 0,4 x h, tai 400 mm  
h = kojeen korkeus

**Kuva 8**  
Koteloidun ilmanvaihtokoneen huoltotilan sijoitus ja mitoitusmerkki.

Jos konehuoneessa on useita koneita, varataan tilaa erikseen huoltoa ja korjauksia varten.

#### 5.1.2.2 Ilmanvaihtolaitos varustetaan puhdistusluukuilla RakMK:n osan E7 mukaisesti.

Kanavistoihin asennetut laitteet tai niihin liittyvät kanavaosat tehdään helposti irrotettaviksi tai varustetaan riittävän suurilla puhdistusluukuilla.

#### 5.1.2.3 Huollettavia laitteita tai puhdistusluukkuja ei sijoiteta vaikeapääsyisiin paikkoihin. Niiden kohdalle alaslasketuihin kattoihin tehdään vähintään 500 mm x 500 mm:n kokoinen, ilman työkaluja irrotettava tai avattava osa.

#### 5.1.2.4 Vesikatolle sijoitetuille laitteille tehdään huoltoväylä ja turvajärjestelyt RakMK:n osan F2, "Rakennusten käyttö- ja huoltoturvallisuus" kohdan 2.1.2 mukaan. Huoltokohteelle, jonka yläreuna on yli 2,5 m:n korkeudella lattiapinnasta, tehdään sisätiloissa tikkaat, kiinteä tai helposti siirrettävä hoitotaso tms. huoltotyötä varten RakMK:n osan F2 kohdan 2.1.1.1 mukaan.

Ilmanvaihtokonehuoneessa sekä mm. teollisuuden tuotanto- ja varastorakennuksien tiloissa tehdään huoltokohteisiin kulkuyhteydet, huoltoväylät ja -tasot turvajärjestelyineen standardin SFS 5069 sekä ala- ja laitekohtaisten standardien ja työsuojeluviranomaisten ohjeiden mukaan.

Yli 2 metriä korkeita tikkaita ei käytetä suodatin-kennojen ja muiden suurikokoisten ja usein siirrettävien laitteiden kuljetusteinä, vaan tehdään hoitotaso tai käytetään esim. hoitotasonostolaitetta.

#### 5.1.3 KONEISSA JA LAITTEISSA TULEE OLLA SUOJA- JA VAROLAITTEET HUOLTO- JA KORJAUSTÖITÄ SEKÄ HÄTÄPYSÄYTYSTÄ VARTEN.

##### 5.1.3.1 Sähkömoottorit varustetaan turvakytkimellä, jolla moottorin ja sen apu- ja ohjauslaitteiden virtapiiri voidaan huolto- ja korjaustöiden ajaksi katkaista. Turvakytkimen sijoituksessa noudatetaan voimassa olevia viranomaismääräyksiä.

Poistoilmavalaisimien kammiot tehdään siten, että ne voidaan puhdistaa turvallisesti irrottamatta valaisimia sähköverkosta.

##### 5.1.3.2 Puhaltimien vapaat imu- ja puhallusaukot sekä kaikki liikkuvat laitteet ja osat varustetaan tarkoituksenmukaisilla ja luotettavilla kosketus-suojilla työturvallisuusmääräysten mukaan.

##### 5.1.3.3 Ilmanvaihtolaitos varustetaan selvästi merkityllä pysäytyskytkimellä, jolla sen toiminta kokonaisuudessaan voidaan hälytystilanteessa pysäyttää.

#### 5.1.4 ILMANVAIHTOLAITOKSEEN ON ASENNETTAVA MITTAUSLAITTEET TÄRKEIMPIEN TOIMINTOJEN VALVONTAA VARTEN.

##### 5.1.4.1 Ilmanvaihtolaitoksen toimintoja valvotaan paikallisin, osoitettavien ja kiintein mittauslaittein. Jos ilmavirta on alle 0,5 m<sup>3</sup>/s, voidaan kiinteitä mittauslaitteita korvata siirrettäville laitteille sopivilla mittausyhteillä.

Lämmitys- ja jäähdytyspatereiden sekä lämmöntalteenottolaitteiden tulo- ja lähtöpuolelle asennetaan lämpömittarit ja suodattimille paine-eromit-tarit.

Kostutusosan jälkeiseen kone- tai kanavaosaan tehdään mittausyhte kosteuden mittausta varten.

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

## 5.2 Kunnossapito, käyttö ja huolto

### 5.2.1 ILMANVAIHTOLAITOSTA ON KÄYTETTÄVÄ JA HUOLLETTAVA SITEN, ETTÄ NÄIDEN MÄÄRÄYSTEN TERVEDELLISET JA ENERGIATALOUDELLISET VAATIMUKSET JATKUVASTI TÄYTTÄÄN.

#### 5.2.1.1 Ilmanvaihtolaitosta käytetään ja huolletaan siten, että rakennuksen sisäilmasto pysyy terveellisenä ja energian käyttö kohtuullisena.

Jos ilmanvaihto pysäytetään, kun rakennus ei ole käytössä, ei pysäyttäminen saa aiheuttaa terveydellistä tai muuta haittaa. Ilmanvaihto käynnistetään riittävän ajoissa, yleensä siten, että ilma ehtii vaihtua vähintään kerran ennen käyttöjakson alkua.

Kesäaikana on useimmiten suositeltavaa pitää ilmanvaihto jatkuvasti käynnissä yllämmön poistamiseksi ja rakenteiden jäähdyttämiseksi.

Ensimmäisen käyttövuoden aikana ilmanvaihto yleensä pidetään jatkuvasti käynnissä rakennusrungon kosteuden ja sekä rakenteiden ja kalusteiden normaalia suurempien epäpuhtauspäästöjen takia. Myöhemmin voidaan pitää esim. WC-tilojen erillisiä poistopuhaltimia jatkuvasti käynnissä ja torjua näin pitkäaikaista ylipainetta, joka voi aiheuttaa kosteushaittoja.

#### 5.2.1.2 Ilmanvaihtolaitoksen huollossa ja puhdistamisessa noudatetaan palo- ja työturvallisuus- sekä nuohousohjeita.

#### 5.2.1.3 Kostutuslaitteiden huoltoväli määritellään huoltosuunnitelmassa kustutintyyppin, käyttötavan, veden laadun ja käsittelytavan, kustutettavan ilman puhtauden ym. seikkojen perusteella. Kostutuslaitteet puhdistetaan aina, kun ne otetaan käyttöön tai jätetään pois käytöstä. Niiden puhtaus tarkistetaan ja tarvittaessa ne puhdistetaan ainakin ilmanvaihtolaitoksen jokaisen huolto- ja tarkastustoimenpiteen yhteydessä, tarvittaessa useamminkin.

## 5.3 Käyttö- ja huolto-ohjeet

### 5.3.1 ILMANVAIHTOLAITOKSISTA ON TEHTÄVÄ YKSITYISKOHTAISET JA SELKEÄT KÄYTTÖ- JA HUOLTO-OHJEET.

#### 5.3.1.1 Rakennuttajalle luovutetaan laitoksen käyttö- ja huolto-ohjeet sekä laitoksen lopulliset suunnitelmat, joihin tehdyt muutokset on merkitty. Ohjeet laaditaan suomeksi tai ruotsiksi rakennuttajan ohjeen mukaisesti.

Rakennuksen huoltoa palvelevat ohjeet, piirustukset ja työselitykset sekä toiminta- ja säätökaaviot sijoitetaan tarkoituksenmukaiseen paikkaan kiinteistöhoitajan käyttöön.

Huolto-ohjeissa selvitetään erikseen terveellisen sisäilmaston ja hyvän energiatalouden kannalta merkittävien laitteiden riittävän huollon välttämättömyys.

#### 5.3.1.2 Asukkaille tarkoitettujen käyttö- ja huolto-ohjeet asennetaan asuinhuoneistoihin kiinteästi esim. keittiökaluusteisiin. Ohjeissa esitetään ilmanvaihto-



laitteiden oikeat käyttötavat ja -mahdollisuudet, tarvittavat ja sallitut puhdistustoimenpiteet sekä ohjeet sopivista puhdistusaikaväleistä. Lisäksi käyttöohjeissa kerrotaan ilmastoinnin sulkemisen aiheuttamista vaaroista terveydelle ja rakenteille.

Asuinrakennuksen kiinteistöhoitajalle toimitetaan koko rakennuksen ilmanvaihtolaitosta ja sen osia koskevat käyttö- ja huolto-ohjeet, joihin sisältyy mm. laitoksen käyttöohjelma, laitteiden paikantamis- ja sijoituspiirustukset sekä laitteiden säätöarvot.

**5.3.1.3** Muiden kuin asuinrakennusten kiinteistöhoitajille luovutettaviin käyttö- ja huolto-ohjeisiin sisällytetään laitoksen ja sen eri järjestelmien toimintaperiaatteet, käyttöohjelmat, kytkentä- ja säätökaaviot, paikantamis- ja sijoituspiirustukset, laitteiden säätöarvot sekä laitteiden käyttö- ja huolto-ohjeet.

Rakennuksen käyttäjille tarkoitetut ohjeet sijoitetaan käyttäjien saataville asianomaisiin tiloihin.

**5.3.1.4** Laitteiden huolto-ohjeissa esitetään niiden huoltotoimenpiteet, arvio huoltoaikataulusta sekä varaosa- ja tarvikeluettelot.

## Liite 1.

**Sisäilmaston ja ilmanvaihdon tilakohtaisia ohjearvoja**

Jos noudatetaan liitteen 1 ohjearvoja on sisäilmasto tavanomaisissa huonetiloissa yleensä tyydyttävä. Hyvään sisäilmastoon pyrittäessä suunniteluarvot määritellään tapauskohtaisesti tilan kuormituksiin perustuen.

Ilman lämpötilan ja operatiivisen lämpötilan ohjearvot koskevat lämmityskautta. Yleensä lämmityslaitteiden mitoituksen lähtökohdaksi otetaan ilman lämpötila. Tiloissa, joissa ilman lämpötila ei riitä kuvaamaan lämpöoloja käytetään perusteena operatiivista lämpötilaa. Näitä ovat esim. huoneet, joissa on suuria ikkunapintoja tai säteilylämmitys.

Vetokäyrän perusteella voidaan määrittellä ilman enimmäisnopeus oleskeluvyöhykkeellä kuvasta 1.

Ilmavirran ohjearvot ovat talvikauden vähimmäisulkoilmavirtoja. Pakkashuipun aikana tilakohtaisia ulkoilmavirtoja voidaan pienentää ohjeen 3.2.1.5 mukaisesti. Ilmavirta määräytyy ensisijaisesti henki-

löperusteen mukaisesti. Jos tilan henkilömäärä ei ole tiedossa, voidaan käyttää pinta-alaperustetta. Tiloissa, joissa henkilökuormitus vaihtelee, suositellaan ilmanvaihdon ohjausta tarpeen mukaan. Kokonaisilmavirta joudutaan usein mitoittamaan annettu ja ohjearvoja suuremmaksi lämpötilan hallitsemiseksi.

Äänitasojen ohjearvot ovat ilmanvaihtolaitoksen kalustamattomassa huonetilassa aiheuttamia enimmäisäänepainetasojen ohjearvoja. RakMK:n osassa C1 on annettu määräykset LVIS-laitteiden yhdessä aiheuttamasta äänitasosta. Taulukon ohjearvoja sovellettaessa on otettava huomioon ilmanvaihdon ja muiden äänilähteiden yhteisvaikutus.

Jos ilmanvaihtoa tai kierrätystä voidaan henkilökohtaisesti tehostaa ohjearvoja suuremmiksi, voidaan tehostuksen aikana ohjearvot ylittää seuraavasti:

- ilman nopeus, vetokäyrän antama enimmäisnopeus + 0,1 m/s;
- äänitaso, ohjearvo + 10 dB.

**Liite 1. Sisäilmaston ja ilmanvaihdon tilakohtaisia ohjearvoja.****1. Asuinrakennukset A)**

Tila/Käyttö	Ilman lämpötila °C	Operaatiivinen lämpötila °C	Vetokäyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poistoilmavirta s, yks	Äänitaso dB (A)
				dm <sup>3</sup> s, hlö	dm <sup>3</sup> s, m <sup>2</sup>		
<b>Asuintilat</b>							
1.1 Olohuone	21	20	2		0,5		30
1.2 Makuuhuoneet	21	20	2	4	0,7		30
1.3 Eteinen	19	17	5		(s)		35
1.4 Keittiö	21	20	2		(s)	20 B)	35
1.5 Erillinen ruokailutila	21	20	2		0,5		30
1.6 Vaatehuone	19	17			(s)	3	35
1.7 Kylpyhuone, pesuhuone	22	22	2		(s)	15	40
1.8 WC	21	19			(s)	10	35
1.9 Kodinhoituhuone	21	19	3		(s)	15	35
1.10 Huoneistos sauna					2 C)	2/m <sup>2</sup> C)	35
1.11 Askarteluhuone	21	19	3		0,7	0,7/m <sup>2</sup>	35
<b>Yhteistilat</b>							
1.12 Porrashuone	17				0,5 1/h	0,5 1/h	40
1.13 Varastotilat (myös asunnossa)	17				0,35 D)	0,35/m <sup>2</sup>	45
1.14 Kylmäkellari (myös asuntokylmiö, jos pinta-ala > 4 m <sup>2</sup> )	5				0,20	0,20/m <sup>2</sup>	45
1.15 Pukuhuone	21	20	2		2	2/m <sup>2</sup>	35
1.16 Pesuhuone	22	22	2		3	3/m <sup>2</sup>	40
1.17 Saunan löylyhuone					2	2/m <sup>2</sup>	35
1.18 Pesutupa	21				1	1/m <sup>2</sup>	45
1.19 Kuivaushuone	21				2 E)	2/m <sup>2</sup> E)	45
1.20 Askarteluhuone, kerhuone	20	18	3		1 F)	1/m <sup>2</sup> F)	35

A) Asuntojen ilmanvaihto mitoittetaan yleensä taulukon poistoilmavirtojen perusteella. Pienten asuntojen poistoilmavirrat voidaan mitoittaa ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston ilmanvaihtokerroin on vähintään 1,0. Suurissa asunnoissa on poistoilmavirrat usein mitoittettava ohjearvoja suuremmiksi, jotta asuinhuoneiden ulkoilmavirta olisi ohjearvon mukainen.

Asuntojen ilmanvaihtoa voidaan pienentää silloin, kun keittiössä ja hygieniatiloissa ei ole tarvetta mitoituspöytäilmavirtoihin. Tällöin on varmistettava, että asuinhuoneiden ulkoilmavirta on ohjearvojen mukainen ja ilmanvaihtokerroin on vähintään 0,4 koko huoneiston osalta.

B) Ohjearvo, kun keittiössä on liesikupu tai vastaava kohdepoisto; ellei, on poistoilmavirta vähintään 50 dm<sup>3</sup>/s.

C) Kuitenkin vähintään 6 dm<sup>3</sup>/s.

D) Asunnon sisäiseen varastoon voidaan ottaa siirtoilmaa asuinhuoneesta tai eteisestä.

E) Voidaan mitoittaa pienemmäksi kun käytetään ilmankuivainta.

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

## 2. Toimistorakennukset A)

Tila/Käyttö	Ilman lämpötila °C	Operaatiivinen lämpötila °C	Vetokäyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poistoilmavirta $\frac{dm^3}{s, yks}$	Äänitaso dB (A)
				$\frac{dm^3}{s, hlö}$	$\frac{dm^3}{s, m^2}$		
2.1 Toimistohuone	21	20	2	10	1		35
2.2 Avokonttori	21	20	2	10	1,5		35
2.3 Neuvotteluhuone	21	20	3	10	4		35
2.4 Piirtämö	21	20	2	10	1,5		35
2.5 Yleisöpalvelutila	21 B)	19 B)	4 B)	6	2		40
2.6 Näyttelytila	20 B)	18 B)	4 B)	5	1,5		40
2.7 ATK-tila							
— konesali	21	19	5	4	0,4		55
— printterihuone	21	19	4	4	0,4		55
2.8 Arkisto, varasto (ei työtila)	20	18			(s)	0,35/m <sup>2</sup>	45
2.9 Kahvio, taukotila	20	19	3	10	5		40
2.10 Kopiointihuone	20	18			1	4/m <sup>2</sup> C)	45
2.11 Toimistokäytävä, aula	20 B)	18 B)	5 B)		D)		40
2.12 Tupakkahuone	20	19	3	10	5	10/m <sup>2</sup>	40
2.13 Koulutustila	21	20	3	10	4		35

A) Likaisten tilojen poistoilmavirrat, ks. kohta "Hygieniatilat".

B) Kiinteät työpisteet: vetokäyrä 2, lämpötila/operatiivinen lämpötila 21°C/20°C.

C) Jos kopiointimenetelmä aiheuttaa voimakasta hajua, mitoitetaan poistoilmavirta suuremmaksi ohjeen 2.3.1.2 tai 2.3.1.4 mukaan ja käytetään erillispoistoa.

D) Käytävän kautta voidaan johtaa toimistohuoneiden tms. tarvitsema ulkoilmavirta siirtoilmana kokonaan tai osittain.

## 3. Opetustilat

Tila/Käyttö	Ilman lämpötila °C	Operaatiivinen lämpötila °C	Vetokäyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poistoilmavirta $\frac{dm^3}{s, yks}$	Äänitaso dB (A)
				$\frac{dm^3}{s, hlö}$	$\frac{dm^3}{s, m^2}$		
3.1 Luokkahuone	21	20	2	6	3		35
3.2 Opetuslaboratorio	21	19	3	6	3 A)	140/ vetok.m, B)	35
3.3 Kotitalousluokka	21	19	3	6	3 A)	A)	35
3.4 Tekn. aineiden luokka	21	19	4	6	3 A)	A)	40
3.5 Voimistelusalii, C)							
— juhlasali							
— voim. salikäyttö	21	20	5	12	2 D)		35
— juhlasalikäyttö	21	20	3	8	6		35
3.6 Luentosali	21	20	2	8	6		35
3.7 Ruokasali	21	18	4	6	5		35
3.8 Aula/eteiskäytävä/ näyttelytila	E)	E)	5 E)	4	1 F)		40
3.9 Opetusvälinevarasto						0,35/m <sup>2</sup>	40

A) Poistotarve määrää yleisesti mitoituksen. Yleensä tiloihin on järjestettävä paikallispoisto, joka mitoitetaan tapauskohtaisesti.

B) Pienempi ilmavirta voidaan hyväksyä poistojärjestelyn toteutuksesta annetun tutkimustuloksen tms. perusteella.

C) Sisäilmasto ja ilmanvaihto mitoitetaan vaativimman käytön mukaisesti, oltava mahdollisuus säätää eri käyttötilanteisiin.

D) Aktiiviteetti aiheuttaa tavanomaista suuremman ilmanvaihdon tarpeen.

E) Kiinteät työpisteet: vetokäyrä 2, lämpötila/operatiivinen lämpötila 21°C/20°C.

F) Mikäli välituntikäytössä, on ilmavirran mitoitusarvo 4 dm<sup>3</sup>/s, m<sup>2</sup>

## 4. Ravintolat ja hotellit A)

Tila/Käyttö	Ilman lämpötila °C	Operaatiivinen lämpötila °C	Vetokäyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poistoilmavirta $\frac{dm^3}{s, yks}$	Äänitaso dB (A)
				$\frac{dm^3}{s, hlö}$	$\frac{dm^3}{s, m^2}$		
4.1 Ravintolasali	21	20	3 B)	10	10		40
4.2 Kahvila	21	20	4 B)	10	10		40
4.3 Baari	21	20	4 B)	10	10		40
4.4 Erillinen kabinetti, kokoustila, pinta-ala < 25 m <sup>2</sup>	21	20	3	10	4		35
4.5 Hotellihuone	21	20	2	10	1		30
4.6 Käytävät	20	18 B)	5 B)	10	0,5		40
4.7 Aulat	20	18 B)	3 B)	10	2		40
4.8 Ravintoloiden WC:t	21	20			(s)	30/paikka	40

A) Likaisten tilojen poistoilmavirrat, ks. kohta "Hygieniatilat".

B) Kiinteät työpisteet: vetokäyrä 2, lämpötila/operatiivinen lämpötila 21°C/20°C.

## 5. ja 6. Myymälät ja teatterit ym.

Tila/Käyttö	Ilman lämpötila °C	Operaatiivinen lämpötila °C	Vetokäyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poistoilmavirta dm <sup>3</sup> s, yks	Äänitaso dB (A)
				dm <sup>3</sup> s, hlö	dm <sup>3</sup> s, m <sup>2</sup>		
5.1 Elintarvikemyymälä	18 A)	15 A)	4 A)	4	2		45
5.2 Muu myymälä	18 A)	15 A)	4 A)	4	2		45
5.3 Myymälä, jossa voimakas hajukuormitus	18 A)	15 A)	4 A)		4 B)		45
6.1 Katsomo	21	20	2	8			30
6.2 Aula, lämpiö	21	18 C)	2	10	5		40
6.3 Näyttämö	21	20	3	8	3		30
6.4 Elokuvateatteri	21	20	2	8			35
6.5 Konserttisali	21	20	2	8			27
6.6 WC	21	20			(s)	30/paikka	40

A) Kiinteät työpisteet: vetokäyrä 2, lämpötila/operatiivinen lämpötila 21°C/20°C.

B) Hajuintensiteetin perusteella.

C) Lipunmyynti: operatiivinen lämpötila 20°C.

## 7. ja 8. Urheilutilat, uimahallit ja kasarit

Tila/Käyttö	Ilman lämpötila °C	Operaatiivinen lämpötila °C	Vetokäyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poistoilmavirta dm <sup>3</sup> s, yks	Äänitaso dB (A)
				dm <sup>3</sup> s, hlö	dm <sup>3</sup> s, m <sup>2</sup>		
7.1 Liikuntatila	21	17	4	12	3 A)		40
7.2 Katsomo	21	19	3	8			40
7.3 Käytävät/aulat, joissa oleskellaan	19 B)	17 B)	5 B)	10	7		40
7.4 Käytävät, joissa ei oleskella				10	1		50
7.5 Uima-allastila	27	24	3	14		2 C)	40
8.1 Miehistötilat	20	18	3	5	1		35
8.2 Ruokala	20	18	4	6	5		45
8.3 Pesutilat	22	22	3		(s)	5/paikka	40
8.4 Käytävät	18	16	5	4	0,8		40
8.5 Oleskelutila	21	20	4	10	5, s D)		35

A) Aktiviteetti aiheuttaa tavanomaista suuremman ilmanvaihdon tarpeen.

B) Työpisteet, esim. lipunmyynti: lämpötila/operatiivinen lämpötila 21°C/20°C, vetokäyrä 2.

C) Kosteuden poisto on mitoittava tekijä. Lasketaan tapauskohtaisesti.

D) Voidaan ottaa siirtoilmana käytävästä.

## 9. Hoitolaitokset A)

Tila/Käyttö	Ilman lämpötila °C	Operaatiivinen lämpötila °C	Vetokäyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poistoilmavirta dm <sup>3</sup> s, yks	Äänitaso dB (A)
				dm <sup>3</sup> s, hlö	dm <sup>3</sup> s, m <sup>2</sup>		
9.1 Sair. potilashuone	22	21	2	8 B)	1,2		30
9.2 Sair. toimenpidehuone	21	20	2		A)	8	30
9.3 Sair. kuntoutustilat	21	20	2			8	35
9.4 Sair. oleskelutila	21	20	3	10	3 C)		30
9.5 Lastenhoitotilat	22	21	2	4	2		30
9.6 Kroonikkojen hoitotilat	22	21	2	8	2 B)		30
9.7 Käytävä	21	20	3	10	C)		35
9.8 Odotustilat	21	20	3	10	3		35
9.9 Potilas- ja odotustilojen WC:t, huuhteluhuone	21	19			(s)	30	40
9.10 Pidätyshuone	21	19	3	10	2 B)		35
9.11 Vankisellit	21	19	3	5	1		35
9.12 Kuulusteluhuone	21	19	3	5	1		35
Päiväkodit:							
9.13 Leikki-, lepo- ja ryhmähuoneet	21	20	2	5	2		30
9.14 Vesileikkihuone, kotikeittiö	21	20	2	5	2	2/m <sup>2</sup>	35
9.15 Eteinen	21	20	3	5	2	2/m <sup>2</sup>	35
9.16 Märkäeteinen	21	20	5		(s)	D)	35

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

B) Normaalista suurempi hajuintensiteetti todennäköinen.

C) Oleskelutilojen tuloilma voidaan ottaa myös siirtoilmana käytävän tms. kautta.

D) Kuivauskaappi määrää poistotarpeen. Yleispoisto 2 dm<sup>3</sup>/sm<sup>2</sup>.

## 10. Muut julkiset tilat

Tila/Käyttö	Ilman lämpötila °C	Operaatiivinen lämpötila °C	Vetokäyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poistoilmavirta dm <sup>3</sup> s, yks	Äänitaso dB (A)
				dm <sup>3</sup> s, hlö	dm <sup>3</sup> s, m <sup>2</sup>		
Asematilat:							
10.1 Odotustila	18		3	10	5 A)	5/m <sup>2</sup>	45
10.2 Käytävä				10	3	3/m <sup>2</sup>	50
10.3 WC	21				(s)	30/paikka	40
Näyttelytilat:							
10.4 Näyttelytilat (kaupalliset näyttelyhuoneet)	20 B)	18 B)	3 B)	6	3 C)	3	40
10.5 Museot, taidenäyttelyt	20 B)	18 B)	3 B)		C)	3	35
Kirjastot:							
10.6 Yleisöluokusali, palv.tila	21	20	2	4	2		35
10.7 Opintoluokusali	21	20	2	4	1		35
10.8 Aula	19	17	4	4	1		40
10.9 Varasto	19	17			(s)	0,35/m <sup>2</sup>	45
Kirkot:							
10.10 Kirkkosali	19	17	3	6	6		35
10.11 Muut yleisötilat	20	18	3	6	6		35

- A) Voidaan osittain korvata tilaan yhteydessä olevista myyntipisteistä johdettavalla siirtoilmalla. Odotustiloissa sijaitsevien myyntipisteiden iv-mitoituksen sovelletaan harkinnan mukaan toimisto- tai myymälätilojen mitoituserusteita.
- B) Kiinteät työpisteet: lämpötila/operatiivinen lämpötila 21°C/20°C, vetokäyrä 2.
- C) Mitoitetaan tapauskohtaisesti tilan suurimman sallitun henkilömäärän perusteella. Oltava mahdollisuus ilmavirran tarpeenmukaiseen käyttöön.

## 11. Työtilat yms. A)

Tila/Käyttö	Ilman lämpötila °C	Operaatiivinen lämpötila °C	Vetokäyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poistoilmavirta dm <sup>3</sup> s, yks	Äänitaso dB (A)
				dm <sup>3</sup> s, hlö	dm <sup>3</sup> s, m <sup>2</sup>		
Tehdastyö:							
11.1 Kevyt	20 B)	18 B)	2 B)	10	1,5 B)		
11.2 Keskiraskas	17 B)	16 B)	6 B)	10	1,5 B)		
11.3 Laboratoriot (kemiall.)	20 B)	19 B)	3 B)	5	1 B)	140/ vetok.m C)	40
11.4 Autokorjaamo, katsastustilat	17	16	6	4	7 D)	3	
11.6 Ajoneuvojen säilytystilat E)							

- A) Rakennukseen kuuluvissa toimistotiloissa sovelletaan toimistorakennusten ohjeita.
- B) Ilmanvaihtolaitos mitoitetaan vähintään ko. ilmavirralla. Laitosta voidaan käyttää pienemmällä ilmavirralla työtavoista yms. tehtävän selvityksen perusteella. Usein prosessi vaatii huomattavasti suuremmat ilmavirrat ja paikallispoistojärjestelyn, jolloin mitoitetaan tapauskohtaisesti arvioitujen epäpuhtauspäästöjen tai lämpökuormien perusteella. Vetokäyrät ja lämpötilat ovat esimerkkejä. Työn luonne ratkaisee lämpötilatason ja vetokäyrän tapauskohtaisesti.
- C) Pienempi ilmavirta voidaan hyväksyä poistojärjestelyn toteutuksesta annetun tutkimustuloksen perusteella.
- D) Edellyttää paikallista pakokaasunpoistoa, jonka suuruus on vähintään 100 dm<sup>3</sup>/s henkilöautoille ja 300 dm<sup>3</sup>/s kuorma-autoille. Mikäli käytetään pakokaasunpoistokiskoja, joihin ajoneuvot ovat liitettyinä koko ajan, voi ilmavirta olla 2 dm<sup>3</sup>/s. Poistoilmavirta mitoitetaan pakokaasunpoisto huomioiden siten, ettei tila ole alipaineinen, ks. myös standardi SFS 3352.
- E) Mitoitetaan liitteen 2 mukaan.

## 12. Ruoanlaittotilat, työpaikkaruokalat

Tila/Käyttö	Ilman lämpö- tila  °C	Opera- tiivinen lämpö- tila  °C	Veto- käyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poisto- ilma- virta  dm <sup>3</sup> s, yks	Ääni- taso  dB (A)
				dm <sup>3</sup> s, hlö	dm <sup>3</sup> s, m <sup>2</sup>		
12.1 Ruoanvalmistus	20	18	4		15 A)	15/m <sup>2</sup>	40
12.2 Jakelukeittiö	20	18	4		6 A)	6/m <sup>2</sup>	40
12.3 Lämmitys	20	18	4		10 A)	10/m <sup>2</sup>	40
12.4 Apukeittiö	20	18	4		10 A)	10/m <sup>2</sup>	40
12.5 Keittokomero					3 B)		
Varastotilat							
12.5 — kuivavarasto tms.	5				0,5		
12.6 — kylmiö						0,35/m <sup>2</sup>	
12.7 Ruokalat, joissa ei tupakoida	21	20	4	5	3		40
12.8 Ruokalat, joissa tupakoidaan	21	20	4	10	6		40

A) Minimi-ilmavirtoja. Ilmavirrat mitoitetaan tapauskohtaisesti lämpökuormien perusteella.

B) Kuitenkin vähintään 22 l/s.

## 13. ja 14. Toimisto-, liike- ja julkisten rakennusten hygieniatilat sekä muut tilat

Tila/Käyttö	ilman lämpö- tila  °C	Opera- tiivinen lämpö- tila  °C	Veto- käyrä	Ulkoilmavirta (siirtoilmavirta = s)		Poisto- ilma- virta  dm <sup>3</sup> s, yks	Ääni- taso  dB (A)
				dm <sup>3</sup> s, hlö	dm <sup>3</sup> s, m <sup>2</sup>		
13.1 WC	20				(s)	20/paikka	40
13.2 Pesuhuone	22	22	2		(s)	16/paikka	40
13.3 Pukuhuone	21	20	2		(s)	4/pukuk.	40
13.4 Saunan löylyhuone				4		4/hlö	
13.5 Siivoustilat	18				(s)	4/m <sup>2</sup>	40
14.1 Jätehuone					5	5/m <sup>2</sup>	
14.2 Hissit A)							
— hissikuilu				4	8 B)		50
— hissikonehuone						16 C)	60

A) Hissien ilmanvaihto järjestetään sähkötarkastuskeskuksen erillisohjeiden mukaisesti.

B) Jos kuilun kautta johdetaan siirtoilmaa konehuoneeseen on ilmavirta vastaavasti suurempi.

C) Tarkistetaan lämpökuorman perusteella; konehuoneen maximilämpötila on 35°C.

## Liite 2

**Ohjeet moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihdon järjestämisestä**

Näitä ohjeita sovelletaan pääasiassa paikoitukseen tarkoitettuihin moottoriajoneuvosuojiiin. Jos suojien yhteydessä on huolto- ja korjaustiloja, lastaus- ja linja-autoterminaleja 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 autojonojen syntyminen on mahdollista esim. pysäköintimaksu- tai liikennejärjestelyjen takia, tehostetaan näiden alueiden ilmanvaihtoa sijoittamalla lisäpoistoja ruuhka-kohtiin. Tehostettu poisto voi tällöin olla esim. CO-pitoisuuden 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 siirtoilmapuhaltimia.

Koneellisen ilmanvaihdon poistoilmavirta on

- tiloissa, joissa tapahtuu keskimäärin yksi ajo autopaikkaa kohden vuorokauden vilkkaimman 8 tunnin jakson aikana, vähintään  $0,9 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ . Tällaisia ovat esimerkiksi asuintalojen paikoitus-tilat
- tiloissa, joissa ajoja on vastaavasti 2 . . . 4, vähintään  $2,7 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ . Näitä ovat esimerkiksi toimisto- ja virastotilojen henkilökunnan paikoitustilat
- tiloissa, joissa ajoja on vastaavasti useampia, on poistoilmavirran oltava vähintään  $n \times 0,9 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ . Kaavassa n tarkoittaa ajojen lukumäärää ja sen lukuarvo on vähintään 4. Näistä tiloista esimerk-

kinä ovat varsinaiset paikoitustalot sekä toimisto-, virasto- ja liiketalojen asiakaspaikoitustilat

Alle  $60 \text{ m}^2$ :n moottoriajoneuvosuojaat sekä riviautosuojaat

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 rinneessä.

Tulo- ja poistoilmaaukot 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  $150 \text{ cm}^2$ .

Mikäli 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 väliaineita, palkkeja tms.

Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihtoa voidaan vähentää normaalin käyttöajan ulkopuolelle, kun ilmanvaihtoa ohjataan CO-pitoisuuden mukaan ja suojaan asennetaan erillinen hälytysjärjestelmä. Ilmanvaihto käynnistyy täydelle teholle, kun yhden anturin kohdalla CO-pitoisuus ylittää  $50 \text{ ppm}$ , hälytys tapahtuu, kun CO-pitoisuus ylittää  $70 \text{ ppm}$ . Ohjaus- ja hälytysantureita asennetaan suojaan vähintään 3 kpl kullekin tasolle, yleensä ajoluiskien ja ajo-reittien läheisyyteen. Anturien toiminta on säännöllisesti tarkastettava ja ne on kalibroitava vähintään kerran vuodessa.

**PAINATUSKESKUS**

KUSTANNUSTOIMINTA, PL 516  
00101 Helsinki, vaihde (90) 566 01  
POSTIMYYNTI, puh. (90) 566 0266  
telekopio (90) 566 0380, teleksi 123458  
VALTIKKA-KIRJAKAUPAT HELSINGISSÄ  
Annankatu 44, vaihde (90) 1734 2012  
Eteläesplanadi 4, puh. (90) 662 801



9 789513 708016

---

ISBN 951-37-0801-2