

Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas

Opastava teksti

Tämä opas koostuu opastavista teksteistä, jotka on tehty yhteistyössä alan toimijoiden kanssa ympäristöministeriön sisäilmasto ja ilmanvaihto -asetuksen soveltamisen tueksi. Yksittäiset ohjeet on järjestetty asetuksen pykälien mukaisesti alakohtiin. Varsinaiset asetustekstit on kopioitu asetusluonnoksesta ja ne tullaan päivittämään siinä vaiheessa, kun asetus annetaan. Opasta täydentää kokoelma esimerkkejä, joka täydentyy ajan kuluessa.

Kunkin kappaleen alussa on asetuksesta kopioitu asetusteksti, joka on velvoittavaa. Velvoittavat tekstit ovat harmaalla pohjalla. Asetustekstin alla olevat opastavat tekstit eivät ole velvoittavia, ja ne on kirjoitettu yleisellä tasolla niin, että niitä noudattamalla voidaan toteuttaa asetuksessa esitetyt määräykset ja vaatimukset. Opastavan tekstin kullakin ohjeella voi olla useita yksityiskohtaisia toteutustapoja esimerkiksi sen mukaan, mikä on ollut suunnittelijan valitsema suunnitteluperiaate tai kohteen tilaajan vaatimustaso. Opasta käytettäessä on muistettava, että oppaassa olevien ohjeiden lisäksi on muita toteutustapoja, joilla päästään määräysten mukaiseen vaatimustasoon.

Erityissuunnittelijan on huolehdittava, että erityissuunnitelma täyttää rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä hyvän rakennustavan vaatimukset.

Rakennusvalvontaviranomainen voi vaatia lausunnon, jos rakentamisessa käytetään sellaisia rakennuksen turvallisuuteen, terveellisuuteen tai pitkäaikaiskestävyyteen merkittävästi vaikuttavia suunnittelu- ja toteutusmenetelmiä tai tuotteita, joiden toimivuudesta ei ole yleisesti varmuutta tai aikaisempaa kokemusta.

Rakennusta suunniteltaessa on myös hyvä muistaa, että vaatimustaso on usein järkevää asettaa vaativammaksi kuin määräyksissä esitetty minimitaso. Asetuksessa esitetyt vaatimukset koskevat kaikkia rakennuksia ja lisäksi kukin kohteen vaatimukset asetetaan erikseen niin, että lopputulos palvelee käyttäjänsä mahdollisimman hyvin. Käytännön suunnittelussa suunnittelutavoitteet asetetaan vielä kaikkia koskevia vaatimuksia ja kohteen vaatimuksia tiukemmiksi, jotta voidaan varautua rakentamisen ja käytön aikana ilmeneviin muutoksiin ja siihen, että suunnitelma ei kaikilta osin toteudukaan.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Yleinen](#) [2]

Esipuhe

Opastava teksti

Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMk) kaikki osat uudistetaan maankäyttö- ja rakennuslain muutoksen myötä. Uudistamishankkeen tavoitteena on, että uudistettua kokoelmaa voitaisiin käyttää niissä hankkeissa, joiden rakennuslupaa haetaan vuoden 2018 alun jälkeen. Rakentamismääräyskokoelman talotekniikkaan liittyvät osat saatettiin asetuksiksi vuoden 2017 samassa aikataulussa kuin kokoelman muutkin asetukset.

Yhtenä uudistamishankkeen tavoitteista oli eriyttää entistä selvemmin määräykset ohjeista. Vuoden 2017 loppuun asti voimassa olleiden rakentamismääräyskokoelmien määräysten lukumäärä on suhteellisen

vähäinen, ja käytännön rakentamisessa tukeuduttiin tästä syystä määräysten yhteydessä olleisiin ohjeisiin ja selityksiin.

Tämän oppaan päätavoitteena on varmistaa muuttuvassa säädöstilanteessa rakentamisen laadunhallinnan edellytyksiä ja edelleen kehittää laadukasta talotekniikan laitevalmistusta ja toteutusta normisäännöstelyn supistuessa. Opasta voidaan käyttää sellaisenaan, sen sisältöä voidaan hyödyntää tutkimus- ja kehitystoiminnassa ja ottaa koulutusmateriaalien osaksi. Oppaan tavoitteena on selkeyttää asetuksissa esitettyjen olennaisten vaatimusten tulkintaa ja tätä kautta helpottaa tuotekehityksen ja suunnittelun vaatimusmäärittelyä uuteen tilanteeseen soveltuvien kilpailukykyisten suunnitteluratkaisujen ja tuotteiden kehittämiseksi, valitsemiseksi ja vaatimustenmukaisuuden varmentamiseksi. Ohjeet antavat tukea myös asennukseen, käyttöönottoon ja ylläpitoon.

Oppaaseen on koottu rakentamismääräyskokoelman lakanneista osista ne opastavat ja selittävät ohjeet, joita katsotaan edelleen tarvittavan käytännön suunnittelussa ja rakentamisessa. Lisäksi on otettu huomioon ne viime vuosina valmistuneet esiselvitykset, joita uudistamishankkeen valmistelemiseksi on eri tahoilla tehty.

Opas on vapaasti eri tahojen käytettävissä ilman erillistä käyttö lupaa. Oppaiden tekstejä voi vapaasti käyttää esimerkiksi erilaisten tietoaaineistojen ja -kortistojen valmistamisessa. Oppaiden sisältö kuvaa hyvän suunnittelutavan tai hyviä suunnittelutapoja oppaiden kirjoittamishetkellä, mutta ajan myötä niiden rinnalle voi syntyä myös muita yhtä hyviä tai parempia ratkaisuja.

Oppaan kirjoittamisen päärahoittajana on ollut Rakennustuotteiden Laatu Säätiö ja oppaan valmistelua ohjaavaan ryhmään kuuluu edustajia hanketta rahoittaneista yrityksistä ja yhdistyksistä:

- Talotekniikkateollisuus ry (hankkeen koordinointi ja kirjoitustyön ohjaus)
- Ympäristöministeriö
- Rakennustarkastajayhdistys ry
- Allaway Oy
- BetterPipe Finland Oy
- Camfil Oy
- Climecon Oy
- Enervent Oy
- ETS Nord Oy
- Fläkt Woods Oy
- Halton Oy
- KP-Tekno Oy
- LVI-TU ry
- SKOL ry
- SK-Tuote Oy
- Swegon Oy
- Uponor Suomi Oy
- Vallox Oy

Sisäilmasto ja ilmanvaihto -oppaan kirjoittajina olivat seuraavat henkilöt:

- Harri Aavaharju, Rakennustarkastusyhdistys ry
- Jari Hotokainen, Granlund Oy
- Sasu Karkiainen, Ax-suunnittelu Oy
- Urpo Koivula, Ax-suunnittelu Oy
- Erkki Koskinen, Camfil Oy
- Mikko Saari, VTT Expert Services Oy
- Jorma Railio
- Jonne Järvinen, Insinööritoimisto Stacon Oy
- Mika Reinikainen, Granlund Oy

- Juhani Hyvärinen, päätoimittaja, Talotekniikkateollisuus ry

[Sisäilmasto](#) [1]

[Yleinen](#) [2]

Sisällysluettelo

Opastava teksti

Sisällysluettelon numerointi noudattaa asetuksen jäsentelyä. Kappaleiden numerointi on juokseva ja numerointi vastaa asetuksen pykälänumeroita.

1. luku, Yleistä

1 Soveltamisala

2 Määritelmät

2. luku, Rakennuksen sisäilmasto

3 Sisäilmaston suunnittelu

4 Huonelämpötilojen suunnitteluarvot

5 Sisäilman laatu

6 Sisäilman kosteus

7 Valaistusolosuhteet

3. luku, Ilmanvaihto ja ilmanvaihtojärjestelmät

8 Ilmanvaihto

9 Ulkoilmavirrat

10 Ilmavirtojen ohjaus

11 Moottoriajoneuvosuojan ilmavirrat

12 Ilmansuodatuksen tarve

13 Poistoilmaluokat

14 Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen

15 Palautus-, siirto- ja kierrätysilma

- 16 Ilman jako ja poisto
- 17 Ilmanvaihdon yhdistäminen
- 18 Ilmanvaihdon tiiviysluokat
- 19 Ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys- ja lujuusvaatimus
- 20 Ilmavirtojen tasapaino ja rakenteiden ilmanpitävyys
- 21 Epäpuhtauksien leviäminen lämmöntalteenottolaitteessa
- 22 Tulisija ja erillispoistot
- 23 Ilman kostutus
- 24 Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistettavuus ja huollettavuus
- 25 Ilmanvaihtojärjestelmän eristäminen

4. luku, Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönoton mittaukset

- 26 Tiiviys
- 27 Ilmavirrat ja ominaissähköteho

[Yleinen](#) [2]

Luku 1, Yleistä

1 Soveltamisala

Asetusteksti

Tämä asetus koskee uuden rakennuksen sisäilmaston ja ilmanvaihdon suunnittelua ja rakentamista. Asetus koskee myös rakennuksen laajennusta ja kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä.

Asetusta ei kuitenkaan sovelleta maatalouden tuotantorakennuksen eikä sellaisen uuden asuinrakennuksen, joka on tarkoitettu käytettäväksi vähemmän kuin neljän kuukauden ajan vuodessa, suunnitteluun ja rakentamiseen.

Opastava teksti

Asetusta sovelletaan uuden rakennuksen suunnitteluun ja rakentamiseen. Korjausrakentamisesta annetaan tarvittaessa oma asetus.

Asetuksen alussa viitataan maankäyttö- ja rakennuslain niihin kohtiin, joiden nojalla asetuksen määräykset on annettu. Kohdat ovat:

117 c §:n 3 momentti laissa 958/2012: Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä rakennukselta edellytettävistä terveellisyyteen liittyvistä fysikaalisista, kemiallisista ja mikrobiologisista olosuhteista, taloteknisistä järjestelmistä ja laitteistoista sekä rakennustuotteista.

117 d §:n 2 momentti laissa 958/2012: Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä rakennukselta edellytettävästä käyttöturvallisuudesta.

117 f §:n 3 momentti laissa 958/2012: Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä:

- 1) rakenteilta ja rakennusosilta edellytettävästä ääneneristävydestä;
- 2) taloteknisten laitteiden sallitusta äänitasosta;
- 3) rakennuksen ääniolosuhteille asetettavista vaatimuksista;
- 4) piha- ja oleskelualueiden meluntorjunnasta ja ääniolosuhteille asetettavista vaatimuksista.

117 g §:n 4 momentti laissa 151/2016: Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä:

- 1) rakennuksen, rakennusosien ja teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vähimmäisvaatimuksista sekä näiden laskentatavasta rakennuksessa;
- 2) energialaskennan lähtötiedoista ja selvityksistä;
- 3) energian kulutuksen ja siihen vaikuttavien tekijöiden mittaamisesta;
- 4) rakennuksen käyttötarkoituksen perusteella tapahtuvasta energiatehokkuuden vaatimustasojen asettamisesta ja luonnonvarojen säästeliään kulumisen ottamisesta huomioon niissä;
- 5) rakennustuotteista;
- 6) teknisesti, taloudellisesti ja toiminnallisesti toteutettavissa olevasta energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- tai muutostyön taikka käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä.

117 i §:n 4 momentti laissa 958/2012: Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä käyttö- ja huolto-ohjeen sisällöstä.

150 f §:n 4 momentti laissa 41/2014: Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa tarkempia säännöksiä tarkastusasiakirjan sisällöstä ja siihen tehtävistä merkinnöistä.

Keskeisiä asiakokonaisuuksia, joita käsitellään muissa asetuksissa:

- ääneneristys ja meluntorjunta. Ilmanvaihto ei saa aiheuttaa häiritsevää melua.
- rakennuksen kosteustekninen toimivuus. Ilmanvaihdolla voidaan vaikuttaa kosteuden hallintaan ja ilmanvaihto ei saa aiheuttaa kosteusriskejä rakenteille
- rakennuksen energiatehokkuus. Ilmanvaihdon energiatehokkuus.
- rakennuksen paloturvallisuus ja sen osana ilmanvaihtolaitteiston paloturvallisuus

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

2 Määritelmät

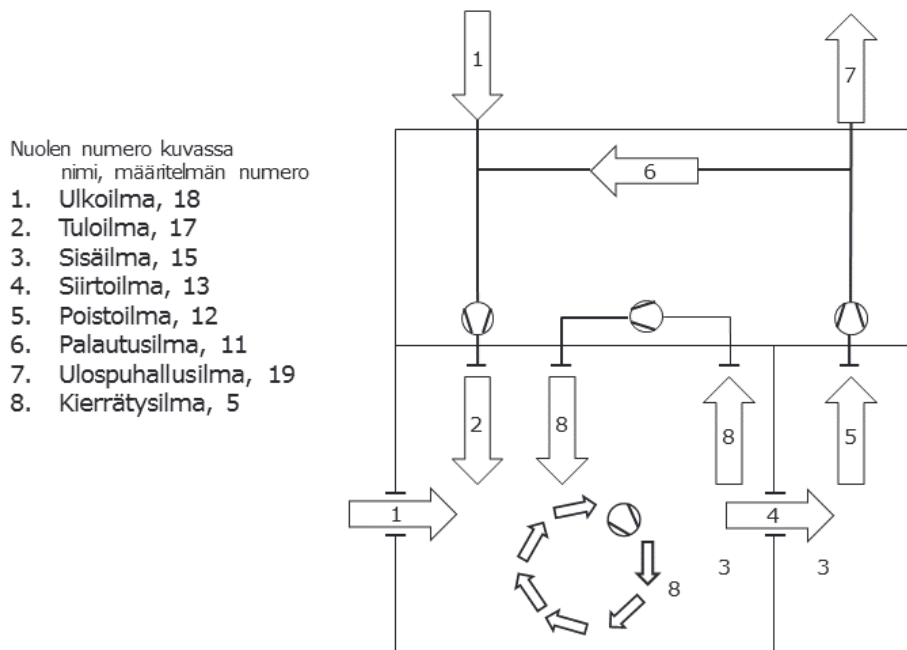
Asetusteksti

Tässä asetuksessa tarkoitetaan:

1. *huonelämpötilalla* ilman lämpötilaa oleskeluvyöhykkeellä;
2. *ilmanvaihdolla* sisäilman laadun ylläpitämistä ja parantamista huoneen ilmaa vaihtamalla;
3. *ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteholla* (kW/(m³/s)) rakennuksen koko ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien ja niihin liittyvien taajuusmuuttajien ja muiden tehonsäätölaitteiden yhteenlaskettua sähköverkosta ottamaa sähkötehoa jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän suunnitellun käyttöajan ulospuhallusilmavirralla tai ulkoilmavirralla sen mukaisesti kumpi näistä on suurempi;
4. *ilmastoinnilla* sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden ja ilman liikkeen hallintaa tulo- tai kierrätysilmaa käsittelemällä;
5. *kierrätysilmalla* ilmaa, joka palautuu ainoastaan samaan huonetilaan tai asuntoon;
6. *koneellisella poistoilmanvaihtojärjestelmällä* järjestelmää, jolla ilma poistetaan rakennuksesta koneellisesti puhaltimen avulla ja tilalle tulee ulkoilmaa ulkoilmalaitteiden kautta;
7. *koneellisella tulo- ja poistoilmajärjestelmällä* järjestelmää, jolla ilma poistetaan rakennuksesta koneellisesti puhaltimen avulla ja tilalle tuodaan ulkoilmaa puhaltimen avulla;
8. *oleskelutilalla* asumiseen tai työskentelyyn tarkoitettua huonetilaa, joka on tarkoitettu yli 30 minuutin yhtäjaksoiseen oleskeluun;
9. *oleskeluvyöhykkeellä* sitä osaa huonetilasta, jossa sisäilmastovaatimukset on suunniteltu toteutuviksi ja jonka alapinta rajoittuu lattiaan, yläpinta on 1,8 metrin korkeudella lattiasta ja sivupinnat ovat 0,6 metrin etäisyydellä ulko- tai sisäseinästä tai vastaavasta kiinteästä rakennuksen osasta;
10. *painovoimaisella ilmanvaihtojärjestelmällä* järjestelmää, jonka toiminta perustuu pääasiassa korkeus- ja lämpötilaerojen sekä tuulen aiheuttamiin paine-eroihin siten, että sisäilma virtaa ulos rakennuksesta ja tilalle tulee ulkoilmaa ulkoilmalaitteiden kautta;
11. *palautusilmalla* ilmaa, joka palautetaan tuloilmana tai osana sitä siten, että palautettavassa ilmassa on kahden tai useamman eri huonetilan poistoilmaa;
12. *poistoilmalla* ilmaa, joka johdetaan huonetilasta pois;
13. *siirtoilmalla* ilmaa, joka johdetaan tilasta toiseen tilaan;
14. *suunnitellulla käyttöiällä* ilmanvaihtojärjestelmälle, sen osalle tai komponentille asetettua käyttöaikavaatimusta, jonka määrittelee rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja tai suunnittelija;
15. *sisäilmastolla* rakennuksessa vaikuttavien kemiallisten, fysikaalisten ja mikrobiologisten olosuhteiden muodostamaa kokonaisuutta;
16. *suunnitellulla käyttöajalla* aikaa, jolloin rakennuksessa tai tilassa oleskellaan ja rakennusta tai tilaa käytetään sen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisesti;
17. *tuloilmalla* ilmaa, joka johdetaan huonetilaan;
18. *ulkoilmalla* ilmanvaihdon kautta ulkoa sisätiloihin hallitusti johdettua ilmaa;
19. *ulospuhallusilmalla* poistoilmaa, joka johdetaan rakennuksesta ulos.

Opastava teksti

Kuvassa 1.1 on esitetty ilmavirtojen nimet yhdessä määritelmän numeron kanssa.



Kuva 1.1 Ilmavirtojen nimet ja määritelmät. Kuva on osittainen kopio standardin SFS-EN 16798-3:2017 standardista. Kuvaan on merkitty vain asetustekstin määritelmässä mainitut ilmavirrat.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

Luku 2, Rakennuksen sisäilmasto

3 Sisäilmaston suunnittelu

Asetusteksti

Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti rakennusta suunnitellessaan otettava huomioon seuraavat rakennuksen sisäilmastoon vaikuttavat tekijät:

1. sisäiset kuormitustekijät kuten: lämpö- ja kosteuskuormitus, laitteet, valaistus, henkilökuormat, melulähteet, prosessit, rakennustuotteiden päästöt sekä muut rakennuksen käyttöön liittyvät epäpuhtaudet;
2. ulkoiset kuormitustekijät kuten sää- ja ääniolot, ulkoilman laatu ja muut ympäristötekijät;
3. sijainti ja rakennuspaikka.

Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti otettava huomioon rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen sisäilmasto, kun:

1. suunnitellaan rakennuksen lämmön- ja kosteudeneristystä sekä ikkunoiden ominaisuuksia ja aurinkosuojausta;
2. suunnitellaan rakennuksen energiatehokkuutta;
3. määrittää rakennuksen ulkovaipan, alapohjan ja kuilujen ilmanpitävyyttä sekä tilojen välisten rakenteiden ilmanpitävyyttä;
4. suunnitellaan rakennuksen ääneneristystä ja meluntorjuntaa;
- 5.

- suunnitellaan tilojen valaistusta ja päivänvalon hyödyntämistä;
6. valitaan rakennusmateriaaleja;
 7. suunnitellaan rakennuksen lämmitystä ja jäähdytystä sekä muita talotekniikkajärjestelmiä, niiden käyttövarmuutta ja tilantarvetta;
 8. suunnitellaan rakennustyömaan kosteudenhallintaa;
 9. suunnitellaan rakennustöiden ja ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden hallintaa;
 10. laaditaan rakennustyömaan, vastaanoton ja käyttöönoton aikataulua;
 11. suunnitellaan rakennuksen ja teknisten järjestelmien käytettävyyttä, asianmukaista käyttöä ja kunnossapitoa sekä laaditaan rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjetta.

Rakennuksen käyttötarkoituksen mukaisen sisäilmaston aikaansaamiseksi voidaan käyttää rakenteellisia keinoja, pienentää sisäisiä kuormitustekijöitä, rajoittaa ulkoisten ja sisäisten kuormitustekijöiden vaikutusta sekä käyttää lämmitys-, jäähdytys-, ilmanvaihto- ja ilmastointitekniisiä keinoja sekä näihin liittyvää ohjausta ja säätöä.

Opastava teksti

Rakennuksen sisäilmaston suunnittelun ja rakentamisen lähtökohta on, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa terveellinen ja turvallinen sisäilmasto.

Muut sisäilmastolle asetetut vaatimukset määräytyvät yleensä rakennuksen käyttötarkoituksen perusteella. Esimerkiksi toimistorakennuksessa sisäilmastolle asetetaan terveyden ja turvallisuuden ohella yleensä vaatimuksia myös viihtyvyyden suhteen kun taas esimerkiksi kylmävarastossa on perusteltua luopua viihtyvyydskriteerien asettamisesta.

Tilakohtaisia ilmapvirran ohjearvoja ja oleskeluvyöhykkeen ilman nopeuden ohjearvoja esitetään esimerkissä [Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet](#) [4].

Ohjeellisia sisäilmaston tavoitearvoja, suunnitteluohjeita ja tuotevaatimuksia on esitetty Rakennustieto Oy:n julkaisemassa Sisäilmastoluokitus-ohjekortissa.

Ohjeellisia tavoitearvoja sisäilmaston äänitasoille esitetään standardissa SFS 5907, Rakennusten akustinen luokitus. Sisäilmastoluokitus 2017:ssä esitetyt äänitasojen tavoitearvot perustuvat standardiin SFS 5907.

Käyttötarkoituksen mukaisen sisäilmaston aikaansaamiseksi energiataloudellisesti on ensisijaisesti suositeltavaa käyttää rakenteellisia suojauskeinoja, pienentää sisäisiä kuormitustekijöitä ja rajoittaa ulkoisten ja sisäisten kuormitustekijöiden vaikutusta.

Asetuksen edellyttämien sisäilmaston suunnitteluun vaikuttavien tekijöiden huomioiminen suunnittelussa voidaan osoittaa esimerkiksi rakennuslupavaiheessa laatimalla [yhteenveto LVI-suunnittelun ja toteutuksen perusteista](#) [5], jossa esitetään mm. sisäolosuhdetavoitteet, sisäilmaston mitoitusarvot, mitoittavat kuormat ja ulkoiset mitoitusolosuhteet. Suunnitteluperusteiden yhteenvedossa kuvataan ilmanvaihdon suunnittelun pohjana olleet järjestelmäratkaisut.

Pääsuunnittelija huolehtii siitä, että rakennussuunnitelma ja erityissuunnitelmat muodostavat kokonaisuuden, joka täyttää sisäilmastolle asetetut vaatimukset. Kustakin erityissuunnitelmasta vastaava henkilö huolehtii siitä, että suunnitelma täyttää osaltaan sisäilmastolle asetetut vaatimukset.

Vastaava työnjohtaja huolehtii rakennussuunnitelman, erityissuunnitelmien ja hyvän rakennustavan mukaisesta työn tekemisestä siten, että sisäilmastolle asetetut vaatimukset täyttyvät suunnitelman mukaisesti. Kunkin erityissuunnitelman toteuttamisesta vastaava työnjohtaja huolehtii osaltaan siitä, että erityissuunnitelman toteutus täyttää suunnitelmissa sisäilmastolle asetetut vaatimukset.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

4 Huonelämpötilojen suunnitteluarvot

Asetusteksti

Rakennuksen huonelämpötilan on oltava suunniteltuna käyttöaikana viihtyisä, eivätkä ilman liike, lämpötilasäteily, lämpötilan vaihtelu, lämpötilaerot ja pintalämpötilat saa sitä heikentää.

Huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvona on käytettävä lämpötilaa 21 °C. Huonelämpötilan hallinnan suunnittelussa huonelämpötila voi vaihdella välillä 20 - 25 °C lämmityskaudella ja välillä 20 - 27 °C lämmityskauden ulkopuolella. Erityisestä syystä, kuten tilan erityisiä lämpötiloja edellyttävän toiminnan tai tilan erityisluonteen vuoksi, voidaan huonelämpötilan suunnitteluarvona ja huonelämpötilan hallinnan suunnittelussa käyttää näistä arvoista poikkeavia lämpötiloja.

Huonelämpötilojen hallinnan suunnittelun perusteena käytettävänä mitoittavina säätietoina on käytettävä liitteessä 1 esitettyjä eri säävyöhykkeille säädettyjä testivuoden säätietoja ja eri säävyöhykkeille säädettyjä lämmityskauden mitoittavia ulkoilman lämpötiloja.

Opastava teksti

Sosiaali- ja terveysministeriö vahvistaa asetuksella asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset olosuhteet (STM 545/2015). Huonelämpötilojen tulee kaikissa tilanteissa täyttää em. asetuksen vaatimukset.

Tilojen haitallisen lämpenemisen estämisestä ja kesäajan huonelämpötilan hallinnasta on annettu säännökset Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta.

Ohjeellisia sisäilmaston tavoitearvoja, suunnitteluohjeita ja tuotevaatimuksia on esitetty Rakennustieto Oy:n julkaisemassa Sisäilmastoluokitus-ohjekortissa.

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

Taulukko 1. Lämmityskauden huonelämpötilan tilakohtaisia suunnitteluohjearvoja tiloille, joiden huonelämpötilan suunnitteluarvo ei ole 21 °C. Ohjearvoja käytettäessä on huolehdittava, ettei viereisten tilojen viihtyisyys heikkene.

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
Potilas-/hoituhuone	22

Jos tiloihin suunnitellaan tai rakennetaan sellaisia rakenteita, kuten suuria ikkunapintoja tai laitteita, joiden pintalämpötila poikkeaa selvästi huoneilman lämpötilasta, huonelämpötilana käytetään operatiivista lämpötilaa.

Tilakohtaisten suunnitteluohjeiden lisäksi syy poikkeamiseen voi aiheutua myös tilan käyttötarkoituksesta. Esimerkiksi, jos tiloissa oleskellaan pitkään lattialla kuten päiväkotien leikkihuoneissa, voidaan tämä huomioida tilojen suunnittelussa sellaisen lämmitystavan tai pintamateriaalin valinnalla, jolla saavutetaan suunnitelman mukainen viihtyisyys myös lattian tasolla.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

5 Sisäilman laatu

Asetusteksti

Sisäilmassa ei saa esiintyä terveydelle haitallisessa määrin hiukkasmaisia epäpuhtauksia, fysikaalisia, kemiallisia tai mikrobiologisia tekijöitä eikä viihtyisyyttä jatkuvasti heikentäviä hajuja.

Sisäilman hiilidioksidin hetkellisen pitoisuuden suunnitteluarvo huonetilan suunniteltuna käyttöaikana voi olla enintään 1450 mg/m³ (800 ppm) suurempi kuin ulkoilman pitoisuus.

Opastava teksti

Sisäilman laatua ylläpidetään

- käyttämällä vähäpäästöisiä M1-luokan rakennusmateriaaleja sekä välttämällä sisäilmaan epäpuhtauksia päästäviä materiaaleja, kalusteita ja varusteita, pinnoitteita ja muita epäpuhtauslähteitä
- estämällä epäpuhtauksien leviäminen sisäilmaan
- pitämällä tilat puhtaina
- oikein toteutetulla ilmanvaihdolla
- huoltamalla ilmanvaihtolaitteistoa käyttö- ja huolto-ohjeiden mukaisesti, mikä tarkoittaa mm. ilmanvaihtolaitteiston suodattimien vaihtamista vähintään 6 kuukauden välein ja tulo- ja poistoilmakanaviston puhdistamista vähintään 5 vuoden välein

Sosiaali- ja terveysministeriö vahvistaa asetuksella (STM 268/2014) työpaikkojen hengitysilman epäpuhtauksien haitallisiksi tunnetut pitoisuudet (HTP). Lisäksi Sosiaali- ja terveysministeriö vahvistaa asetuksella asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset olosuhteet (STM 545/2015).

Edellä mainituissa asetuksissa esitetyt sisäilman epäpuhtauksien raja-arvot eivät ole suunnitteluarvoja vaan ehdottomia toimenpiderajoja. Mitoitettaessa ilmanvaihdon määrää sisäilman epäpuhtauspitoisuuksiin perustuen on otettava huomioon riittävä toleranssi ehdottomiin toimenpiderajoihin nähden.

Epäpuhtauksien pitoisuus voi tavanomaisissa tiloissa olla yleensä korkeintaan 1/10 työpaikan hengitysilman haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista (HTP), kun yksittäisen aineen vaikutus on täysin hallitseva.

Jos ilmassa esiintyy useita haitallisiksi tunnettuja aineita, joiden yhteisvaikutusta ei tunneta, katsotaan hyväksyttävän pitoisuuden ylittyneen, jos

$$\text{summa}_i (C_i/\text{HTP}_i) > 0,1$$

jossa C_i on mitattu yhden aineen pitoisuus ja HTP_i kyseessä olevan aineen haitalliseksi tunnettu pitoisuus (8h).

Jos tilassa esim. toiminnan, prosessin tai varastoinnin vuoksi on pistemäisiä epäpuhtauslähteitä, on epäpuhtauksien leviäminen koko tilaan pyrittävä estämään rakenteellisin ja ilmanvaihtoteknisin keinoin (esim. kohdepoistot). Kohdepoistoa käytetään aina, kun huonetilassa syntyy keskitetysti epäpuhtauksia. Epäpuhtauksien poiston tehokkuutta voidaan lisätä epäpuhtauslähteen koteloinnilla.

Uusia tai saneerattuja tiloja käyttöönotettaessa on arvioitava tapauskohtaisesti tarve käyttää ilmanvaihtoa jatkuvasti tietyn ajan, jotta uusien rakennus- ja pintamateriaalien, pinnoitteiden sekä kalusteiden ja varusteiden epäpuhtausemissiot ovat vakioituneet. Esimerkiksi Rakennustieto Oy:n julkaisemassa Sisäilmastoluokitus-ohjekortissa suositellaan ilmanvaihtoa pidettäväksi jatkuvasti käytössä 1 vuoden ajan rakennuksen valmistumisesta. Jos epäpuhtausemissioiden vakiintuminen voidaan osoittaa mittaroimalla, voi aika olla lyhyempikin. Lisäksi suositellaan tämän jälkeenkin tapauskohtaisesti iv-koneet käynnistettäväksi käyttöajan toimintatilaansa 2 tuntia ennen käyttäjien saapumista.

Suomessa sisäilman radonpitoisuudet ovat mm. graniittisen kallioperän uraanipitoisuudesta johtuen olleet korkeampia kuin useimmissa muissa maissa. Tästä syystä on suositeltavaa rakennuslupavaiheessa laatia selvitys radonriskistä rakennuspaikalla sekä toimenpiteistä, joilla riskiin varaudutaan ja radonin haitoilta suojaudutaan. Sosiaali- ja terveysministeriön päätöksessä (944/1992) asuntojen huoneilman radonpitoisuuden enimmäisarvoista on määritetty pitoisuuden vuosikeskiarvon maksimiksi 400 Bq/m^3 . Päätöksen mukaan uusi asunto tulee suunnitella ja toteuttaa siten, että vuosikeskiarvo ei ylitä arvoa 200 Bq/m^3 .

Uuden hankkeen rakennuslupavaiheessa on suositeltavaa laatia selvitys radonriskistä rakennuspaikalla sekä toimenpiteistä, joilla riskiin varaudutaan ja radonin haitoilta suojaudutaan. Radonin torjunnasta on annettu ohjeita esimerkiksi Rakennustieto Oy:n julkaisemassa Radonin torjunta -ohjekortissa.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

6 Sisäilman kosteus

Asetusteksti

Sisäilman kosteuden on pysyttävä tilojen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa sisäilman

kosteudesta aiheutuvia kosteusvaurioita, mikrobin kasvua tai terveydellistä haittaa välttämällä.

Opastava teksti

Sisäilman kosteuden tavoitetaso määräytyy tilojen käyttötarkoituksen mukaan. Vaikka käyttötarkoitus vaatisikin korkeaa sisäilman kosteutta, ei kosteus silti saa tiivistyä rakenteisiin, niiden pinnoille tai ilmanvaihtojärjestelmään. Kosteudenhallinnan suunnittelusta on ohjeita Rakennustieto Oy:n julkaisemassa Sisäilmastoluokitus-ohjekortissa.

Tiloissa, joissa prosessi tai toiminta tuottaa tilaan kosteuskuormaa, hallitaan sisäilman kosteutta rakenteellisin ja teknisin keinoin. Ilmastointi- ja ilmankuivausjärjestelmien kapasiteetti määritetään kosteuskuormiin perustuen.

Kostutuslaitteiden käyttöä on vältetty johtuen kostutuslaitteissa esiintyneistä hygienia- ja mikrobiongelmissa sekä energiankäytön kasvusta. Tästä johtuen sisäilmaa kostutetaan yleensä vain tilojen käyttötarkoituksen tai tiloissa suoritettavan tuotanto- tai varastointiprosessin niin vaatiessa (mm. kirjapainot, elektroniikkateollisuus, tuotteiden varastointi jne).

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

7 Valaistusolosuhteet

Asetusteksti

Rakennuksen sisätiloissa on voitava ylläpitää näkötehtävän edellyttämää valaistusta tilojen suunniteltuna käyttöaikana.

Valaistuksen ryhmittely ja ohjaus on suunniteltava siten, että valaistusta voidaan ohjata toimintojen mukaisesti.

Opastava teksti

Sisätilojen valaistussuunnittelun lähtötiedoiksi tarvitaan suunnittelun kohteina oleville tilatyypeille asetetut valaistusvaatimukset, joissa huomioidaan kyseisten tilojen käyttötarkoitukset ja erityispiirteet. Valaistusstandardiin SFS-EN 12464-1 on koottu sisätilojen valaistusvaatimukset näkötehtävän edellyttämällä tavalla. Myös sähkötekniset vaatimukset, energiatehokkuus ja erilaiset ohjaukset on otettava huomioon. Tilojen energiatehokas valaistus tukee valaistusstandardin tilakohtaisia vaatimuksia. Myös tilojen muuntojoustavuus on koetettava huomioida niin hyvin kuin se suinkin on mahdollista. Kaikki valaistussuunnittelun lähtötiedot on syytä kirjata tavoitearvoiksi, ja valaistuksen soveltuvuus on hyvä esittää valaistuslaskelmin. Tavoitearvot ja laskelmat on sen jälkeen luovutettava rakennushankkeeseen ryhtyvälle hyväksymistä varten ennen varsinaiseen suunnittelutyöhön ryhtymistä. Kirjaamiset tehdään päätilatyypeittäin ja ne voidaan esittää taulukkomuodossa.

Ohjausten hyödyntäminen ja valaisimien ohjauslaitteiden kanssa yhteensopivat liitäntälaitteet mahdollistavat monipuolisesti säädettävän valaistuksen. Ohjaukset voidaan toteuttaa tilakohtaisesti paikallisen, keskusohjatun tai ohjelmoitavan järjestelmän avulla. Yksinkertaisimmillaan ohjaus on pelkkä kytkinohjaus. Monipuolisimmissa ohjauksissa hyödynnetään sen sijaan vakiovalosäätöä, läsnäolo-ohjausta ja

valaisinryhmäohjauksia sekä erilaisia valaistustilanneohjelmointeja osoitteellisessa järjestelmässä. Tarpeenmukaisen valaistusohjauksen hyödyntäminen parantaa olosuhteita ja ratkaisun energiatehokkuutta. Sen suunnittelussa on myös syytä huomioida ryhmittelyt, ohjauskaapeloinnit ja valaisimien liitäntälaitteiden ominaisuudet. Tekniset suunnitteluohjeet ja -mallit löytyvät ST-kortiston ja laitevalmistajien materiaaleista. Erityisen tärkeää on laatia valaistuksen ohjauksen toteutetusta loppuratkaisusta selkeä ja yksinkertainen dokumentaatio, joka suunnitellaan palvelemaan sekä järjestelmän käyttöä, että myöhemmin siihen mahdollisesti tehtäviä muutoksia.

Valaistuksen suunnittelussa on huomioitava koko sen elinkaaren aikainen huollettavuus ja kunnossapidon helppous.

Rakennuksen luovutusmateriaaliin ja käyttö- ja huolto-ohjeeseen on aina liitettävä edellä mainitun valaistuksen ohjaukseen liittyvän dokumentaation lisäksi sekä tilakohtainen ja ajantasainen valaisinluettelo että koko järjestelmän kattavat huolto-ohjeet.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

Luku 3, Ilmanvaihto ja ilmanvaihtojärjestelmät

8 Ilmanvaihto

Asetusteksti

Ilmanvaihdon on toteutettava terveellinen, turvallinen ja viihtyisä sisäilman laatu oleskelutiloissa. Ilmanvaihtojärjestelmän on tuotava rakennukseen riittävä ulkoilmavirta ja poistettava sisäilmasta terveydelle haitallisia aineita, liiallista kosteutta, viihtyisyyttä haittaavia hajuja sekä ihmisistä, rakennustuotteista ja toiminnasta sisäilmaan aiheutuvia epäpuhtauksia.

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava siten, että:

1. valitun ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan kannalta keskeisiä toimintoja voidaan mitata, ohjata ja seurata;
2. oikein käytettynä, huollettuna ja kunnossapidettynä järjestelmä kestää toimintakuntoisena suunnitellun käyttöiän;
3. järjestelmän toiminta voidaan kokonaisuudessaan pysäyttää. Koneellisessa järjestelmässä on oltava selvästi merkitty pysäytyskytkin, jonka on oltava helposti saavutettavassa paikassa. Painovoimaisessa järjestelmässä ilmanvaihtoventtiilien on oltava helposti suljettavissa.

Opastava teksti

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

Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitteluperusteet sekä sisäolosuhteiden tavoitearvot on syytä kirjata ja hyväksyttävä rakennushankkeeseen ryhtyvällä ennen varsinaisen suunnittelutyön aloittamista. Kirjaaminen voidaan tehdä esimerkiksi tämän ohjeen liitteenä olevan rakennusvalvontaviranomaisten vaatiman [LVI-suunnittelun ja toteutuksen perusteet -asiakirjamallin](#) [5] mukaisesti.

Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa tulee huomioida rakennuksen suunnitellun käyttötarkoituksen ja ensikäytön lisäksi mahdollisen muuntojoustopon asettamat vaatimukset. Muunneltavuuden, joustavuuden ja laajennettavuuden reunaehdot tulee kirjata esimerkiksi LVI-suunnittelun perusteet -asiakirjaan.

8.1 Ilmanvaihtojärjestelmän ohjaus ja valvonta

Ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan ohjaus-, säätö- ja valvontalaitteilla, joiden avulla järjestelmän toimintaa voidaan ohjata ja valvoa. Ilmanvaihtojärjestelmään on suunniteltava ja asennettava mittauslaitteet tai mittausmahdollisuus tärkeimpien toiminta-arvojen mittaamista ja toimintojen valvontaa varten.

Toimintojen valvontaa varten ilmanvaihtokone varustetaan tarvittavin tarkastusluukuin ja -ikkunoin.

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä varustetaan kiinteillä ilmavirran mittausantureilla ja sähköisillä näyttölaitteilla rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirtojen määrittämistä varten. Koneellisessa poistoilmanvaihtojärjestelmässä mitataan ulospuhallusilmavirrat. Jos mitattava ilmavirta on alle 0,5 m³/s, voidaan kiinteästi asennettujen näyttölaitteiden sijasta käyttää siirrettäviä näyttölaitteita.

Rakennusautomaatiojärjestelmään liitettyjen ilmanvaihtojärjestelmien ilmavirtoja seurataan jatkuvatoimisesti, jotta mahdollisista poikkeamista saadaan automattisesti hälytys. Ilmavirtatiedoista on hyvä kerätä trenditietoa, jonka avulla ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa voidaan analysoida.

Ilmanvaihtojärjestelmän tehtävä on ylläpitää suunnitelmissa esitetyt ilmavirrat. On myös olennaisen tärkeää, että tulo- ja poistoilmavirrat ovat keskenään tasapainossa, jotta ilmanvaihtojärjestelmä ei aiheuta rakennuksen vaipan yli haitallista paine-eroa kumpaankaan suuntaan. Ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttama paine-ero vaipan yli tulisi olla 0...-10 Pa [Kauppinen T., Rakennusten ilmanpitävyys, 2009].

Muuttuvan ilmavirran järjestelmissä tulee rakennuksen tulo- ja poistoilmavirtojen olla tasapainossa kaikissa tilanteissa. Tämän tulee olla myös rakennuksen ylläpitohenkilökunnan helposti todennettavissa lukemalla kiinteästi asennettuja mittalaitteita tai seuraamalla mittausarvoja rakennusautomaatiojärjestelmän kautta.

Ilmanvaihtokoneiden lämmitys- ja jäädytyspattereiden tulo- ja lähtöpuolelle asennetaan lämpömittarit ja automaatiojärjestelmään liitettävät lämpötila-anturit sekä ilma- että nestevirtaan.

Lämmöntalteenottolaitteella varustetun ilmanvaihtokoneen ulko-, tulo-, poisto- ja ulospuhallusilmavirtaan tarkoituksenmukaiseen paikkaan asennetaan lämpömittarit ja automaatiojärjestelmään liitettävät lämpötila-anturit. Liuoskiertoisissa LTO-järjestelmissä mitataan myös kunkin LTO-patterin nestevirran meno- ja paluulämpötilat. Ilmansuodattimille asennetaan paine-eromittarit ja automaatiojärjestelmään liitettävät paine-erolähtetimet. Jos ilmavirta on alle 0,5 m³/s, voidaan kiinteitä mittauslaitteita korvata siirrettäville laitteille sopivilla mittausyhteillä.

Kostutusosan jälkeiseen ilmanvaihtokoneen tai kanavan osaan tehdään mittausyhde kosteuden mittausta varten.

Ulospuhallusilmavirrassa olevien LTO-laitteiden painehäviöiden mittausta varten asennetaan automaatiojärjestelmään liitettävät paine-erolähtetimet.

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

8.2 Ilmanvaihtojärjestelmän tekninen käyttöikä

Ilmanvaihtojärjestelmä suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se oikein käytettynä, huollettuna ja kunnossapidettynä kestää toimintakuntoisena suunnitellun käyttöikänsä.

Ilmanvaihtojärjestelmä säilyy toimintakuntoisena vain, jos sitä käytetään asianmukaisesti ja huolletaan säännöllisesti. Mikäli pysyvään asumiseen tai työskentelyyn käytettävään kiinteistöön tehdään rakennusluvan vaativia toimenpiteitä, tulee sille laatia huoltokirja. Huoltokirjassa tulee esittää ilmavaihtojärjestelmien ja niitä palvelevien automaatiojärjestelmien osalta kunnossapidon, hoidon ja huollon lähtötiedot, tavoitteet, tehtävät ja ohjeet.

8.3 Ilmanvaihtojärjestelmän pysäytettävyys

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava siten, että sen toiminta voidaan hälytystilanteessa kokonaisuudessaan pysäyttää selvästi merkityllä hätä/seis-kytkimellä. Hätä/seis-kytkimen tulee olla helposti saavutettavassa paikassa.

Erikoiskohteet, kuten esimerkiksi sairaalat, laboratoriot ja jotkin teollisuuslaitokset, suunnitellaan aina tapauskohtaisesti varmistaen, ettei ilmanvaihdon pysäytyksellä aiheuteta terveydellistä tai turvallisuuteen liittyvää vaaraa. Tällaisissa tapauksissa voidaan käyttää useampaa erillistä pysäytyskytkintä, joilla ilmanvaihto on mahdollista pysäyttää palvelualueittain. Pysäytyskytkinten vaikutusalueet on merkittävä selvästi kytkinten välittömään läheisyyteen sijoitettavalla vaikutusaluekaaviolla.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

9 Ulkoilmavirrat

Asetusteksti

Erityissuunnittelijan on mitoitettava ilmanvaihtojärjestelmä siten, että oleskelutiloihin voidaan johtaa terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilman laadun edellyttämä ulkoilmavirta. Oleskelutilojen ulkoilmavirraksi on mitoitettava vähintään 6 dm³/s henkilöä kohti suunniteltuna käyttöaikana, jos tilan käyttötarkoituksesta ei aiheudu lisäilmavirran tarvetta. Koko rakennuksen ulkoilmavirraksi on mitoitettava kuitenkin vähintään 0,35 (dm³/s)/m² lattian pinta-alaa kohden suunniteltuna käyttöaikana, jos rakennuksen tilan käyttötarkoituksen erityisluonteesta ei aiheudu lisäilmavirran tarvetta. Asuinhuoneiston ulkoilmavirraksi on mitoitettava kuitenkin vähintään 18 dm³/s.

Opastava teksti

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

Ulkoilmavirrat määräytyvät tilojen käyttötarkoituksen perusteella. Tilakohtaisia ilmavirran ohjearvoja ja oleskeluvyöhykkeen ilman nopeuden ohjearvoja esitetään esimerkissä [Ilmavaihdon mitoituksen perusteet](#) [4]. Esimerkin taulukoissa esitettyjä tilakohtaisia ohjearvoja voidaan käyttää suunnittelun apuna. Muihin kuin edellä mainitun esimerkin taulukoissa esitettyihin oleskelutiloihin johdetaan ulkoilmavirta, joka on vähintään 6 dm³/s henkilöä kohti.

Ulkoilmavirta määräytyy ensisijaisesti henkilöperusteen mukaan. Jos tilojen tulevat käyttäjämäärät eivät ole tiedossa, käytetään pinta-alaan perustuvaa mitoitusta.

Vaikka henkilöperustainen mitoitus johtaisi pienempään ilmavirtaan, on rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä mitoitettava siten, että ulkoilmavirta on vähintään $0,35 \text{ (dm}^3\text{/s)/m}^2$ koko rakennuksen lattian pinta-alaa kohden. Tämä vastaa ilmanvaihtokerrointa $0,5 \text{ 1/h}$ $2,5 \text{ m}$ korkeassa tilassa.

Ilmanvaihto tulee aina suunnitella tilojen ja niissä harjoitettavan toiminnan tarpeiden mukaan. Esimerkiksi korkeissa tiloissa asetuksen mukaiset henkilö- tai neliöperusteiset mitoitukset johtavat hyvin pieneen ilmanvaihtuvuuteen, mikä ei riitä sisäilman laadun ylläpitämiseen. Esimerkiksi korkeavarastoissa varastoitavan tavaran hajuhaittojen poistamiseksi voidaan käyttää ilmanvaihtuvuutena $0,25 \text{ 1/h}$. Korkeissa huonetiloissa tarvitaan yleensä ilmanvaihtuvuudeksi $0,5 \text{ 1/h}$.

Ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa on huomioitava ensikäytön lisäksi myös tilojen mahdolliset käyttö- ja muuntojoustovaatimukset.

Mikäli tiloissa on sisäilman laatua heikentäviä epäpuhtauskuormia, on ne otettava huomioon ilmavirtoja määriteltäessä. Epäpuhtauksien poistamiseksi tarvittavien kohdepoistojen suunnittelussa tulee huolehtia myös tuloilman hallitusta tuonnista tilaan, jotta kohdepoiston käyttö ei muuta tilan painesuhteita.

Tavanomaisten rakennusten ulko- ja ulospuhallusilmavirrat suunnitellaan yleensä yhtä suuriksi. Rakennuksen sisällä tilakohtaiset tulo- ja poistoilmavirrat voivat olla eri suuret (esim. käytävän tuloilmaa johdetaan siirtoilmana WC-tiloihin), mutta ilmanvaihtojärjestelmän palveleman osaston tulo- ja poistoilman kokonaisvirtaamien tulee olla yhtä suuret.

Tilat, joissa on merkittäviä sisäisiä kosteuskuormia (esim. asuinhuoneistot, pesutuvat ja kuivaushuoneet), suunnitellaan ulkoilmaan nähden lievästi alipaineisiksi ($2\text{-}5 \text{ Pa}$), jotta kostea sisäilma ei pääse tunkeutumaan rakenteisiin.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

10 Ilmavirtojen ohjaus

Asetusteksti

Ilmavirtoja on voitava ohjata kuormituksen tai ilman laadun mukaan käyttötilannetta vastaavasti.

Asuinhuoneiston ilmavirtojen ohjaus on suunniteltava niin, että tulo- ja poistoilmavirtoja voi ohjata joko rakennus- tai asuntokohtaisesti siten, että niitä voidaan tehostaa vähintään 30 prosenttia suuremmaksi kuin suunnitellun käyttöajan ilmavirrat. Jos ilmanvaihtoa voi ohjata asuntokohtaisesti, asuinhuoneiston tulo- ja poistoilmavirtoja voidaan pienentää enintään 60 prosenttia suunnitellun käyttöajan ilmavirroista.

Muun kuin asuinrakennuksen ulkoilmavirran on oltava vähintään $0,15 \text{ (dm}^3\text{/s)/m}^2$ suunnitellun käyttöajan ulkopuolella ja ilman on vaihduttava kaikissa huonetiloissa.

Pykälä ei koske sellaista rakennuksen laajennusta eikä kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä, missä ilmanvaihdon järjestämisessä voi käyttää olemassa olevaa ilmanvaihtojärjestelmää, eikä sisäilman laatu heikkene rakennuksessa.

Opastava teksti

Ilmavirtojen tehostus ja pienennys suunnitellaan siten, että tulo- ja poistoilmavirrat säilyvät tasapainossa kaikissa tilanteissa.

Asuinrakennuksen ilmanvaihdon ohjaus suunnitellaan siten, että asunnon käyttöajan tehostettu ilmavirta on vähintään 30 % suurempi kuin käyttöajan ilmavirta. Ilmanvaihtojärjestelmän mitoituksessa tulee varmistaa, että vetokriteerit ja huonetilojen äänitasot eivät ylitä tehostustilanteessa.

Mikäli asuinrakennuksen ilmanvaihtoa voidaan ohjata vain rakennuskohtaisesti, mitoitetään ilmanvaihtojärjestelmä 30 % tehostusvara huomioiden. Ilmanvaihtojärjestelmän on tällöin pystyttävä tuottamaan samanaikaisesti koko rakennukseen 1,3-kertaisesti käyttöajan ilmavirtaa vastaava ilmavirta.

Asuntokohtaisella ilmanvaihtokoneella varustetuissa asunnoissa ilmanvaihdon tehostus tehdään puhallinten pyörimisnopeutta ohjaamalla.

Keskitettyyn ilmanvaihtojärjestelmään liitettyjen asuntojen asuntokohtainen ilmavirtojen ohjaus voidaan toteuttaa huoneistokohtaisiin tulo- ja poistokanaviin asennetuilla moottoritoimisilla säätöpelleillä tai ilmavirtasäätimillä, joita ohjataan liesikuvusta tai erillisestä ohjauskytkimestä. Keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän runkokanavistot tulee mitoittaa riittävän väljiksi, jotta huoneistojen ilmavirtojen muutokset eivät merkittävästi muuta runkokanavien painetasoja.

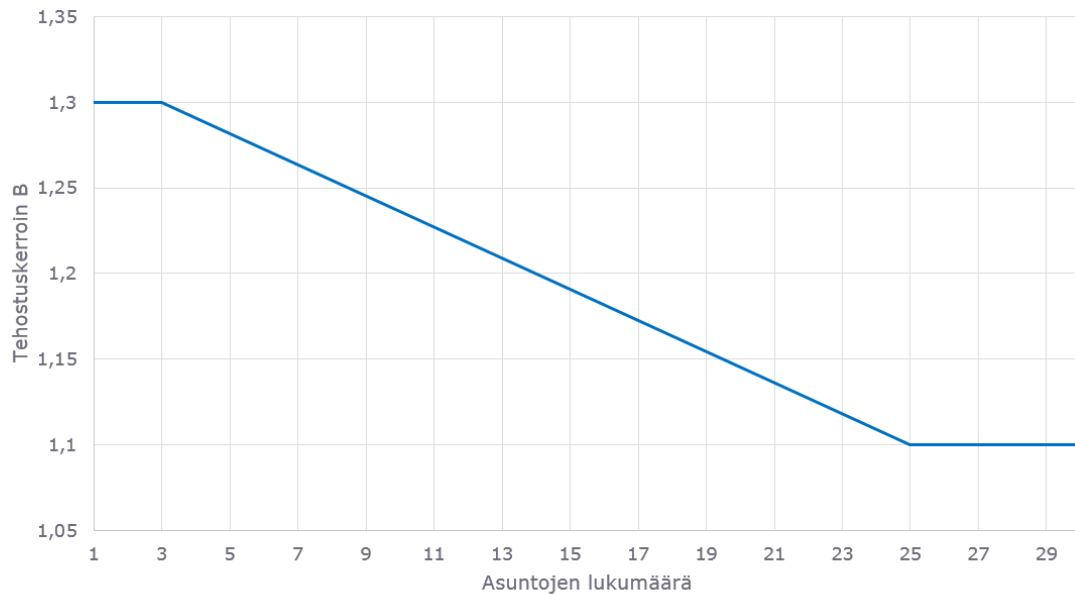
Mikäli asuinrakennuksen ilmanvaihdon tehostusta voidaan ohjata asuinhuoneistokohtaisesti, voidaan keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän tehostuksen aikaisen kokonaisilmavirran mitoituksessa huomioida tehostustarpeiden eriaikaisuus ja näin välttää ilmanvaihtojärjestelmän tarpeeton ylimitoitus. Mikäli tehostustarpeiden samanaikaisuus on tiedossa, mitoitetään ilmanvaihtojärjestelmän tehostustilanteen ilmavirta suurimman samanaikaisen tarpeen mukaisesti. Mikäli tehostustarpeiden samanaikaisuus ei ole tiedossa, voidaan ilmanvaihtojärjestelmän tehostuksen aikaisen ilmavirran määrityksessä soveltaa seuraavaa kaavaa.

$$V_{mit} = B * V_{ka}$$

missä

- V_{mit} on ilmanvaihtojärjestelmän mitoitusilmavirta tehostustilanteessa
- B on tehostuskerroin kuvasta 10.1
- V_{ka} on käyttöajan ilmavirta

Tehostuskerroin B



?

Kuva 10.1. Asuntokohtaisella ilmanvaihdon tehostuksella varustetun asuinrakennuksen keskitetyn ilmanvaihdon tehostuskerroin

Esimerkki: Keskitetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä varustetussa kerrostalossa on 20 asuntoa, joiden ilmanvaihdon tehostusta voidaan ohjata huoneistokohtaisesti. Kunkin huoneiston käyttöajan ilmavirta on 25 l/s. Ilmanvaihtokoneen käyttöajan ilmavirta on 500 dm³/s. Kuvasta 10.1 saadaan tehostuskertoimeksi 1.14 ja kaavasta 10.1 ilmanvaihtokoneen ilmavirraksi tehostustilanteessa 570 dm³/s. Mikäli ilmanvaihdon tehostusta ohjattaisiin rakennuskohtaisesti, olisi ilmanvaihtokoneen ilmavirta tehostustilanteessa 650 dm³/s.

Jos asuinrakennuksen ilmavirtaa voidaan säätää asuinhuoneistokohtaisesti, suunnitellaan huoneistokohtainen ilmanvaihdon ohjaus siten, että ilmavirtaa voidaan pienentää enintään 60 % käyttöajan ilmavirrasta, kun asunnossa ei ole kukaan eikä käyttöajan ilmanvaihdolle ole tarvetta esimerkiksi kosteuden hallitsemiseksi.

Muiden kuin asuintilojen ilmanvaihtojärjestelmien ohjaus suunnitellaan siten, että ilmavirtoja voidaan säätää tila- tai vyöhykekohtaisesti tilojen kuormituksen tai sisäilman laadun mukaan. Yksinkertaisimmillaan ilmanvaihdon tehostus voi perustua lisäaikapainikkeisiin, tehostuskytkimiin tai läsnäolotunnistimiin. Tarpeenmukainen ohjaus ja energiatehokkuus voivat perustua myös ilmanvaihdon ohjaamiseen esimerkiksi huonelämpötilan tai epäpuhtauspitoisuuksien mittausten perusteella.

Muun kuin asuinrakennuksen ilmanvaihto suunnitellaan ja rakennetaan siten, että käyttöajan ulkopuolella rakennuksen ilmanvaihtokerroin on vähintään 0,2 1/h ja että ulkoilmavirta on vähintään 0,15 (dm³/s)/m² koko rakennuksen lattian pinta-alaa kohden.

Jotta ilma vaihtuisi aina hallitusti kaikissa huonetiloissa, pidetään rakennuksen yleisilmanvaihtojärjestelmä käynnissä pienellä teholla myös käyttöajan ulkopuolella. Mikäli ilmanvaihtojärjestelmän minimi-ilmavirta on merkittävästi suurempi kuin 0,15 (dm³/s)/m², voidaan ilmanvaihtojärjestelmää käyttää jaksottain esimerkiksi aikaohjelman ja/tai olosuhdemittausten ohjaamana. Vaikka yleisyleisilmanvaihtoa käytettäisiin jaksottain pidetään hygieniatilojen ilmanvaihtoa kuitenkin jatkuvasti päällä pienellä teholla ja tuodaan jatkuvasti tiloihin hallitusti vastaava määrä tuloilmaa. Jaksottaisessa käytössä on varmistettava, ettei rakennukseen synny

haittaa aiheuttavia painevaihteluita puhallinten toistuvan käynnistymisen takia. Tämä voidaan tehdä pyörimisnopeusohjattujen puhallinten avulla käynnistämällä puhaltimet minimipyörimisnopeudella ja nostamalla sen jälkeen puhallinten kierrokset hitaasti haluttuun toimintapisteeseen.

Ilmanvaihtokoneita tulee ohjata käyttöajan ilmavirroille riittävän ajoissa, esimerkiksi 1-2 tuntia, ennen käyttöajan alkamista, jotta mahdolliset epäpuhtauden tuulettuvat tiloista ennen niissä oleskelun alkamista.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

11 Moottoriajoneuvosuojan ilmavirrat (luonnos 9/2017)

Asetusteksti

Erityissuunnittelijan on mitoitettava moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihdon ilmavirrat siten, etteivät ilman epäpuhtaudet aiheuta terveydellistä haittaa käyttäjille. Ilmavirrat on mitoitettava niin, että moottoriajoneuvosuojassa hiilimonoksidin keskiarvopitoisuus kriittisimmäksi arvioituna käyttötuntina ei ylitä arvoa 35 mg/m^3 (30 ppm). Moottoriajoneuvosuojan jatkuvan työskentelyalueen ilmavirrat on mitoitettava niin, että hiilimonoksidin hetkellinen pitoisuus ei ylitä 7 mg/m^3 (6 ppm).

Opastava teksti

Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihdon tarpeen määrittää asetettu sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus ja sisäilmaan tuleva epäpuhtauskuormitus kuten ajoneuvojen pakokaasupäästöistä sisäilmaan tulevat epäpuhtaudet.

Kun moottoriajoneuvosuojan epäpuhtauskuormitusta ei tunneta, tulisi moottoriajoneuvosuojan koneellinen poistoilmavirta mitoittaa *neliöpohjaisilla vähimmäisarvoilla*, taulukko 11.1. Taulukon poistoilmavirtojen vähimmäisarvot on tarkoitettu moottoriajoneuvosuojoihin, joissa oleskelu on tilapäistä ja lyhytkestoista (alle 15 minuuttia).

Taulukko 11.1. Pääasiassa paikoitukseen tarkoitettun moottoriajoneuvosuojan koneellisen ilmanvaihdon poistoilmavirran neliöpohjaiset vähimmäisarvot.

Ajojen lukumäärä*	Ilmamäärä	Esimerkkikohde
1	0,9 (dm ³ /s)/m ²	asuintalojen paikoitustilat
2 - 4	2,7 (dm ³ /s)/m ²	toimisto- ja virastotilojen henkilökunnan paikoitustilat
n ? 4	n x 0,9 (dm ³ /s)/m ²	varsinaiset paikoitustalot sekä toimisto-, virasto- ja liikerakennusten asiakaspaikoitustilat

* tässä ajojen lukumäärällä tarkoitetaan ajojen määrää autopaikkaa kohden vuorokauden vilkkaimman 8 tunnin jakson aikana

Vaihtoehtoisesti tai silloin, kun neliöpohjainen mitoitus ei ole perusteltavissa voidaan koneellinen poistoilmavirta mitoittaa **moottoriajoneuvosuojan epäpuhtauskuormituksen** perusteella. Erillisessä Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihdon mitoitusoppaassa¹⁾ esitetään moottoriajoneuvosuojan epäpuhtauskuormitukseen perustuva poistoilmavirran mitoitus tapa.

Moottoriajoneuvosuojan epäpuhtauskuormitukseen perustuvalla ilmavirtojen mitoitusmenetelmällä voidaan päätyä neliöpohjaisia vähimmäisarvoja pienempiin ilmavirtoihin. Näitä ilmavirtoja voidaan esittää paikalliselle rakennusvalvontaviranomaiselle käytettäväksi ilmanvaihdon suunnittelun perusteena, jos:

- Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihdon mitoitus on laadittu ja raportoitu perusteellisesti ja siinä on esitetty miten on varauduttu poikkeustilanteisiin.
- Moottoriajoneuvosuojan kullakin tasolla asennetaan vähintään 3 kpl sisäilman hiilimonoksidin pitoisuutta mittaavaa anturia, kuitenkin vähintään 1 anturi / 500 m². Anturit asennetaan paikkoihin, joissa on odotettavissa korkeimmat hiilimonoksidin pitoisuudet, yleensä ajoluiskien ja ajoreittien läheisyyteen. Anturien ja ilmanvaihtojärjestelmän toimivuus varmistetaan toimintakokeilla, säätö- ja viritystoimenpiteillä (ml. kalibrointi) sekä koekäytöllä eri käyttötilanteissa, käyttötilanteessa anturien mittaustarkkuus tulisi olla ±2 % hiilimonoksidin pitoisuudella 35 mg/m³ (30 ppm). Anturien toiminta tarkastetaan säännöllisesti ja kalibroidaan vähintään kerran vuodessa, kalibrointitodistus liitetään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen.
- Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihto on suunniteltu niin, että ilmanvaihto toimii hallitusti kaikissa käyttötilanteissa ja ilmanvaihtoa voidaan ohjata kunkin ilmanvaihtokoneen palvelualueen korkeimman mittausarvon perusteella esimerkiksi seuraavasti:
 - Ilmanvaihto voidaan ohjata pois päältä kun sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus on moottoriajoneuvosuojan käyttöajan ulkopuolella alle 7 mg/m³ (6 ppm). Käyttöajan ollessa jatkuva, kuten esimerkiksi asuinkerrostalojen moottoriajoneuvosuojoissa, voidaan ilmanvaihto ohjata pois päältä kuitenkin vasta kun sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus vastaa ulkoilman hiilimonoksidin pitoisuutta. Ilmanvaihto tulee käynnistää uudelleen kun sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus ylittää 7 mg/m³ (6 ppm). Ulkoilman hiilimonoksidin pitoisuus tulee mitata tuloilmakanavasta ennen mahdollista lämmön talteenottolaitetta.
 - Ilmanvaihto voidaan ohjata minimiin (esim. 30 % kokonaisilmamäärästä) kun sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus on käyttöaikana alle 10 mg/m³ (9 ppm).
 - Ilmanvaihto voidaan ohjata tarpeenmukaisesti (esim. 30 % - 100 % kokonaisilmamäärästä) kun sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus on välillä 10 - 58 mg/m³ (9 - 50 ppm).
 - Ilmanvaihto täydellä teholla kun sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus ylittää 58 mg/m³ (50 ppm).
 - Hälytys kun sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus ylittää 81 mg/m³ (70 ppm).
- Moottoriajoneuvosuojoissa tulisi olla käytössä nykyaikainen liikenneohjausjärjestelmä, jos moottoriajoneuvosuojoissa ei ole nimettyjä paikkoja.
- Sisäänajo moottoriajoneuvosuojaan tulisi voida estää kun moottoriajoneuvosuojan sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus ylittää hälytysrajan, mahdollinen sisäänajon ruuhkautuminen tulisi olla huomioitu liikennöintisuunnitelmassa.
- Oleskelu moottoriajoneuvosuojoissa tulisi voida estää kun moottoriajoneuvosuojan sisäilman hiilimonoksidin pitoisuus ylittää HTP₁₅ -arvon 87 mg/m³ (75 ppm).

Moottoriajoneuvosuojan tulo- ja poistoilmavirrat mitoitetaan tasapainoon kuitenkin niin, että moottoriajoneuvosuoja on alipaineinen muihin tiloihin nähden. Moottoriajoneuvosuojan tuloilmavirta voi olla siirtoilmaa.

Ilmanvaihdon mitoituksessa ja tarpeenmukaisessa ohjauksessa tulisi huomioida myös moottoriajoneuvosuojan sisäilman kosteuden hallinta. Liian korkea sisäilman kosteus voi aiheuttaa sisään ajavien ajoneuvojen kylmien tuulilasien lyhytaikaista huurtumista. Pitkien katettujen ajoramppien ja ajotunneleiden ilmanvaihto tulisi mitoittaa tietunnelien mitoitusohjeiden mukaisiksi.

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

Riviautosuojissa ja enintään 60 m²: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 cm².

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.

¹⁾Moottoriajoneuvosuojan ilmanvaihdon mitoitusopas. Ympäristöministeriö. 2017.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

12 Ilmansuodatus

Asetusteksti

Erityissuunnittelijan on suunniteltava ilmansuodatuksen taso ulkoilman laadun ja sisäilman laadulle asetettujen tavoitteiden perusteella. Erityissuunnittelijan on ilmanvaihtojärjestelmää valitessaan otettava huomioon järjestelmän soveltuvuus tarvittavaan suodatuksen tasoon.

Opastava teksti

Suodattimen valinta etenee sisäilman laadulle asetettujen tavoitteiden (kts. [kappale 5 Sisäilman laatu](#) [6]) saavuttamiseksi seuraavien perustehtävien kautta:

1. ulkoilman laatutason arvioiminen
2. tuloilman laatutason määrittäminen niin, että suunniteltu sisäilman laatu toteutuu

3. suodattimen valinta niin, että tuloilman laatutaso toteutuu

Mikäli ulkoilman hiukkaspitoisuus on korkea suhteessa suunniteltuun sisäilman hiukkaspitoisuuteen, suunnitellaan rakennukseen ilmansuodatus tai muita ilmanpuhdistusratkaisuja, joiden toiminta ja ominaisuudet tunnetaan.

Tietoa paikallisesta ulkoilman laadusta löytyy reaaliaikaisena Ilmanlaatuportaalista (www.ilmanlaatu.fi [7]).

Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksessa ilmoitetaan toimenpidearvot sisäilman PM10- ja PM2,5-hiukkaspitoisuuksille. Uudessa ilmansuodatinstandardissa SFS-EN ISO 16980 suodattimet mitataan ja luokitellaan hiukkaskokoluokissa ePM1, ePM2,5 ja ePM10.

Kaasumaisten epäpuhtauksien osalta ulkoilmaluokan tulkinta, epäpuhtauksien vaikutusten arviointi ja suodatustavan valinta ovat osa erityissuunnittelua.

12.1 Ulkoilman laatutason arviointi

Ulkoilman laatuluokat hiukkaspitoisuuden suhteen (ODA P, outdoor air, particulate matter) on esitetty taulukossa 12.1.

Taulukko 12.1. Ulkoilman (ODA) luokitus, SFS-EN 16798-3:2017

Luokka	Kuvaus ja esimerkki	Hiukkasmaisten epäpuhtauksien raja-arvot (24 tunnin keskiarvo ja vuosikeskiarvo)	
		PM2,5	PM10
ODA 1 (P) *)	Ulkoilma, jossa on pölyä ainoastaan tilapäisesti (esim. siitepölyä kesäisin). Esim. maaseudun ulkoilmaa	25 µg/m ³	50 µg/m ³ (24h) 40 µg/m ³ (vuosi)
ODA 2 (P)	Ulkoilma, jossa on suuria hiukkasmaisia ja/tai kaasumaisia epäpuhtauspitoisuuksia.	37,5 µg/m ³	75 µg/m ³ (24h) 60 µg/m ³ (vuosi)
ODA 3 (P)	Ulkoilma, jossa on erittäin suuria hiukkasmaisia ja/tai kaasumaisia epäpuhtauspitoisuuksia. Esim. Suuri osa isompien kaupunkien keskusta-alueista sekä teollisuusalueiden ympäristöistä	yli 37,5 µg/m ³	yli 75 µg/m ³ (24h) yli 60 µg/m ³ (vuosi)

*) luokan ODA1 hiukkaspitoisuus vastaa valtioneuvoston ilmanlaadusta antaman asetuksen raja-arvoja.

STM:n asumisterveysasetuksen toimenpidearvot sisäilman 24 tunnin pitoisuuksille ovat 50 µg/m³ PM10 ja 25 µg/m³ PM2,5. Ulkoilma täyttää nämä raja-arvot vain luokassa ODA 1. Luokissa ODA 2 ja ODA 3 on arvioitava ilmansuodatuksen tai muiden ilmanpuhdistusratkaisujen käyttämistä.

12.2 Tuloilmasuodatuksen suunnittelu

Tuloilman suodatus suunnitellaan sellaiseksi, että sisäilman laadulle asetetut tavoitteet täyttyvät käytettävissä olevalla ulkoilman laadulla ja ulkoilmavirralla. Suodatuksen suunnittelussa otetaan ulkoilmavirran lisäksi huomioon myös muut ilmavirrat, joiden kautta tuloilmaan tulee epäpuhtauksia. Näitä ovat esimerkiksi suodatinten ohivuodot, lämmöntalteenoton vuodot ja mahdollinen palautusilmavirta.

Suodatusratkaisun suunnittelua on kuvattu tarkemmin eurooppalaisessa standardissa SFS-EN16798-3:2017, sen liitteessä sekä sitä tukevassa teknisessä raportissa CEN/TR 16798-4:2017. Edellä mainituissa asiakirjoissa opastetaan myös kaasumaisten epäpuhtauksien suodattamisen suunnittelua ja standardissa SFS-EN ISO 10121-1:2014 kuvataan yleisilmanvaihdon kaasusuodattimien ja -suodatusmassojen testausmenetelmiä.

Tuloilman laatuluokat on esitetty taulukossa 12.2. Tuloilmaluokkien SUP 1-3 raja-arvot ovat matalammat kuin STM:n asumisterveysasetuksen toimenpiderajat sisäilman hiukkaspitoisuudelle. SUP 4 luokan raja-arvot ovat samat ja SUP 5 tuloilmaluokan raja-arvot ovat korkeammat kuin asumisterveysasetuksen toimenpidearvot. Tuloilmaluokat SUP 4 ja 5 saattavat johtaa liian korkeaan hiukkaspitoisuuteen ilman muita puhdistusratkaisuja.

Vain tuloilmaluokan SUP 1 hiukkasmaisten epäpuhtauksien raja-arvo alittaa sisäilmaluokituksen luokkien S1 ja S2 mukaiset rajat. Sisäilmaluokat S1 ja S2 edellyttävät suodatusta, koska niissä on määritelty vaatimus sisäilmassa ja ulkoilmassa olevien PM2.5 pienhiukkasten suhteelle.

Taulukko 12.2. Tuloilman (SUP) luokitus, SFS-EN 16798-3:2017

Luokka	Kuvaus	Hiukkasmaisten epäpuhtauksien raja-arvot	
		PM2,5	PM10
SUP 1	Tuloilma - erittäin pienet hiukkasmaiset (ja/tai kaasumaiset) epäpuhtauspitoisuudet	6 µg/m ³	12,5 µg/m ³
SUP 2	Tuloilma - pienet hiukkasmaiset (ja/tai kaasumaiset) epäpuhtauspitoisuudet	12,5 µg/m ³	25 µg/m ³
SUP 3	Tuloilma - keskimääräiset hiukkasmaiset (ja/tai kaasumaiset) epäpuhtauspitoisuudet	18 µg/m ³	37,5 µg/m ³
SUP 4	Tuloilma - suuret hiukkasmaiset (ja/tai kaasumaiset) epäpuhtauspitoisuudet	25 µg/m ³	50 µg/m ³
SUP 5	Tuloilma - erittäin suuret hiukkasmaiset (ja/tai kaasumaiset) epäpuhtauspitoisuudet	32,5 µg/m ³	75 µg/m ³

12.3 Suodatinluokan valinta

Tarvittava suodatustehokkuus voidaan saavuttaa käyttämällä joko yksi- tai useampivaiheista suodatusratkaisua. Yleensä hiukkassuodatus toteutetaan korkeintaan kaksivaiheisena ja mahdolliset lisävaiheet liittyvät kaasusuodatukseen.

Kaksivaiheisessa suodatuksessa ulkoilmasuodatin sijaitsee yleensä ulkoilmalaitteen läheisyydessä ja sen tarkoituksena on poistaa ulkoilmasta isommat hiukkasmaiset epäpuhtaudet sekä suojata tuloilmakonetta likaantumislta. Varsinainen tuloilmasuodatin sijaitsee ilmankäsittelykoneen painepuolella yleensä viimeisenä toimintona ja sen tarkoituksena on viimeistellä tuloilman laatu tuloilman vaatimuksia vastaavaksi.

Yksiportaisessa suodatusratkaisussa tuloilmasuodatin sijoitetaan ilmanvaihtojärjestelmässä yleensä ulkoilmalaitteen jälkeen ulkoilmasuodattimeksi.

Uuteen suodatinluokituksen siirtymisen yhteydessä vuosina 2017-2018 yksi tapa valita suodatinratkaisu on se, että ilmansuodatuksen taso ei heikkene aikaisempaan käytäntöön verrattuna. Taulukossa 12.3.1 on esitetty kuvaus siitä, mihin tuloilmaluokkiin nykyisen SFS-EN 779:2012 luokitusten mukaisilla suodattimilla päästään. Taulukossa 12.3.2 on esitetty yksi esimerkki uuden SFS-EN ISO 16890 luokitusstandardin mukaisista suodatinvalinnoista, joilla päästään nykyistä vastaavaan suodatustasoon. Nykyistä vastaavaan suodatustasoon päästään useilla uuden ratkaisun mukaisilla valinnoilla.

Kun halutaan ylläpitää ilmanvaihtojärjestelmässä hyvää hygieniatasoa ja samalla varmistaa, että ulkoilmasta ei siirry järjestelmän kautta sisäilmaan terveydelle haitallisessa määrin hiukkasmaisia epäpuhtauksia, tulee tuloilmasuodattimien suodatusluokan olla kaupunkiympäristössä (ODA (P) 3) vähintään F7 (SFS-EN 779:2012) tai vähintään ePM1 50% jälkimmäisenä tai ainoana tuloilmasuodattimena (SFS-EN ISO 16890).

Sisäilmaluokituksen luokat S1 ja S2 asettavat vaatimuksen PM2.5 hiukkasten sisäilma/ulkoilmapitoisuuden suhteelle. Jotta pitoisuussuhde voitaisiin saavuttaa tuloilmassa, on sisäilmaluokituksen vaatimus huomioitava suodatinten valinnassa. Esimerkiksi, jos vaatimus pitoisuussuhteelle on 0,5 on PM2.5 hiukkaskokoluokan hiukkasista suodatettava pois vähintään 50 %, mikä toteutuu esimerkiksi kaikilla ratkaisuilla, joissa yhtenä suodatusvaiheena on jokin ePM1 ja ePM2,5 hiukkaskokoluokan suodatin.

Taulukko 12.3.1 Ulko- ja tuloilmasuodattimien suositeltavat minimisuodatusluokat, SFS-EN 16798-3:2017, suodatinluokitus SFS-EN 779:2012 mukaan (standardin voimassaolo lakkaa keväällä 2018).

	Tuloilmaluokka				
Ulkoilmaluokka	SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA (P) 1	M5 + F7	F7	F7	F7	
ODA (P) 2	F7 + F7	M5 + F7	F7	F7	*)
ODA (P) 3	F7 + F9 **)	F7 + F7	M6 + F7	F7	*)

*) SUP 5 tuloilmaluokan hiukkaspitoisuus on suurempi kuin asumisterveysasetuksen toimenpideraja huoneilmalle.

**) Pyrittäessä ODA3 -ulkoilmaympäristössä (isompien kaupunkien keskusta-alueet sekä teollisuusalueiden ympäristöt) parhaaseen tuloilmaluokkaan SUP1 suositellaan käytettäväksi hiukkassuodatuksen lisäksi myös kaasusuodatusta (SFS-EN16798-3:2017).

Taulukko 12.3.2 Ulko- ja tuloilmasuodattimien suositeltavat minimisuodatusluokat, suodatinluokitus SFS-EN ISO 16890-1:2016 mukaan. Suunniteltu kokonaishiukkaserotusaste voidaan saavuttaa useilla erilaisilla suodatinyhdistelmillä, joista taulukossa on esitetty yhdet mahdolliset esimerkit kullekin ulkoilma/tuloilmakombinaatiolle.

	Tuloilmaluokka				
Ulkoilmaluokka	SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA (P) 1	ePM10 50% + ePM1 50%	ePM1 50%	ePM1 50%	ePM1 50%	
ODA (P) 2	ePM2.5 65% + ePM1 50%	ePM10 50% + ePM1 50%	ePM1 50%	ePM1 50%	*)
ODA (P) 3	ePM2.5 65% + ePM1 80% **)	ePM2.5 65% + ePM1 50%	ePM10 50% + ePM1 50%	ePM1 50%	*)

*) SUP 5 tuloilmaluokan hiukkaspitoisuus on suurempi kuin asumisterveysasetuksen toimenpideraja huoneilmalle.

**) Pyrittäessä ODA3 -ulkoilmaympäristössä parhaaseen tuloilmaluokkaan SUP1 suositellaan käytettäväksi hiukkassuodatuksen lisäksi myös kaasusuodatusta (SFS-EN16798-3:2017).

Kun EN-standardin mukainen suodatinluokka F7 korvataan ISO-standardilla, niin ohjeen Air Filters for General Ventilation, Eurovent Guidelines (2017) mukaan

- luokan tulee olla vähintään ePM1 50%, jos kyseessä on yksiportainen tai jälkimmäinen tuloilmasuodatin
- luokan tulee olla vähintään ePM2.5 65%, jos kyseessä on ensimmäisen portaatan ulkoilmasuodatin

12.4 Suodatinratkaisun suunnittelussa huomioitavia asioita

Palautus-, siirto- ja kierrätysilman suodattamisessa käytetään samoja periaatteita, kuin tuloilman suodattamisessa niin, että sisäilman laatuavoitteet saavutetaan.

Poistoilman suodatukseen lämmöntalteenotolla varustetussa järjestelmässä tulee käyttää sellaista suodatusta, että tuloilman laadulle asetettu tavoite toteutuu. Yleensä tämä tarkoittaa vähintään suodatinluokan M5 (SFS-EN 779:2012) tai PM10 50% (SFS-EN ISO 16890) mukaista suodatinta, tai asuntoilmanvaihtokoneissa esimerkiksi suodatinluokan G4 (SFS-EN 779:2012) tai ePM Coarse \geq 85% (SFS-EN ISO 16890) mukaista suodatinta.

Ilmankäsittelyjärjestelmissä, joissa käytetään regeneratiivista (pyörivää) lämmönsiirrintä, sijoitetaan tuloilmasuodatin ilmavirran suunnassa LTO-roottorin jälkeen niin, että poistoilmasta mahdollisesti siirtyvät hiukkasmaiset epäpuhtaudet eivät heikentäisi tuloilman laatua. Joissain tapauksissa voidaan käyttää poistoilmapuolella minimisuositusta parempaa suodatinluokkaa ja kaasusuodatusta.

Suodatinten valintaan vaikuttavat myös kohteen käyttöaika, epäpuhtauskuormat kohteessa ja mahdolliset kohteeseen vaikuttavat epäpuhtauskuormitustilanteet.

Suodatinten valinnassa on hyvä kiinnittää huomiota myös ilmansuodattimien painehäviöihin ja ilmavirtoihin, jotka vaikuttavat merkittävästi edelleen puhaltimien sähköenergian kulutukseen ja samalla ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoon.

Käyttökustannusten optimoimiseksi voidaan ilmansuodattimien kokonaisenergiankulutuksen arvioinnissa ja suodattimien valinnassa käyttää elinkaarilaskentamenetelmää (LCC) ja valita tällä tavalla kustannuksiltaan edullisin ratkaisu.

Ilmansuodattimien energiatehokkuusluokat (A+ ... E) voidaan määrittää esimerkiksi Eurovent 4/21-2016 mukaisesti.

Ulkoilmasuodattimet suojataan kastumiselta hyvin vettä erottavilla säleiköillä (kappale 14) tai kammiorakenteilla. Kostean ilmansuodattimen hiukkaserotuskyky on alhaisempi ja painehäviö suurempi

kuin kuivan suodattimen ja liian kostea ilmansuodatin voi toimia kasvualustana siihen kerääntyneille mikro-organismeille.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

13 Poistoilmaluokat

Asetusteksti

Poistoilmaluokat ovat:

- Luokka 1: poistoilma sisältää vain vähän epäpuhtauksia ja epäpuhtaudet ovat pääasiallisesti lähtöisin ihmisistä ja rakenteista;
- Luokka 2: poistoilma sisältää jonkin verran epäpuhtauksia;
- Luokka 3: poistoilma sisältää epäpuhtauksia, kosteutta, kemikaaleja tai hajuja, jotka oleellisesti huonontavat poistoilman laatua;
- Luokka 4: poistoilma sisältää huomattavasti pahanhajuisia tai epäterveellisiä epäpuhtauksia tai kemikaaleja.

Opastava teksti

Poistoilman johtaminen rakennuksesta perustuu taulukon 13.1 poistoilmaluokitukseen.

Taulukko 13.1 Poistoilmaluokat, niiden käytön rajoitukset ja esimerkkejä.

Poistoilma-luokka	käytön rajoitus	tilaesimerkkejä
Luokka 1	Ilma soveltuu palautus- ja siirtoilmaksi	Toimistotilat ja niiden yhteydessä olevat pienet varastotilat, yleisöpalvelutilat, opetustilat, eräät kokoontumistilat sekä liiketilat, joissa ei ole hajukuormitusta.
Luokka 2	Ilmaa ei käytetä muiden tilojen palautusilmana, mutta se voidaan johtaa siirtoilmana esimerkiksi WC- ja pesutiloihin.	Asuinhuoneet, ruokailutilat, kahvikeittiöt, myymälät, toimistorakennusten varastot, pukuhuoneet sekä ravintolatilat. Myymälöiden, kahviloiden ja pizzerioiden kierto-/pizzauunin huuuvan poistoilma voidaan liittää luokan 2 poistoilmakanavaan.
Luokka 3	Poistoilmaa tiloista, joissa kosteus, prosessit, kemikaalit ja hajut oleellisesti huonontavat poistoilman laatua. Ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmana.	WC- ja pesutilat, saunat, pyykin kuivatushuoneet, ulkoiluvälinevarastot, asuinhuoneistojen keittiöt, jakelu- ja opetuskeittiöt, kopiolaitokset
Luokka 4	Ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmana.	Ammattimaisessa käytössä olevat vetokaapit, grillit ja keittiöiden kohdepoistot sekä pesuloiden likapyykkitilat. Autosuojaajat, katsastusasemat, autokorjaamot ja -maalaamot, ja ajotunnelit, maalien ja liuottimien käsittelyhuoneet, elintarviketejätehuoneet, kemialliset laboratoriot ja tupakointitilat. Elintarviketeollisuuden ja suurpesuloiden tilat.

Erillispoistot

Erillispoistoja käytetään silloin kun jonkin työvaiheen yhteydessä syntyy epäpuhtauksia, joita ei voida johtaa keskusilmanvaihtolaitteisiin, eikä LTO:lla varustettuihin ilmanvaihtokoneisiin. Usein näiden kohteiden poistoilmassa on syttymis- tai palamisvaara. Tällaisia kohteita ovat esim. teknisten käsitöiden tilojen ahjot, keramiikkauunit, purupoistot tai tekstiilitöiden nukanpoistot. Ammattimaisessa käytössä olevat korjaamot, maalaamot, laboratoriot, hitsauspisteet ja katsastusasemat ovat tyypillisiä kohteita, joissa käytetään erillispoistoja. Samoin erillispoistoja käytetään esimerkiksi leipomoissa ja kahvinpaahtimoissa.

Teknisten tilojen ilmanvaihto mitoitetaan pääsääntöisesti lämpö- ja/tai kosteuskuormien perusteella ja toteutetaan erillispuhaltimilla, joten niitä ei yleensä yhdistetä muiden tilojen poistoon.

Erillispoistojen toteutuksessa on otettava huomioon poistoilman mukana siirtyvien hiukkasten koko ja sen vaikutus kanavamateriaaliin ja puhaltimien suojausluokkaan.

Poistoilmaluokan parantaminen

Poistoilmaluokan parantaminen ilmaa käsittelemällä ei ole mahdollista ilman erillistä selvitystä. Esimerkiksi Eurooppalaiset standardit antavat mahdollisuuden parantaa poistoilmaluokkaa puhdistuksen avulla, mutta edellytyksenä niissäkin on toimivuuden varmistaminen ja seuranta. Poistoilmaluokka vaikuttaa muun muassa ulospuhalluslaitteiden sijoitteluun ja paloturvallisuuteen. Poistoilman puhdistaminen suodattamalla, UV-valolla tai muulla tavalla on kuitenkin hyvä peruste neuvotella esimerkiksi ulospuhallusilmalaitteiden sijoittelusta rakennusvalvontaviranomaisen kanssa. Poistoilman parantaminen edellä esitetyssä tarkoituksessa vaatii erillisen selvityksen toimivuudesta, toimivuuden varmistamisesta ja seurannasta.

Pyörivän LTO:n käyttö useampaa asuntoa palvelevana keskusilmanvaihtolaitteena edellyttää ennakkoneuvottelua ennen rakennusluvan myöntämistä. Neuvottelussa ratkaistaan järjestelmän paloturvallisuutta ja ilmanlaadun seurantaan koskevia asioita. Ilmanlaadun seuraamisesta laaditaan suunnitelma ja sitä seurataan sovittu ajanjakso. Seurannan tekee puolueeton taho kuten esim. VTT.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

14 Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen

Asetusteksti

Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta tai ulkoilman laatua pilaavien lähteiden läheisyydestä.

Ulkoilmalaitteiden kautta ei saa päästä ilmanvaihtojärjestelmään siinä määrin lunta tai sadevettä, että se aiheuttaisi vahinkoa järjestelmälle tai ilman laadulle tai häittäisi järjestelmän toimintaa.

Ulospuhallusilman johtaminen ulos rakennuksesta on suunniteltava siten, ettei rakennukselle tai muille rakennuksille, ympäristölle tai niiden käyttäjille aiheudu terveydellistä tai muuta haittaa. Ulospuhallusilma on johdettava rakennuksen vesikaton yläpuolelle, jos ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ei toisin edellytä. Poistoilmaluokan 1 tai asuinhuoneistojen ilmanvaihdon ulospuhallusilma voidaan johtaa ulos myös rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen kautta (seinäpuhallus), jos muutoin tässä momentissa esitetyt vaatimukset täytetään.

Opastava teksti

Opastava teksti on tiivistelmä erillisestä ohjeesta, jossa on kuvattu opastavaa tekstiä laajemmin perusteita, hyviä toteutustapoja ja poikkeuksia alla oleviin ohjeisiin liittyen. Tässä olevat opastavat teksti ovat kopioita oppaan teksteistä ja ne toistuvat saman sisältöisinä oppaan sisällössä. Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen -ohje on julkaistu oppaaseen liittyvänä [esimerkkinä](#) [8].

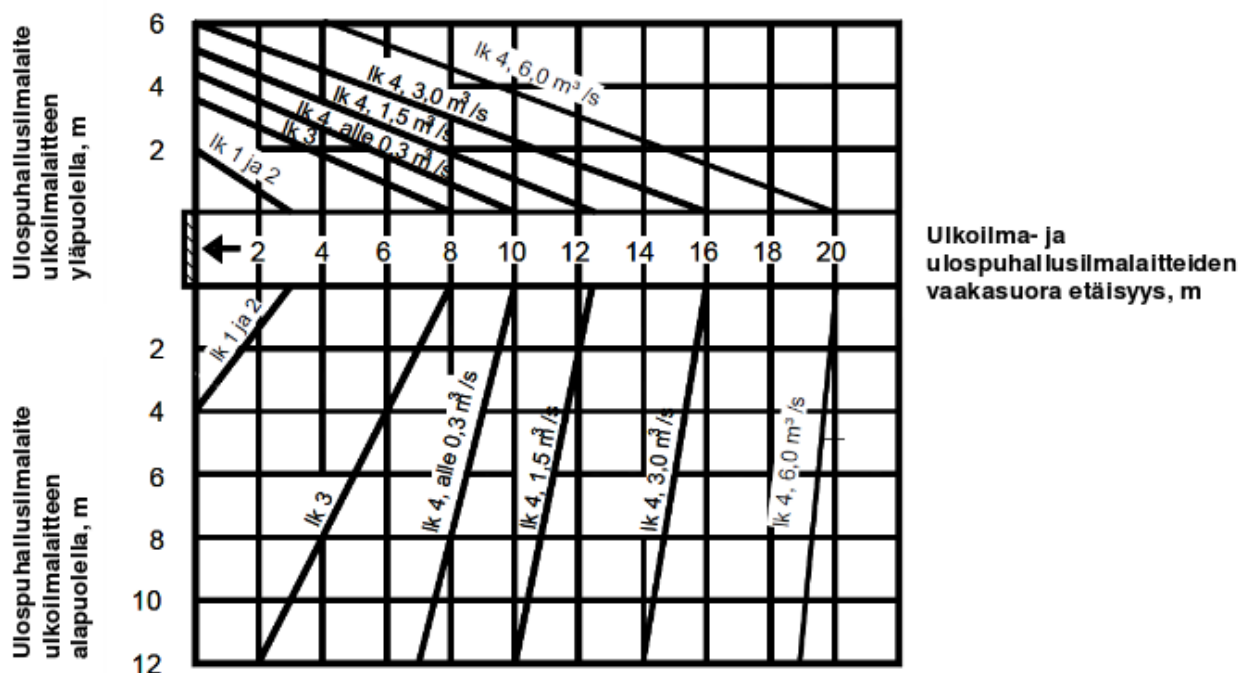
14.1 Ulkoilmalaitteiden sijoittaminen

Ulkoilmalaitteet sijoitetaan siten, että ulkoilma voidaan ottaa riittävän etäältä ulkoilman laatua pilaavista lähteistä. Sisäänotettava ulkoilma on yleensä riittävän puhdasta käytettäväksi hiukkassuodatettuna

tuloilmana tavanomaisissa oleskelutiloissa, kun ulkoilmalaitteet sijoitetaan niin, että seuraavat etäisyysvaatimukset täyttyvät. Ulkoilmalaitteiden vähimmäisetäisyydet ilman laatua heikentävistä ulkoisista tekijöistä esitetään taulukossa 14.1. Kuvassa 14.1 esitetään ulkoilma- ja ulospuhallusilmalaitteiden väliset vähimmäisetäisyydet ulospuhallettavan ilman likaisuuden mukaan.

Taulukko 14.1. Ulkoilmalaitteen etäisyys ilman laatua heikentävistä ulkoisista tekijöistä. Tie tai katu katsotaan vilkasliikenteiseksi ainakin silloin, kun keskivuorokausiliikenne on yli 10 000 autoa vuorokaudessa.

Ilman laatua heikentävä tekijä	Ulkoilmalaitteen vähimmäisetäisyys [m]
Jätteiden säilytyspaikka, polttomoottorikäyttöisten ajoneuvojen pysäköinti- ja lastauspaikka sekä ajoluiska, tuuletusviemärin ja savupiipun aukko, jäähdytystorni, tupakointipaikka, vilkasliikenteinen katu tai tie, kadun tai tien risteys	8
Poikkeuksena tuuletusviemärin aukko, joka sijaitsee vähintään 3 metriä ulkoilma-aukkoa korkeammalla	5
Viereisen huoneiston parveke	3
Maanpinta tai pihataso	2
Kattopinta, joka sijaitsee ulkoilma-aukon alapuolella	0,9



Kuva 14.1. Ulkoilmalaitteiden etäisyys ulospuhalluslaitteista. Diagrammia voidaan käyttää poistoilmaluokkien 1 - 3 ulospuhallusilmavirroille, jotka ovat yli $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Viivojen väliarvot voidaan arvioida. Yli $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ulospuhallusilmavirroilla voidaan 4. luokan poistoilmalle käyttää $6 \text{ m}^3/\text{s}$ ilmavirran etäisyysvaatimuksia. Lisätietoa CEN/TR 16798-4:2017.

Otettaessa ulkoilmaa tien tai kadun läheisyydestä suunnitellaan ulkoilman suodatus niin, että vaatimukset sisäänotettavan ulkoilmavirran puhtaudelle täyttyvät (kts. 12 § Ilmansuodatus). Lisäksi ilman sisäänotto suunnitellaan niin, että rakentamiselle asetetut äänitekniset vaatimukset (esimerkiksi äänenkehitys ja -eristys) täyttyvät.

Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta. Sisään otettavan ulkoilman laatua heikentäviä rakennusosia tai rakenteita voivat olla esimerkiksi ulkoseinien tuuletusraot, lasitetut parvekkeet, atriumtilat ja kaksoisjulkisivut, vesikaton alapuoliset ullakotilat, ilman esilämmittämiseen tarkoitettut katto- ja seinärakenteet ja maakanavat sekä rakenneaineiset kanavat, rakenneaineiset kammiot ja rakenneaineiset konehuonekammiot. Näissä tapauksissa sisäänotettavan ulkoilman laatu voi heikentyä toiminnoista, materiaaleista tai maasta lähtevien epäpuhtauksien, ulkoilman mukana tulevien epäpuhtauksien sekä sadeveden ja kosteuden tiivistymisen takia. Sisäänotettavan ulkoilman hyvän laadun varmistamiseksi suositellaan käytettäväksi sellaista ulkoilmasäleikön asennustapaa, jossa sisäänotettava ulkoilma ei ole kosketuksissa ulkoseinän rakenteiden kanssa.

Pelkällä poistoilmanvaihdolla varustettavissa rakennuksissa ulkoilma voidaan ottaa sisään esimerkiksi huonekohtaisten ulkoilmalaitteiden kautta. Näitä ovat esimerkiksi ulkoilmaventtiilit ja tuloilmaikkunat. Poistoilmanvaihtojärjestelmällä voi olla vaikea saavuttaa asetuksen edellyttämää tasapainoista ilmanvaihtoa ja esimerkiksi tarvittavaa ilmansuodatusta. Kun ulkoilmaa otetaan huonetilaan ulkoilmalaitteiden kautta, tulevan ulkoilmavirran kohtuullinen hallinta edellyttää vähintään 10 Pa paine-eroa rakennuksen vaipan yli. Tällöin tuulen ja termisen paine-eron vaikutus ei heikennä ilmanvaihdon toimintaa lisäämällä ulkoilmavirran vaihtelua ja pahimmassa tapauksessa kääntämällä ilmvirran kulkusuunta päinvastaiseksi suunniteltuun nähden.

14.2 Suojaus sadevedeltä ja lumelta

Ulkoilman sisäänotto on suunniteltava ja toteutettava niin, että sadeveden haitallinen pääsy ilmanvaihtojärjestelmään ja etenkin ilmansuodattimiin estetään mahdollisimman aikaisessa vaiheessa käsittelyprosessia esimerkiksi vedenerotussäleiköllä ja tarvittaessa riittävän pitkällä, vedenpoiston mukaan muotoillulla ja viemäroidyllä ulkoilmakanavalla tai -kammiolla. Vedenerotussäleikön erottaman veden poisjohtaminen suunnitellaan niin, ettei siitä aiheudu haittaa rakenteille tai ulkoseinien pinnoille. Missään olosuhteissa vesi ei saa päästä valumaan säleikköön rajoittuvan rakenteen sisään.

Katolla tai katoksen yläpuolella seinällä olevan ulkoilmalaitteen etäisyyden kattopinnasta tulee olla vähintään 0,9 metriä, jos ilmanvaihtoa haittaavan lumipeitteen muodostumista ei ole estetty. Ulkoilmalaitetta ei suunnitella sellaisiin kohtiin, joissa lumen kinostuminen on todennäköistä. Tällaisia kohtia on nurkissa ja umpiperissä sekä muissa kohdissa, joissa on tuulen virtausta estäviä tai pyörteitä aiheuttavia rakenteita.

14.3 Ulospuhallusilmalaitteiden sijoittaminen

Ulospuhallusilmalaitteet sijoitetaan yleensä taulukon 14.2 ja kuvan 14.1 etäisyysvaatimuksia noudattaen. Tavanomainen asuinhuoneistoista peräisin oleva poistoilmaluokan 3 ilma voidaan yleensä johtaa ulos rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen kautta haittaa aiheuttamatta taulukon 14.3 mukaisia etäisyys-, sijoittelu- ja laitevaatimuksia noudattaen ilman tarkempia selvityksiä. Esitetyt arvot ovat ohjeellisia vähimmäisetäisyyksiä.

Taulukko 14.2. Ulospuhallusilmalaitteiden etäisyysvaatimukset eri poistoilmaluokkien ulospuhallusilmalle.

Ulospuhallusilmalaitteen etäisyys	Poistoilmaluokka		
	1 ja 2	3	4
Alapuolella olevista avattavista ikkunoista	2 m	4 m	6 m
Samalla tasolla tai yläpuolella olevista avattavista ikkunoista tai oleskelutasoista	3 m	6 m	10 m
Maanpinnasta tai pihatasosta	2 m	3 m	5 m
Naapuritontista	2 m	5 m	8 m
Tuuletusviemärin ja savupiipun aukosta ja painovoimaisen ilmanvaihdon ulospuhallusilma-aukoista	1 m	1 m	1 m
Ulkoilmalaitteista	kuva 14.1		
Asuinhuoneiston seinäpuhalluksen vaatimukset	taulukko 14.3		

Ulospuhallusilma johdetaan yleensä rakennuksen korkeimman osan vesikaton yläpuolelle ja puhallus suunnataan yleensä ylöspäin, jotta ulospuhallusilman pääsy ulkoilmalaitteisiin, ikkunoihin ja oleskelualueille estetään. Ylöspäin suunnatun ulospuhallusilmalaitteen etäisyydet voidaan laskea joko laitteen reunasta tai laitteen yläpuolelta pisteestä, jonka etäisyys laitteesta metreinä on $1/3$ puhallusnopeuden [m/s]-yksiköllä ilmoitetusta numeroarvosta.

14.4 Seinäpuhalluksen toimivuuden edellytykset

Poistoilmaluokan 1 tai asuinhuoneistojen ilmanvaihdon ulospuhallusilma voidaan johtaa ulos myös rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen kautta. Myös muissa tapauksissa ulospuhallusilma voidaan suunnitella johdettavaksi ulos muualta kuin rakennuksen vesikaton yläpuolelta, jos ilmanvaihtojärjestelmän toiminta niin edellyttää, eikä johtamisesta aiheudu haittaa. Tällaisia tapauksia voivat olla hajautetut ilmanvaihtojärjestelmät ja muut sellaiset ilmanvaihtojärjestelmät, joissa ilmanvaihtokoneet ja -konehuoneet eivät sijaitse vesikatolla tai ylimmässä kerroksessa. Kylmää ilmaa kuljettavien kanavien eristämiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota silloin kun ne sijaitsevat asuinhuoneistoissa.

Poistoilmaluokan 1 ilma ja porrashuoneiden, hissikuilujen ja teknisten tilojen ulospuhallusilma voidaan johtaa rajoituksetta ulos rakennuksesta. Sitä ei kuitenkaan ohjata uloskäytävälle tai oleskelualueille. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon ulospuhallukselle asetetut äänitekniset vaatimukset.

Tavanomainen asuinhuoneistoista peräisin oleva poistoilmaluokan 3 ilma voidaan yleensä johtaa ulos rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen kautta haitta aiheuttamatta seuraavin edellytyksin ilman tarkempia selvityksiä

Taulukko 14.3. Etäisyys-, sijoittelu- ja laitevaatimukset tavanomaisen asuinhuoneistoista peräisin olevan

poistoilmaluokan 3 ilma johtamiseksi ulos rakennuksen seinässä olevan ulospuhallusilmalaitteen (seinäpuhalluslaite) kautta haittaa aiheuttamatta.

Vaatus	Vaatumuksen täytyminen
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys toisten huoneistojen ulkoilmalaitteista	vähintään 3 m
Seinäpuhalluslaitteen vapaan ulospuhallusaukon keskimääräinen virtausnopeus käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla	vähintään 5 m/s
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys viereisistä seinistä	vähintään 3 m
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys naapuritontista	vähintään 4 m
Seinäpuhalluslaitteen etäisyys vastapäisestä seinästä tai rakennuksesta	vähintään 15 m
Seinäpuhalluslaitteen sijoitus	ei sijoiteta umpinaisten sisäpihojen puoleisille julkisivuille
Seinäpuhalluslaitteen sijoitus	ei sijoiteta julkisivussa oleviin syvennyksiin tai nurkkauksiin
Seinäpuhalluslaitteen toimivuus	varmistettu suunnitellussa käyttötarkoituksessa

Lisätietoa seinäpuhalluksen etäisyysvaatimuksista ja -laskennasta löytyy CEN:n teknisestä raportista CEN/TR 16798-4:2014.

Jos rakennuksessa on esimerkiksi liesikuvun toiminnasta, märkätilojen käytöstä tai kosteuden poiston tarpeesta aiheutuvan tehostustarpeen tunnistava automatiikka, voidaan ulospuhalluksen toimivuuden arvioinnissa käyttää edellä mainitusta poiketen keskimääräisen virtausnopeuden arvona tehostusajan ilmavirtaa.

Ulospuhallusilman seinäpuhalluslaite sijoitetaan sellaiseen paikkaan, että ulospuhallusilma pääsee leviämään mahdollisimman vapaasti.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

15 Palautus-, siirto- ja kierrätysilma

Asetusteksti

Erytysuunnittelijan on suunniteltava rakennuksen ilmanvaihto siten, että palautus- ja siirtoilmana voidaan käyttää vain ilmanpuhtaudeltaan samanarvoisten tai puhtaampien tilojen ilmaa, joka ei saa sisältää ilmanlaatua heikentäviä määriä epäpuhtauksia. Palautus-, siirto-, tai kierrätysilman käyttö ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien, erityisesti hajujen, haitallista leviämistä.

Palautusilmana ei saa käyttää poistoilmaluokkien 2, 3 ja 4 ilmaa.

Palautusilmaa ei saa käyttää tuloilmana seuraavissa tiloissa:

1. asuinhuoneistot;
2. ammattimaiset keittiöt;
3. majoitus- ja ravitsemusliikkeiden ja sisäoppilaitosten majoitusosastot;
4. oppilaitosten opetustilat ja päiväkotien lepo-, leikki- ja ryhmähuoneet;
5. sairaanhoito-, huolto- ja rangaistuslaitosten ja vastaavien majoitusosastot;

6. ravintolat ja kahvilat;
7. muut erityisen puhtaana pidettävät tilat, jollei palautusilmaa puhdisteta tilan käyttötarkoituksen edellyttämälle tasolle.

Opastava teksti

Palautus- ja siirtoilman käyttö edellyttää tapauskohtaista tarkastelua. Palautusilman käyttöä tulisi välttää tiloissa, joille on korkeat ilman laatuvaatimukset (Rakennustieto Oy:n julkaisemassa Sisäilmastoluokitus-ohjekortin luokat S1 ja S2). Kappaleen 13 opastavan tekstin taulukossa on esitetty esimerkkejä poistoilman soveltuvuudesta käytettäväksi palautus- ja siirtoilmana.

Jos huonetilan lämmittämisessä tai jäähdyttämisessä ennen tilan käyttöjakson alkua hyödynnetään ilmanvaihtojärjestelmää, voidaan tähän tarkoitukseen käyttää palautusilmaa, jos se on poistoilmaluokan 1 ilmaa.

Kierrätysilmana saa käyttää samassa tilassa seuraavasti:

-poistoilmaluokka 1: käytettävissä rajoituksetta

-poistoilmaluokka 2: kierrätysilmaa voidaan käyttää, jos ilman laatua voidaan seurata jatkuvasti, sekä rajoituksetta asuinhuoneistoissa

Jos poistoilmaa ei voida käyttää palautusilmana, suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota mahdolliseen poistoilman tahattomaan kulkeutumiseen vuotoina tuloilmaan. Erityistä huomiota kiinnitetään lämmöntalteenottolaitteiston tiiviyyteen ja painesuhteisiin (Kappale 16).

Palautus-, siirto- ja kierrätysilman käytön ohjeita on esitetty standardiluonnoksessa SFS-EN 16798-3:2017 ja sitä tukevassa teknisessä raportissa CEN/TR 16798-4:2017.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

16 Epäpuhtauksien leviäminen lämmöntalteenottolaitteessa

Asetusteksti

Jos ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan lämmöntalteenotolla, erityissuunnittelijan on suunniteltava lämmöntalteenotto siten, että vältetään terveydelle tai viihtyisyydelle haittaa aiheuttavien epäpuhtauksien tai hajujen leviämistä lämmöntalteenoton kautta. Otettaessa lämpöä talteen poistoilmaluokan 4 poistoilmasta ei tulo- ja poistoilman välillä saa olla vuotoja. Otettaessa lämpöä talteen muiden poistoilmaluokkien poistoilmasta on vuotoilman virtaussuunnan oltava pääosin tuloilmapuolelta poistoilmapuolelle.

Yhtä tilaa tai yhtä asuinhuoneistoa palvelevan ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenotossa kaikissa poistoilmaluokissa voi vuotoilman virtaussuunta olla myös poistoilmapuolelta tuloilmapuolelle, jos tuloilma riittää takaamaan sisäilman laadulle 5 §:ssä ja sisäilman kosteudelle 6 §:ssä asetetut vaatimukset sekä ulkoilmavirran määrä täyttää 9 §:n mukaiset vaatimukset.

Opastava teksti

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

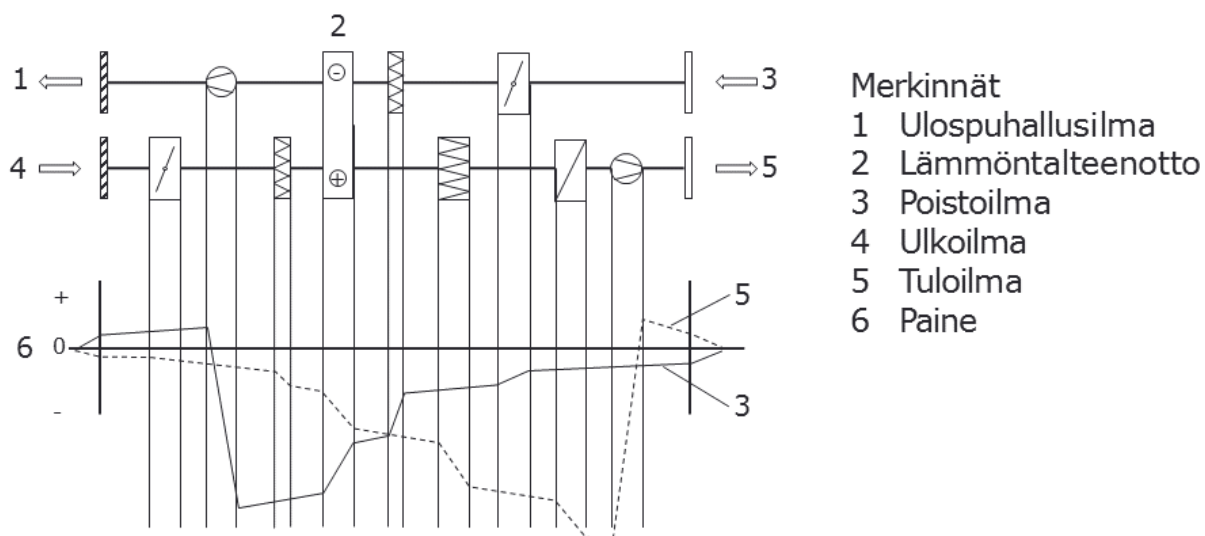
Epäpuhtauksien leviäminen estetään tai minimoidaan valitsemalla lämmöntalteenottolaitteen tyyppi ja ominaisuudet sekä suunnittelemalla järjestelmän painesuhteet tarkoituksenmukaisella tavalla. Suunnittelun lähtökohtana on järjestelmän poistoilmaluokka.

Luokan 1 poistoilma: ei rajoituksia laitteen tyyppille eikä vaatimuksia laitteen painesuhteille. Kuitenkin tulee arvioida vuoto puolelta toiselle, jotta varmistetaan huonetiloihin tarvittavien ulkoilmavirtojen toteutuminen.

Luokan 2 poistoilma: laitteen tuloilmapuolella tulee olla pääosin ylipaine poistoilmapuoleen nähden (Kuva 16.1 CEN/TR 16798-4:2017)

Luokan 3 poistoilma: laitteen tuloilmapuolen tulee olla kauttaaltaan ylipaineinen poistoilmapuoleen nähden (Kuva 16.1 CEN/TR 16798-4:2017). Erityissuunnittelijan tulee tarkistaa ylipaineen toteutuminen järjestelmän kaikissa käyttötilanteissa. Jos lämmöntalteenottolaitteessa voi tapahtua hajujen tai epäpuhauksien siirtymistä puolelta toiselle (esim. yleisimmät regeneratiiviset lämmönsiirtimet), saa poistoilmassa olla enintään 5% luokan 3 poistoilmaa, ja laitteen sisäiseen tiiviyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota.

Luokan 4 poistoilma: suositellaan käytettäväksi epäsuoraa lämmöntalteenottoa, jossa ilmavirrat eivät kohtaa toisiaan lämmönsiirtimen eri puolilla.



Kuva 16.1 Ilmanvaihtokoneen sisäiset paine-erot.

Jos ilmanvaihtokone palvelee vain yhtä tilaa, voidaan lämmöntalteenoton lämmönsiirtimen 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.

Poistoilmaluokan lisäksi on arvioitava poistoilman sisältämien epäpuhtauksien kuten bakteerien ja virusten

leviämrisäkiä myös yleisilmanvaihdon puolella esimerkiksi silloin kun terveyskeskus tai lääkäriasema sijaitsee liike- ja toimistorakennuksessa.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

17 Ilman jako ja poisto

Asetusteksti

Rakennuksen ilman jaon ja poiston on oltava sellainen, että ilma virtaa koko oleskeluvyöhykkeelle välttämättä epäviihtyisyyttä aiheuttavaa ilman liikettä lukuun ottamatta tehostetun ilmanvaihdon tarvetta ja että huonetilassa syntyvät epäpuhtaudet poistuvat tehokkaasti. Ilman on virrattava rakennuksessa sisäilmaltaan puhtaammista tiloista epäpuhtaampiin tiloihin.

Opastava teksti

Ilmanjako suunnitellaan mahdollisimman tehokkaaksi siten, että tuloilma virtaa oleskeluvyöhykkeelle ja että epäpuhtaudet kulkeutuvat poistoilman päätelaitteita kohden. Näin vältetään epäpuhtauksien leviämistä oleskeluvyöhykkeelle. Tuloilma ei saa virrata oleskeluvyöhykkeen ohi poistoilman päätelaitteisiin.

Tuloilmalaitteiden sijoittelussa otetaan huomioon tilan geometria. Joskus arkkitehtoniset syyt vaikeuttavat laitteiden optimaalista sijoittelua. On suositeltavaa tarkistaa ilmanjaon toimivuus laitevalmistajien tuotetietojen kuten heittokuvioiden avulla ja simulointiohjelmistojen avulla erityisesti silloin, kun asennustapa poikkeaa tuotetiedoissa esitetyistä asennustavoista. Laskennassa on otettava huomioon ulkoiset ja sisäiset lämpökuormat, tuloilman lämpötila, laitteiden yhteisvaikutus ja tilojen muunneltavuus esim. väliseinäjaon muuttuessa.

Tulo- ja poistoilmalaitteiden ja siirtoilmalaitteiden tai -reittien on oltava virtaus- ja ääniteknisiltä ominaisuuksiltaan tunnettuja. Ne sijoitetaan ja mitoitetään siten, ettei esimerkissä [Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet](#) [4] esitettyjä ilman nopeuksia ylitetä oleskeluvyöhykkeellä. Koneellisessa poistoilmajärjestelmässä ja painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ulkoilmalaitteen ilmavirtaa on voitava säätää.

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.

Myymälöissä, avotoimistoissa, kauppakeskuksissa, varastohalleissa, erilaisissa liikuntatiloissa, tuotantolaitoksissa voidaan poistoilma johtaa keskitetyn iv-konehuoneen tai -hormin läheisyydessä sijaitsevan poistoilmalaitteen (esim. kartion tai säleikön) kautta. Tuloilma johdetaan kaikkiin tiloihin, joissa tapahtuu tilan käyttötarkoituksen mukaista toimintaa.

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.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

18 Ilmanvaihdon yhdistäminen

Asetusteksti

Ilmanvaihtokanavien yhdistäminen ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien leviämistä tai haittaa ilmanvaihtojärjestelmän toiminnalle.

Ilmanvaihtokanavat voi yhdistää poistoilmaluokkien perusteella seuraavasti:

1. luokkien 1 ja 2 poistoilma voidaan johtaa yhteiseen kanavistoon. Jos poistoilmaluokkien 1 ja 2 ilmavirrat yhdistetään samaan kanavaan ja luokan 2 ilmavirran osuus on yli 10 % yhdistetystä ilmavirrasta, yhdistetty ilmavirta katsotaan kuuluvaksi luokkaan 2;
2. luokan 3 poistoilma on johdettava erilliskanavilla tai ilmanpuhtaudeltaan samantyyppisiä tiloja palvelevilla yhteiskanavilla ulos, palvelemissa tilojen yläpuolella olevaan kokoojakanavaan tai poistoilmakammioon. WC-, pesu- ja siivoustilan poistoilma voidaan johtaa luokkien 1 ja 2 poistoilman pystykanaviin, jos näiden tilojen poistoilmavirta on yhteensä korkeintaan 10 % pystykanavan kokonaisilmavirrasta. Tällöin yhdistettyä ilmavirtaa ei saa käyttää palautusilmana. Yhden asuinhuoneiston kaikkien tilojen poistoilma voidaan johtaa koneellisessa ilmanvaihdossa saman ilmanvaihtokanavan kautta suoraan ulos, tilojen yläpuolella olevaan kokoojakanavaan tai poistoilmakammioon. Eri asuinhuoneistojen poistoilmat voidaan johtaa saman koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän yhteisiin nousukanaviin siten, että keittiöiden poistoilma johdetaan keittiöitä palvelemaan nousukanavaan ja muiden tilojen poistoilma erilliseen nousukanavaan. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ei voida yhdistää yhden asunnon nousukanavia eikä käyttää usean asunnon yhteisiä nousukanavia;
3. luokan 4 poistoilma on johdettava ulos erillisillä poistoilmakanavilla. Jos tilassa käsitellään tai säilytetään merkittäviä määriä terveydelle vaarallisia tai voimakasta hajua aiheuttavia aineita, huonetilaan on tehtävä muusta ilmanvaihtojärjestelmästä erilliset ulko- ja poistoilmakanavat ja tila on suunniteltava alipaineiseksi viereisiin tiloihin nähden.

Kahden tai useamman ilmanvaihtokoneen yhdistäminen samaan kanavaan tai kammioon on suunniteltava siten, etteivät huonetilojen paineet tai ilman virtaussuunnat huonetilojen välillä ja kanavistoissa muutu koneiden ilmavirtoja ohjattaessa. Painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää, koneellista poistoilmavaihtojärjestelmää tai koneellista tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmää ei saa suunnitella yhdistettäväksi siten, että ilman virtaussuunnat huonetilojen välillä ja kanavistoissa voivat muuttua ilmavirtoja ohjattaessa.

Opastava teksti

Huonetilaan tehdään muusta ilmanvaihtojärjestelmästä erilliset ulko- ja poistoilmakanavat, jos tilassa käsitellään tai säilytetään terveydelle vaarallisia tai voimakasta hajua aiheuttavia aineita. Tällaisia tiloja ovat esimerkiksi myrkyllisten aineiden varastot, jätehuoneet ja pesuloiden likapyykki-tilat. Ne on usein myös paloalue- tai paloluokkasyistä toteuttava erillisillä järjestelmillä.

Työ-, oleskelu- ja käytävätiloihin avautuvista WC-, pesu- ja siivoustiloista johdetaan poistoilma ulos yleensä erillisen poistoilmajärjestelmän kautta. WC- ja vastaavien tilojen poistoilma voidaan kuitenkin johtaa kyseisten tilojen yläpuolella olevaa kokoojakanavaa käyttäen muiden tilojen jatkuvasti toimivaan poistoilmavaihtojärjestelmään.

Enintään kolmen WC:n 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.

Teknisten tilojen sekä yksittäisten, toisarvoisessa käytössä olevien tilojen, kuten pienten varastojen ja urheiluvälinehuoneiden poistoilma voidaan johtaa luokan 3 poistoilmakanaviin. Luokkien 1 ja 2 poistoilmaa voidaan käyttää luokan 3 tai 4 tilojen ilmanvaihtoon. Kerrostalon kellari- ja yhteistilat voidaan varustaa omalla ilmanvaihtokoneella ja lämmöntalteenotolla energiasyistä.

Huoneiston tai muun yhtenäisen tilan ilmanvaihto suunnitellaan yksinomaan joko koneelliseksi tai painovoimaiseksi ilmanvaihtojärjestelmäksi. Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä voidaan suunnitella tehostettavaksi poistoilmapuhaltimella. Hallittu ulkoilman saanti varmistetaan tällöin siten, ettei ilma virtaa ulospuhallusilmakanavien tai savuhormien kautta huoneisiin (vrt esim. liesituuletin yms [22. kappaleessa](#) [9]).

Asuinhuoneistojen keittiöpoisto yhdistetään aikaisintaan ilmanvaihtokoneella muiden tilojen poistoilmaan.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

19 Ilmanvaihdon tiiviysluokat

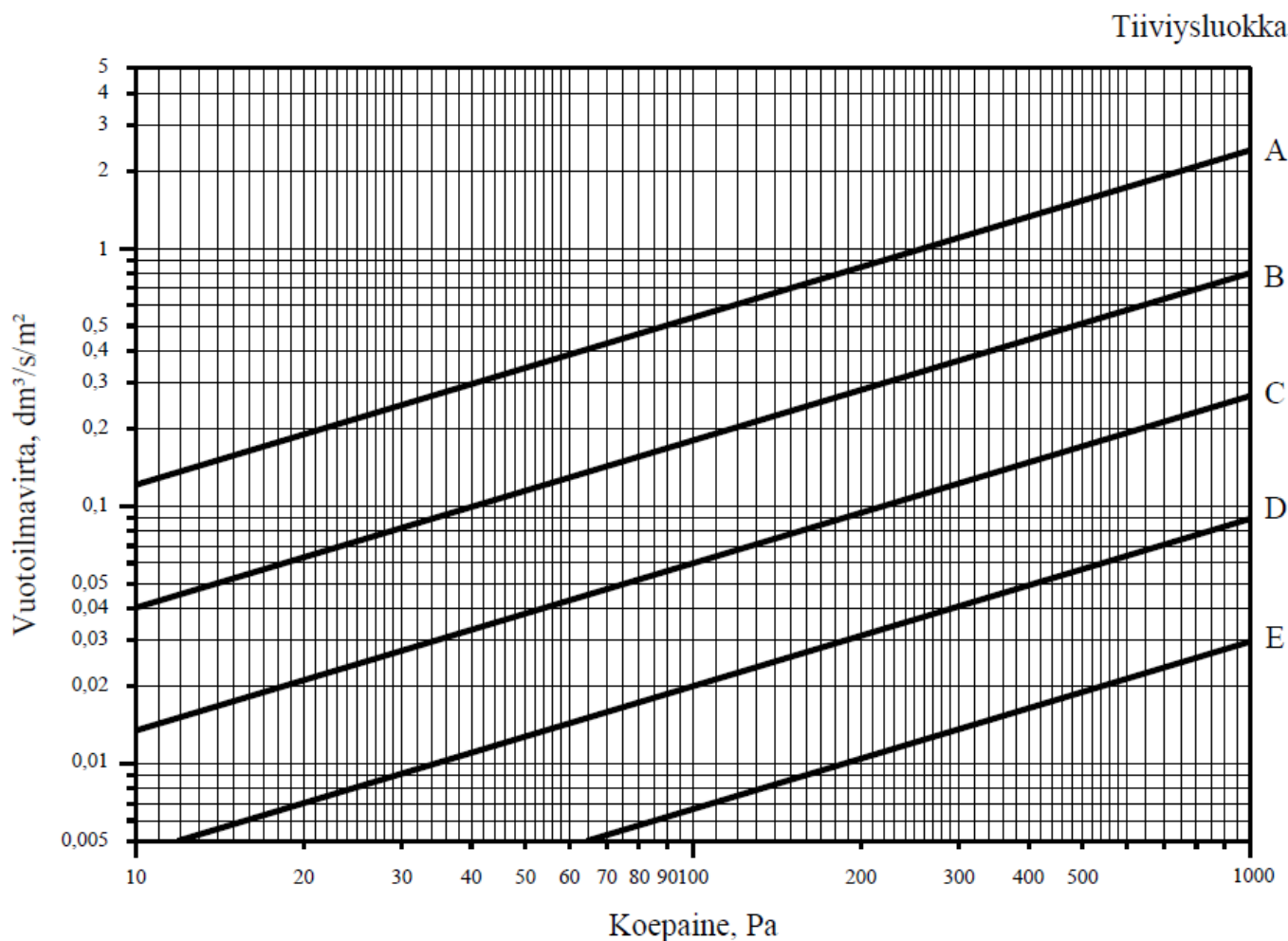
Asetusteksti

Ilmanvaihtojärjestelmän, ilmakanavan ja kanavan osien suurimmat sallitut vuotoilmavirrat vaipan pinta-alaa kohti q_{V1A} ($\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$) koepaineella p_s (Pa) eri tiiviysluokissa ovat seuraavat:

Tiivisyysluokka	Sallittu vuotoilmaenintään q_{VIA} $\text{dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$
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	$0,0003 \times p_s^{0,65}$

Opastava teksti

Ilmanvaihtojärjestelmän kanavisto on tavanomaisissa rakennuksissa yleensä riittävän tiivis, kun se on tiiviydeltään vähintään tiivisyysluokkaa B. Tiivisyysluokan B suurin sallittu vuotoilmavirta on esitetty käyrästäönä muiden tiivisyysluokkien kanssa kuvassa 19.1.



Kuva 19.1 Ilmanvaihtojärjestelmän ja sen osien suurimmat sallitut vuotoilmavirrat vaipan pinta-alaa kohti

eri tiiviysluokissa.

Kanaviston tiiviysluokka B on saavutettavissa tavanomaisissa ilmanvaihtojärjestelmissä, kun käytettävien ilmakehien ja kanavien tiiviysluokka on C.

Ilmanvaihtokone on yleensä riittävän tiivis, kun se on vaipan tiiviydeltään vähintään tiiviysluokkaa A ja vuotoilmavirta tulo- ja poistupuolen välillä on joko enintään 6 % ilmanvaihtokoneen nimellisilmavirrasta koepaineella 300 Pa tai määritetty ilmanvaihtokoneita koskevan ekosuunnitteluasetuksen mukaisesti merkkiainekokeella (SFS-EN 13141-7) kuuluvaksi vähintään luokkaan C3, joka tarkoittaa enintään 4%:n sisäistä vuotoa maksimi-ilmavirrasta.

Järjestelmän tai sen osan (koneet, kanavat, kanavaosat) tiiviys ilmoitetaan standardissa SFS-EN 16798-3:2017 ja CEN-raportissa CEN/TR 16798-4:2017 uudella tavalla, jossa luokat vastaavat iv-asetuksen luokkia taulukon 19.1 osoittamalla tavalla.

Taulukko 19.1. Tiiviysluokkien vastaavuus

Tiiviysluokka YM:n asetus	Tiiviysluokka TR 16798-4
A	ATC 5
B	ATC 4
C	ATC 3
D	ATC 2
E	ATC 1

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

20 Ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys- ja lujuusvaatimus

Asetusteksti

Rakennuksen painovoimaisen tai koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän on oltava luja ja tiiviydeltään vähintään tiiviysluokkaa B. Jos poistoilmassa on merkittävästi muita kuin ihmisperäisiä epäpuhtauksia, on tiiviysluokan oltava vähintään C.

Koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä rakennuksen sisällä konehuoneen ulkopuolella sijaitsevat poistoilmakanavat on suunniteltava alipaineisiksi. Poistoilmaluokkien 1 ja 2 poistoilmakanavat voivat kuitenkin olla ylipaineisia rakennuksen sisällä edellyttäen, että kanavisto on vähintään tiiviysluokkaa C. Poistoilmaluokan 3 poistoilmakanavat ja asuntokohtaiset ulospuhallusilmakanavat voivat olla ylipaineisia rakennuksen sisällä edellyttäen, että kanavisto on vähintään tiiviysluokkaa D. Poistoilmaluokan 4 poistoilmakanavat voivat olla ylipaineisia rakennuksen sisällä, jos kanavisto ei vuoda.

Painovoimaisessa ja koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ilmakanavien jäykistys ja kannatus on suunniteltava siten, että kanavat pysyvät tukevasti paikallaan ja kestävät ilmanvaihtojärjestelmässä esiintyvät painevaihtelut, puhdistuksen ja muut rasitukset.

Koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ilmanvaihtokoneiden ja kammioiden on kestävä puhaltimen paineen aiheuttama kuormitus sulkupeltien ollessa suljettuina. Jos koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän ilmakanavan poikkipinta-ala suunnitellaan suuremmaksi kuin $0,06 \text{ m}^2$, on ulko- ja ulospuhallusilmakanavat varustettava sellaisilla sulkupelleillä, jotka sulkeutuvat automaattisesti järjestelmän pysähtyessä.

Opastava teksti

20.1 Kanaviston tiiviys

Koko järjestelmän tiiviysluokka valitaan siten, ettei koko järjestelmän vuoto toimintapaineella, ylipaine tai alipaine, ylitä tiettyä osuutta koko järjestelmän tulo- tai poistoilmavirrasta. Järjestelmän toiminnan hallinta ja tarpeettoman energiankulutuksen välttäminen edellyttävät, että tämä osuus on enintään 2% kokonaisilmavirrasta, mikä tavanomaisissa järjestelmissä toteutuu yleensä järjestelmän ollessa kokonaisuutena tiiviysluokkaa B.

Järjestelmän komponenttien vuodot ovat vain osa koko järjestelmän vuodoista. Järjestelmän asennus voi vaikuttaa lopputulokseen merkittävästi, joten komponentit on hyvä valita vähintään yhtä tiiviysluokkaa paremmista komponenteista.

Järjestelmän tiiviysluokka on syytä valita paremmaksi kuin luokka B, jos

- järjestelmän kanavien ja muiden osien pinta-ala ilmavirtaan nähden on poikkeuksellisen suuri tai
- järjestelmän keskimääräinen yli- tai alipaine ympäröiviin tiloihin nähden on poikkeuksellisen suuri

Esimerkkejä:

Luokka B on vähimmäissuositus tavanomaisille järjestelmille

Luokka C on vähimmäissuositus, jos

- kanavien paine-ero ympäröiviin tiloihin nähden on tavanomaista suurempi,
- jos kanaviston vuodot voivat aiheuttaa ongelmia sisäilman laadulle kuten kondenssiongelmiä, tai järjestelmän toiminnalle tai painesuhteiden hallinnalle.

Luokat D ja E ovat suositeltavia, jos järjestelmän palvelemille tiloille on asetettu poikkeuksellisia hygienia- tai muita vaatimuksia, kuten esimerkiksi sairaaloiden toimenpidetiloissa, tai rakennuksen sisällä olevissa ylipaineisissa poistoilmakanavissa.

Valitun tiiviysluokan mukainen vuotoilmavirta lisätään tilojen tarvitsemaan kokonaisilmavirtaan.

Tavanomaisissa järjestelmissä tämä tarkoittaa sitä, että puhaltimen kokonaisilmavirran tulee olla 2% suurempi kuin palvelemissa tilojen tilakohtaisten ilmavirtojen summa.

Poikkipinta-alaltaan Yli $0,06 \text{ m}^2$ (halkaisija yli 276 mm) suuremmat ulko- ja ulospuhallusilmakanavat varustetaan sulkupelleillä, jotka estävät takaisinvirtauksen ja hallitsemattoman ilmavirran ilmanvaihtojärjestelmän ollessa pysäytettynä. Ulko- ja ulospuhallusilmakanavien sulkupeltien riittävä tiiviys saavutetaan, kun sulkupelti täyttää standardin SFS-EN 1751:1998 mukaisen suljetun pellin tiiviysluokan 3 vaatimukset.

20.2 Kanaviston lujuus

Ilmakanavien kannatusten ja jäykistysten on kestettävä eristystyön, eristysten painon ja puhdistusmenetelmien aiheuttamat rasitukset.

Ilmastointikoneen ja kammioiden vaipan sekä ilmakanavien on kestettävä sallitun enimmäispaineen (suurin sallittu käyttöpaine), kuitenkin vähintään $\pm 1000 \text{ Pa}$:n koepaineen (yli- tai alipaine), aiheuttama kuormitus.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

21 Ilmavirroista aiheutuvat paineet ja rakenteiden ilmanpitävyys

Asetusteksti

Erityissuunnittelijan on suunniteltava rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. Pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtävänsä mukaisesti suunniteltava rakennuksen vaipan ja sisärakenteiden ilmanpitävyys ja hormivaikutuksen hallinta siten, että edellytykset ilmanvaihdon toiminnalle voidaan varmistaa ja vältetään

rakenteissa olevien epäpuhtauksien, maaperässä olevien epäpuhtauksien ja radonin siirtymistä sisäilmaan ja vältetään kosteuden siirtymistä rakenteisiin.

Opastava teksti

Jollei rakennuksen toiminnan erityisluonne toisin edellytä, suunnitellaan rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat tasapainoon staattisessa tilanteessa. Staattinen tilanne on esimerkiksi se tilanne, jossa rakennuksen ilmavirrat säädetään ilmanvaihtojärjestelmän rakentamisen valmistumisvaiheessa. Järjestelmän suunnittelussa on huomioitava mm. erillispoistojen, takan tai keskuspolynimurin kautta rakennuksesta poistettava ilmamäärä ja osoitettava, mistä korvausilma saadaan.

Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava siten, että ilma virtaa puhtaammista tiloista kohti tiloja, joissa syntyy runsaammin epäpuhtauksia tai joiden puhtausluokitus muuten on alhaisempi. Jos tilassa syntyy runsaasti epäpuhtauksia tai kosteutta, suunnitellaan se alipaineiseksi muihin tiloihin nähden.

Rakennuksen tavanomainen käyttö tai sään vaihtelu ei saa merkittävästi muuttaa rakennuksen tai huonetilojen painesuhteita. Tämä tulee toteuttaa rakenteellisin keinoin, ilmanvaihtojärjestelmän avulla ei edellytetä hallittavan rakennuksen painesuhdetta muuttuvissa ulkoisissa kuormitustilanteissa. Pyöröovet tai riittävän pitkät tuulikaapit rakennuksen alakerrosten sisäänkäynneissä, hissien odotusalueen erottaminen seinillä muusta kerroksesta sekä porraskuilukatkot ovat esimerkkejä tällaisista toimenpiteistä.

Niiden rakennusosien, jotka vaikuttavat rakennuksen painesuhteisiin (mm. vaippa, kerroksia ja tiloja erottavat rakennusosat jne.), ilmatiiveys tulee määrittellä suunnitteluvaiheessa ottaen huomioon sekä tuuli-, että lämpötilaolosuhteet.

Ilmanvaihtojärjestelmä suunnitellaan ja toteutetaan siten, etteivät sään vaihtelut muuta ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtoja ja niiden virtaussuuntia rakennuksessa.

Korkeiden rakennusten ilmanvaihto jaetaan ilmanvaihtoteknisesti erillisjärjestelmiin, joille on määritelty ylimmän ja alimman päätelaitteen välinen maksimikorkeusero. Maksimikorkeusero voidaan arvioida CEN/TR 16798-4:2017 -raportin mukaan seuraavasti:

$$D_{\max} = 600 / (T_a - T_{\text{out,min}}),$$

jossa:

- D_{\max} on maksimikorkeusero (m)
- T_a on sisälämpötila (°C) ja
- $T_{\text{out,min}}$ on ulkolämpötila suunnitteluarvo talvitilanteessa (°C).

Esimerkki: Kun sisälämpötila on 21 °C ja ulkoilman lämpötila on -32 °C, ei ylimmän ja alimman päätelaitteen korkeuseron tule ylittää 11 metriä.

Vaihtoehtoisesti ilmanvaihtojärjestelmä voidaan varustaa vakiovirtaussäätimillä tai vastaavilla laitteilla, jotka automaattisesti kompensoivat ns. savupiippuvaikutuksen. Tässäkin tapauksessa on tarkastettava tapauskohtaisesti säätimien toiminta-alue ja siihen perustuen maksimikorkeusero ylimmän ja alimman päätelaitteen välillä.

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

Kahden tai useamman ilmanvaihtokoneen yhdistäminen samaan kanavaan tai kammioon tulee suunnitella ja rakentaa siten, etteivät huonetilojen paineet tai ilman virtaussuunnat ja määrät huonetilojen välillä ja

kanavistoissa muutu koneiden ilmavirtoja ohjattaessa.

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 kammio tai kanava väljäksi ja valitaan puhaltimien ominaiskäyrästä toimintapiste siten, etteivät ilmavirrat muutu enempää kuin 3 % pysäyttämisen takia. Pysäytettävät koneet varustetaan sulkupelleillä, jotka täyttävät standardin SFS-EN 1751:1998 mukaisen suljetun pellin tiiviysluokan 3 vaatimukset.

Koneellisessa poistoilmanvaihtojärjestelmässä ulkoilmalaitteiden kautta tulevan ulkoilmavirran kohtuullinen hallinta edellyttää vähintään 10 Pa:n paine-eroa rakennuksen vaipan yli (kts. myös tämän ohjeen kappale [14 Ulkoilmalaitteiden ja ulospuhalluslaitteiden sijoittaminen](#) [10]).

Painovoimasta ja koneellista ilmanvaihtoa ei samassa rakennuksessa voi käyttää, koska on olemassa vaara, että painovoimaisessa hormissa ilman virtaussuunta vaihtuu.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

22 Tulisija ja erillispoistot

Asetusteksti

Erityissuunnittelijan on suunniteltava tulisijan ja erillispoistojen käytön vaatima lisäulkoilmavirran saanti siten, että rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä toimii hallitusti ja rakennuksen tai huonetilojen paineet eivät muutu haitallisesti.

Opastava teksti

Liesikuvun vaatima korvausilmavirta otetaan huomioon ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa. Korvausilman saannin suunnittelussa sovelletaan muiden erillispoistojen ratkaisuja kuten ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistoilmamäärien tarpeenmukaista ohjausta tai muita soveltuvia keinoja.

Tulisijan vaatima palamisilmavirta otetaan huomioon ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa.

Tulisijoissa palamisilma voidaan johtaa tulisijan alle suoraan ulkoa, mikä on tehokas tapa pienentää korvausilmamäärän tarvetta, ulkoseinään sijoitettavan ulkoilmaventtiilin tai muulla soveltuvalla tavalla. Palamisilman johtamisesta tulisijan alle noudatetaan takkavalmistajan ohjeita.

Mikäli palamisilma johdetaan suoraan tulisijaan, on kanavointi, sulkupelti, arina ja niiden puhdistettavuus otettava huomioon suunnittelussa ja toteutuksessa. Palamisilman hallittu johtaminen tulisijaan estää huoneilman turhan jäädyttämisen, huoneistoon ei tule vedontunnetta ja liesituulettimen tai keskuuspölynimurin vaikutus tulisijan vetoon on pienempi kuin palamisilman huoneistosta ottavan tulisijan tapauksessa.

Ilmanvaihtokoneiden takkatoiminto ei ole tarkoitettu takan palamisilman sisälle tuomiseen, vaan syyttämiseksi, ja siksi takkakytkimen toiminta-aika on rajoitettu.

Takan lämmön siirtymistä voi tehostaa asentamalla tuloilmaventtiili takan yläpuolelle. Pienellä puhalluksella

saadaan aikaan suuren ilmamassan siirtyminen ja katon rajaan nousseen lämpimän ilmamassan sekoittuminen. Takan päälle ei tule sijoittaa poistoventtiiliä.

Tulisijan tehokkaalla käytöllä ja ilmanvaihdon toiminnalla on selkeä vuorovaikutus. Puun polttamiseen tarvitaan palamisilmaa, ja savukaasut tulee johtaa hallitusti pois rakennuksesta. Toisaalta savupiippu on peltien ollessa avoimina yksi ilmanvaihdon virtausreitti. Tulisijalla varustetut tilat suositellaan varustettavaksi palovaroittimen lisäksi häikäyrimellä.

Tulisijaa käytettäessä tulee välttää liesituulettimen tai keskuspolynimurin samanaikaista käyttöä.

Keskuspolynimurin tarvitseman korvausilman saamiseksi voidaan käyttäjää ohjeistaa avaamaan tuuletusikkuna tai kytkemään takkakytkin päälle imuroinnin käytön ajaksi. Suunnittelijan laatii käyttöoppaan rakennuksen lvi-laitteiden yhteiskäytöstä eri tilanteissa.

Keskuspolynimurin tai liesituulettimen vetokaappien ja kohdepoistojen (koulujen fysiikan kemian ja teknisen työn tilat, ammattikoulut, laboratoriot) korvausilman saannin suunnittelussa voidaan soveltaa muiden erillispoistojen ratkaisuja kuten ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistoilmamäärien tarpeenmukaista ohjausta.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

23 Ilman kostutus

Asetusteksti

Jos ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan ilman kostutuksella, erityissuunnittelijan on suunniteltava ilman kostutus siten, että vältetään olosuhteet terveyttä vaarantavien mikrobin kasvulle.

Opastava teksti

Ilman kostutus ja kostutuslaitteiden vedenkäsittely on suunniteltava ja toteutettava siten, että kostutus ei huononna sisäilman laatua. Erityisenä riskinä on legionellabakteerien kasvu ja leviäminen ilmanvaihdon kautta.

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

Kostutusosan jälkeiseen ilmanvaihtokoneen tai kanavan osaan tehdään mittaussyhde kosteuden mittausta varten.

Ilman kostutus ja kostutuslaitteiden ohjaus suunnitellaan niin, että ilman kosteus voidaan pitää hallitusti asetetuissa rajoissa, eikä kosteuden tiivistymisen mahdollistavia hetkellisiä korkeita kosteuksia esiinny.

Mikäli poistoilmasta otetaan kosteutta talteen (esim. regeneratiiviset lämmönsiirtimet), otetaan kosteuden palautuminen huomioon tilojen ilman kosteuden ja ilmanvaihdon tarpeen suunnittelussa, jotta ilman kosteus ei nouse haitallisen korkeaksi tilojen käyttötarkoituksen mukaisen kosteudentuoton aikana.

Jos kostutetun tilan poistoilmasta otetaan lämpöä ja mahdollisesti kosteutta talteen, suunnitellaan lämmöntalteenoton jäätymissuojaus ja vedenpoisto niin, että se on toimintavarmaa kostutetun tilan poistoilman suunnitelluilla kosteustasoilla.

Kostutuslaitteen ilmapuoli varustetaan riittävän suurilla huoltoluukuilla. Ilmanvaihtojärjestelmässä olevan kostutuslaitteen kostutusvesi ei saa kulkeutua pisaroina ilmansuodattimiin, äänenvaimentimiin tai kanavien erityksiin tai muihin sellaisiin paikkoihin, joissa voi synnyttää olosuhteet terveyttä vaarantavien mikrobien kasvulle.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

24 Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistettavuus ja huollettavuus

Asetusteksti

Erityissuunnittelijan on suunniteltava ilmanvaihtojärjestelmä ja sen huoltoväylät siten, että ilmanvaihtojärjestelmän osat voidaan helposti ja turvallisesti puhdistaa, huoltaa, korjata ja vaihtaa. Ilmanvaihtokoneiden huoltoa ja korjausta varten on varattava vähintään huollettavien laitteiden mittainen tila huoltosuunnassa.

Opastava teksti

24.1 Huoltoreitit ja pääsy ilmanvaihtokonehuoneisiin

IV-konehuoneen suunnittelussa ja toteutuksessa varmistetaan siitä, että kulkuväylän vapaa vähimmäiskorkeus on pääsääntöisesti 2100 mm. Oviaukon kohdalla korkeus saa olla välttämättömien karmien ja kynnysten verran pienempi.

Mallintamalla IV-konehuone tai tekemällä riittävä määrä leikkauksia varmistetaan kulkureiteistä, huoltotiloista ja luoksepääsystä ja varmistetaan IV-järjestelmän teknisen käyttöiän kestävästä huollettavuudesta.

Kulku IV-konehuoneeseen järjestetään kiinteällä porrasyhteydellä. IV-konehuoneen oviaukon ulkopuolelle suunnitellaan lepotaso, johon oven avaamisen ajaksi voidaan laskea työkalut ja tarvikkeet. Oviaukon leveyden tulee olla vähintään 900 mm, ja sellainen, että toistuvissa huoltotoissa tarvittavat laitteet, varaosat ja tarvikkeet saadaan vaivatta vietyä konehuoneeseen.

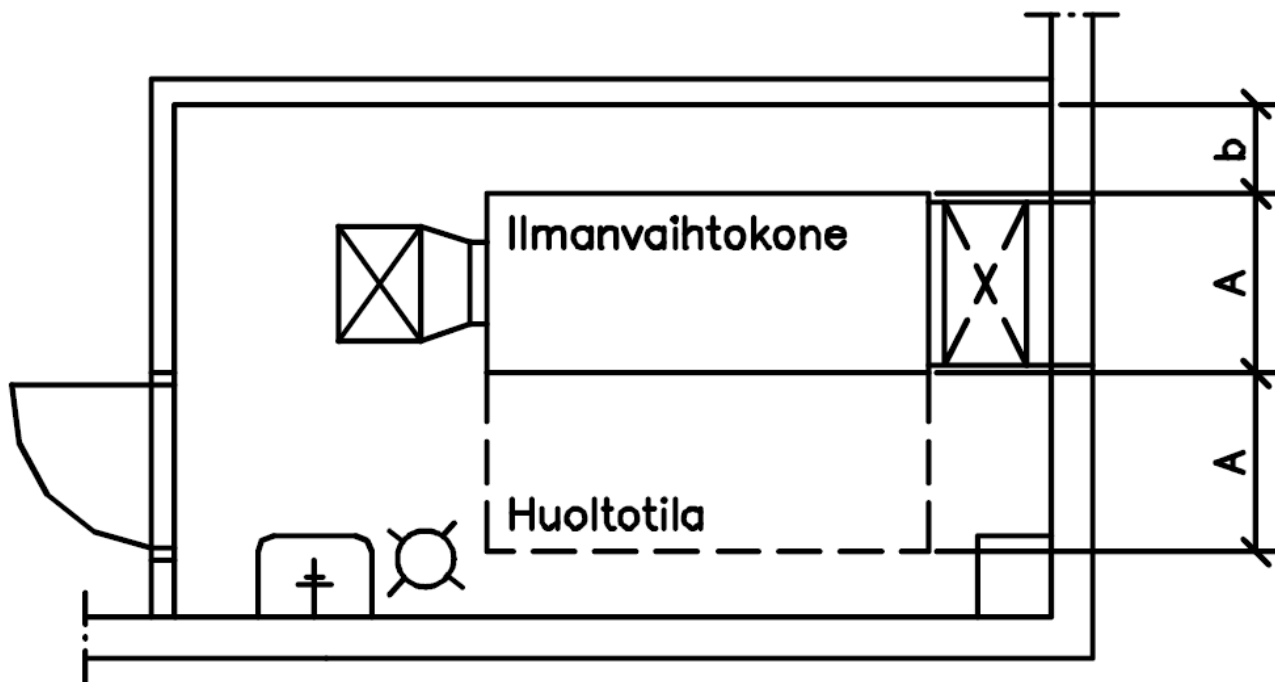
Suunnittelussa huomioidaan riittävän suuret haalausreitit, jotta IV-kone voidaan uusia rakenteita rikkomatta.

Tavarankuljetuksen vaatimat toimet ja mitoitus suunnitellaan tapauskohtaisesti ja se voi tapahtua myös vesikatolla aukeavien huolto-ovien kautta.

24.2 Suunnittelu

Kaikille huoltoa vaativille laitteille ja kojeille varataan suunnitelmassa riittävästi tilaa, jotta huoltoa vaativat työvaiheet voidaan turvallisesti suorittaa. Pääsy huoltoa vaativiin kohteisiin, kuten kiinteät portaat, huoltotasot ja kulkusillat ovat osa iv-suunnittelua.

Ilmanvaihtolaitteiden tilavarauksissa noudatetaan kuvassa 24.1 ilmanvaihtokoneelle esitettyjä periaatteita. Jos konehuoneessa on useita koneita, varataan tilaa erikseen huoltoon ja korjauksia varten. Huoltotilaan ei sijoiteta kiinteitä eikä raskaita esineitä.



Kuva 24.1 Ilmanvaihtokoneen huoltotilan sijoitus- ja mitoitusesimerkki. A on ilmanvaihtokoneen leveys ja b on 0,4 kertaa ilmanvaihtokoneen korkeus tai vähintään 600 mm.

Tilavarauksissa otetaan huomioon myös sähkö- ja automatiikkakeskusten tarvitsema tila sähkömääräysten mukaisesti. Konehuoneeseen voidaan sijoittaa myös muita teknisiä järjestelmiä, kunhan laitteiden huoltoon ja puhdistusta varten varataan riittävästi tilaa eli vähintään huollettavien laitteiden mittainen tila huoltosuunnassa.

Lisäksi iv-konehuone on syytä varustaa vesipisteellä ja tasapohja-altaalla.

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

Alakattomateriaalia valittaessa on syytä kiinnittää huomiota siihen, että puhdistusluukut eivät likaannu tai että ne ovat helposti puhdistettavissa käytön jälkeen.

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.

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

24.3 Asennusvaihe

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

Kanavat säilytetään työmaalla välivarastossa tulpattuna siten, että ne eivät joudu alttiiksi sateelle, lialle tai kolhuille. Pienet kanavaosat ja päätelaitteet säilytetään työmaalla suljetuissa pakkauksissa. Erityistä huomiota tulee kiinnittää sellaisten tarvikkeiden säilytykseen, jotka sisältävät huokoista materiaalia, kuten äänenvaimentimet, paineentasauslaatikot, ilmamääräsäätimet jne. Kostuneet tai muuten vahingoittuneet materiaalit tulee poistaa työmaalta.

Varastointitapa on esitetty kosteudenhallintasuunnitelmassa.

Asennettu kanavisto tulpataan työmaan aikana ennen käyttöönottoa, jottei kanavistoon mene pölyä ja likaa.

Ennen säätö- ja mittauksien suorittamista suoritetaan tilojen, kojeiden ja kanavien sisäpuolinen puhtaustarkastus. Tarkastusasiakirjan liitetään riittävä määrä valokuvia ja asiakirjassa todetaan kohteen puhtaus.

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.

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.

24.4 Käyttö

Puhdistusta ei tule suorittaa sellaisten laitteiden, jotka voivat vaurioitua puhdistuksen yhteydessä, läpi. Näitä ovat esimerkiksi äänenvaimentimet, säätöpellit, muut ilmavirtasäätimet, sulkeutuvat palorajoittimet tai muut vastaavanlaiset laitteet.

Puhdistusluukkujen sijainti merkitään alakattoon.

Käytävien alakatoissa oleville taloteknisille järjestelmille varataan riittävästi tilaa, siten että tilojen muuntojoustavuus on otettu huomioon suunnitteluvaiheessa. Anturit, sulkeutuvat palorajoittimet ja toimilaitteilla varustetut ilmavirtasäätimet vaativat säännöllistä tarkkailua, joten asennuksen yhteydessä

varmistetaan, että huoltotila on esteetön.

Ilmanvaihtokoneet varustetaan ilman työkaluja avattavilla huoltoluukuilla.

Suodattimien vaihtoväli on esitetty käyttö- ja huoltosuunnitelmassa, joten varasuodattimien säilyttäminen konehuoneessa ei ole välttämätöntä.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

25 Ilmanvaihtojärjestelmän eristäminen

Asetusteksti

Erityissuunnittelijan on suunniteltava ilmanvaihtokanavien, -kammioiden ja -koneiden lämmön- ja kosteudeneristys siten, ettei ilma jäähdy tai lämpene lämpötilanhallintaa ja viihtyisyyttä haittaavasti eikä kosteus tiivisty rakenteita vahingoittavasti tai sisäilman laatua heikentävästi.

Opastava teksti

Ilmanvaihtokanavien lämmöneristyksen tarkoituksena on estää kanavan sisällä olevan ilman tarpeetonta lämpenemistä tai jäähtymistä ja siten rajoittaa energiankulutusta tai kosteuden tiivistymistä vedeksi kanavan sisä- tai ulkopinnalla. Esimerkiksi asunnoissa lämpimissä tiloissa oleva ulkoilmakanava ja virtaussuunnassa lämmöntalteenoton jälkeen oleva ulospuhallusilmakanava lämmön- ja kondenssieristetään. Tuloilmakanava tulee lämmön- ja kondenssieristää, kun tuloilmaa jäähdytetään.

Erityissuunnittelija valitsee tarvittavan eristyksen materiaalit ja eristepaksuudet huomioiden kanava- ja eristysmateriaalien valmistajien ohjeet.

Kanavan lämmöneristystä esim. ullakkotilassa ei voi kokonaan korvata rakennuksen vaipassa käytettävällä lämmöneristystuotteella.

Kylmässä ullakkotilassa ilmanakanavat lämmöneristetään yleensä siten, että eristekerroksen lämmönvastus on vähintään $2,0 \text{ m}^2\text{K/W}$, joka vastaa esimerkiksi 100 mm lämmöneristettä, jonka lämmönjohtavuus 10 °C lämpötilassa on $0,05 \text{ W/(mK)}$. Lämmönvastuksen tulee olla vähintään $2,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ myös silloin, kun eristetyn kanavan ympärille tulee rakennuksen vaipassa käytettävää lämmöneristettä kuten puhallusvillaa tai kevytsoraa (papu). Erityissuunnittelija määrittää lämmöneristetuotteen ja eristepaksuuden.

Lämmöneristeenä voidaan käyttää lasi- tai kivivillaa, solukumia, polyuretaania tai polyesterikuitumateriaalia. Lämmöneristeen tulee olla suunniteltuun käyttötarkoitukseen sopivaa.

Kosteus- eli kondenssieristeenä voidaan käyttää solukumieristettä, kondenssiitiivistä umpisolueristettä tai kondenssiitiivistä kivivillaeristettä. Kun käytetään kivivillaeristettä, kondenssiitiiviyteen päästään teippaamalla päällysteen pituus- ja poikittaissaumat huolellisesti.

Kondenssieristeen ja kanavan välin on oltava tiivis niin, ettei ympäröivästä ilmasta kondensoitunut vesi voi kertyä siihen. Kondenssieristetyn kanavan kannake ei saa leikata kondenssieristettä. Ulospuhallusilmakanava eristetään yhtenäisenä ulospuhalluslaitteen eristeeseen saakka.

Ilman liikkeestä aiheutuvia häiritseviä virtausääniä voidaan vaimentaa äänenvaimentimien lisäksi kanavien sisälle asennettavalla äänenvaimennusmateriaalilla. Tällöin on varmistuttava, ettei äänenvaimennusmateriaalista irtoa ilmavirtaan haitallisia kuituja tai hiukkasia. Kanavan ja kanavaosien tulee

olla helposti puhdistettavissa.

Ilmanvaihtokanavan seinämän läpi huonetilaan tulevaa ääntä voidaan vaimentaa käyttämällä lämmöneristykseen soveltuvaa mineraalivillaa.

Ilmanvaihtokanavien paloeristysratkaisujen tulee olla testattuja standardin SFS-EN 1366-1 mukaisesti. Näiden ratkaisujen tuotekelpoisuus osoitetaan lain eräiden rakennustuotteiden tuotehyväksynnästä 954/2012 mukaisesti paitsi palotekninen käyttäytyminen (esim. A1), joka osoitetaan CE-merkinnällä.

Paloeristysratkaisut ovat valmistajakohtaisia ja kattavat paloeristemateriaalin lisäksi läpiviennin tiivistämisen. Erityissuunnittelija valitsee vaatimukset täyttävän paloeristysratkaisun.

Eristeen paksuus määräytyy paloeristeen palonkestävyyden perusteella ja se voi olla eri tuotteilla erilainen. Suunnittelija valitsee käytettävän tuotteen ominaisuudet, jotka siirretään suunnitelmaan.

Tilavarauksissa ja suunnitteluasiakirjoissa on huomioitava eristysten tilantarve siten, että eristet tuotteiden asentaminen on mahdollista ja että eristettävän kohteen jokaisessa kohdassa saavutetaan vaadittu eristepaksuus.

Eristeet asennetaan LVI-työselostuksen mukaan paitsi paloeristeillä valmistajan ohjeiden mukaan. Asennuspinnan tulee olla kuiva ja puhdas. Eristeen saumojen kohdalle ei saa jäädä eristekerroksen läpi meneviä rakoja.

Yksi eristekerros voi samanaikaisesti toimia useammassa käyttötarkoituksessa kuten lämmön- ja paloeristeenä tai lämmön-, palo- ja kondenssieristeenä tai lämmön- ja ääneneristeenä. Jos palo- ja kondenssieristys toteutetaan 2-kerroseristeenä, paloeristeenä käytettävän tuotteen päälle ei saa asentaa kondenssieristetuetta, jonka palotekninen käyttäytyminen on paloeristeen paloteknistä käyttäytymistä huonompi.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

Luku 4, Ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönoton mittaukset

26 Tiiviys

Asetusteksti

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että ilmanvaihtojärjestelmän tiiviys on mitattu ennen rakennuksen käyttöönottoa. Yhtä rakennuksen tilaa tai yhtä asuinhuoneistoa palvelevissa ilmanvaihtojärjestelmissä tiiviyn mittausta voidaan korvata asennustarkastuksella, jos kanavisto on tehty kokonaan vähintään tiiviysluokan C mukaisista kanavista ja kanavanosista. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on tehtävä merkintä rakennustyön tarkastusasiakirjaan ilmanvaihtojärjestelmän tiiviyn suunnitelmanmukaisuudesta.

Opastava teksti

Tiiviyskokeen suorittamisesta on sovittava lvi-aloittamiskokouksessa tai ainakin suunnitteluasiakirjoissa ja niistä on laadittava tarkastusasiakirjamerkintä.

Yhden huoneiston kanavan pinta-ala on yleensä niin pieni, että tiiviyskokeen suorittamista varten on yhdistettävä koko pystyhormin asunnot ja lisäksi mahdollisesti useampia nousuhormeja yläpäästä.

Jos kanavisto koostuu tehdasvalmisteisista kierresaumakanavista ja osista, voidaan käyttää menetelmää, jossa tiiviys tarkistetaan esimerkiksi 20 prosentin osuudelta.

Kaikkien kantikkaiden kanavien, muotokappaleiden ja kammioiden tiiviys on tarkistettava 100-prosenttisesti.

Kun korjauskohteessa on tarkoitus hyödyntää olemassa olevaa kanavistoa esim. uusimalla iv-kojeet ja päätelaitteet, on kanaviston tiiviys tarkistettava ennen suunnitelmien laatimista, jotta käyttöönottovaiheessa saavutetaan suunnitellut ilmavirrat.

Koepaineena käytetään tavanomaisissa ilmanvaihtojärjestelmässä 300 Pa ja ylipaineisissa ulospuhallusilmakanavissa 1000 Pa.

Kun asuinkerrostalon pystynousujen kanavointi toteutetaan käyttämällä elementtihormeja, on asennusvaiheessa kiinnitettävä erityistä huolellisuutta jatkosten onnistumiseen. Liitoksien onnistuminen ja suojatulppien poistaminen varmistetaan kuvaamalla kukin pystykanava ennen liitoksia hormin alapäässä huoneistojen kanavistoon ja yläpäässä ullakon kanaviin. Elementtihormien sisäpuolisesta kuvauksesta on tehtävä merkintä tarkastusasiakirjaan. Kuvauksella ei voi korvata kanavien tiiviyskoetta.

Kun elementtihormissa sijaitsevaa kanavaa käytetään asuntokohtaisena poistoilmakanavana, on koepaineena 1000 Pa. Riittävä pinta-ala tiiviyskokeen suorittamista varten saavutetaan yhdistämällä useiden asuntojen kanavat vesikatolla.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

27 Ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelmanmukaisuuden toteaminen

Asetusteksti

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirrat on mitattu ja säädetty, ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho on määritetty ja ilmanvaihtojärjestelmä on saatettu toimimaan suunnitelman mukaisesti ennen rakennuksen käyttöönottoa. Rakennuksen ja sen ilmanvaihtojärjestelmän on oltava puhdas ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä sekä ennen järjestelmän käyttöönottoa. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on tehtävä merkintä rakennustyön tarkastusasiakirjaan ilmanvaihtojärjestelmän suunnitelmanmukaisuudesta.

Hyväksyttävät poikkeamat suunnitelluista arvoista voivat olla seuraavia:

1. ilmavirta järjestelmä- ja huoneistokohtaisesti ± 10 prosenttia;
2. ilmavirta huonekohtaisesti ± 20 prosenttia, kuitenkin siten, että poikkeama voi aina olla vähintään $1 \text{ dm}^3/\text{s}$;
3. ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho $+ 10$ prosenttia.

Hyväksyttävät poikkeamat sisältävät sekä mittaustuloksen poikkeamat että mittausepävarmuuden, joka on esitettävä mittaustulosten yhteydessä. Mittausmenetelmän ja mittauslaitteiden on sovelluttava mitattavan ilmavirran mittaukseen. Mittauslaitteiden on oltava kalibroituja, kalibroinnin on oltava voimassa ja mittausarvoa on korjattava kalibroinnin mukaan.

Opastava teksti

Ennen ilmavirtojen säätö- ja mittaustyöhön ryhtymistä on varmistauduttava tilojen ja kanavien sisäpuolisesta puhtaudesta. Puhtaustarkastukset kirjataan tarkastusasiakirjaan.

Lvi-aloittamiskokouksessa nimetään kunkin työvaiheen vastuuhenkilö, joka tekee merkinnän tarkastuksestaan tarkastusasiakirjaan.

Ilmanvaihtojärjestelmän sähkölaitteiden toiminta kokeillaan lopullisilla virtayhteyksillä sulakkeet kiinnitettyinä. Toimintakokeet suoritetaan ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä.

Ennen toimintakokeiden aloittamista tarkistetaan, ettei rakennus tai ilmanvaihtojärjestelmä ole niin keskeneräinen, että se vaikuttaisi ilmavirtoihin, paineisiin tai siirtoilman virtaussuuntiin. Ovet, ikkunat ja virtaussäleiköt tulee olla paikalleen asennettuja. Rakennuksen ilmantiiviysmittaus tehdään ennen ilmavirtojen säätöä ja mittausta. Mittaus suoritetaan siten, että suodattimien painehäviö on puolet maksimipainehäviöstä. Ulko- ja sisäovien ja ikkunoiden on oltava suljettuina mittauksen aikana.

Ovien, ikkunoiden ja virtaussäleiköiden tulee olla paikalleen asennettuja. Rakennuksen ilmantiiviysmittaus tehdään ennen ilmavirtojen säätöä ja mittausta. Mittaus suoritetaan siten, että suodattimien painehäviö on puolet maksimipainehäviöstä. Ulko- ja sisäovien ja ikkunoiden on oltava suljettuina mittauksen aikana.

Ilmavirtojen perussäätö tehdään yleisimmän käyttötilanteen mukaisella käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla. Säätölaitteiden asetus suoritetaan eri vuodenaikojen keskimääräisiä olosuhteita vastaavissa käyttötilanteissa. Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ollessa, on ilmavirtojen mittaukset tehtävä suunnittelijan määrittämässä eri käyttötilanteissa (esim. IMS:it minimillä, maksimilla ja "normaalilla").

Ilmanvaihtojärjestelmän virtaus-, ääni-, sähkö- ja lämpötekniset suoritusarvot säädetään ja mitataan järjestelmän käyttöajan mitoitusilmavirralla.

Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ollessa kyseessä virtaus-, ääni-, sähkö- ja lämpötekniset suoritusarvot säädetään ja mitataan suunnittelijan määrittämässä eri käyttötilanteissa.

Asunnoissa ilmavirrat tarkistetaan myös tehostetulla mitoitusilmavirralla.

Tuloilmalaitteiden ilmanjako tarkistetaan pistokokeenomaisesti esimerkiksi savun avulla.

Tarpeenmukaisessa ilmanvaihdossa erityisesti minimi-ilmavirroilla on toki otettava tuloilman ja huoneilman välinen lämpötilaero huomioon.

Suunnitelmanmukaisuuden toteutamisesta on myös ilmanvaihdon lisäaika- ja tehostuspainikkeiden testaaminen ottaen huomioon, että tulon ja poiston pitäisi yleensä tehostua samanaikaisesti.

Myös erillispoistojen käynnistyskytkimien toiminta tulee testata.

Mittauksista laaditaan pöytäkirjat, joissa esitetään mittausvälineet, suunnitelman mukaiset ja mitatut ilmavirrat, päätelaitteen tyyppi, säätöasento ja painehäviö. Rakennuksen ulkoiset olosuhteet kirjataan mittauspöytäkirjaan. Niitä ovat: ulkolämpötila, ilman kosteus, tuulen suunta ja nopeus sekä ilmanpaine. Pöytäkirjassa on oltava mittausta valvovan henkilön (rakennusvaiheen vastuuhenkilön) varmennus ja siitä on

tehtävä merkintä tarkastusasiakirjaan.

Pöytäkirjoihin voi lisätä huomioita sisäympäristöstä ja siihen kohdistuvista mittauksista ja arvioista (huoneen melutaso, ilman liike ja lämpötila jne). Esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttama äänitaso on suositeltavaa mitata ilmamäärämittausten yhteydessä.

Hyväksyttävät poikkeamat mitoitusarvoista ovat seuraavat:

1. ilmavirta järjestelmäkohtaisesti $\pm 10 \%$;
2. ilmavirta huonekohtaisesti $\pm 20 \%$.

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho tarkistetaan suunnittelijan ilmoittamalla tehostamattomalla ilmavirralla. Sähkötöiden vastuuhenkilö ilmoittaa laitteiston ottaman virta-arvon, jonka perusteella ilmanvaihtotöiden vastuuhenkilö laskee laitteiston/järjestelmän ominaissähkötehon. Esimerkiksi ilmanvaihtotöiden valvoja tai suunnittelija tarkastaa rakennushankkeeseen ryhtyneen edustajana ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoa ilmaisen luvun oikeellisuuden.

Hyväksyttävät poikkeamat sisältävät mittausepävarmuuden, jonka suuruus on ilmoitettava mittaustuloksen yhteydessä. Mittaustuloksen hyväksyttävä poikkeama saadaan vähentämällä hyväksyttävästä poikkeamasta mittausepävarmuus.

Esimerkki:

1. Jos huoneen suunnitteluilmavirta on $10 \text{ dm}^3/\text{s}$, on hyväksyttävä poikkeama $\pm 2 \text{ dm}^3/\text{s}$.
2. Jos kalibrointidistuksen perusteella mittalaite näyttää $0,4 \text{ dm}^3/\text{s}$ liian vähän, lisätään mittauservoon $0,4 \text{ dm}^3/\text{s}$. (Mittauservo $10 \text{ dm}^3/\text{s} +$ kalibrointi $0,4 \text{ dm}^3/\text{s} =$ mittaustulos $10,4 \text{ dm}^3/\text{s}$) Usein mittalaitteet säädetään kalibroinnin yhteydessä niin, että ne näyttävät mittaustuloksen, eikä mittauservoa tarvitse erikseen korjata.
3. Jos käytetyn mittalaitteen ja mittauservoon yhdistetty mittausepävarmuus on $\pm 0,9 \text{ dm}^3/\text{s}$, on mittaustuloksen oltava välillä $8,9 \dots 11,1 \text{ dm}^3/\text{s}$. Kalibroinnin mukaisesti korjattu mittaustulos $10,4 \text{ dm}^3/\text{s}$ on siis hyväksyttävän poikkeaman sisällä.

[Sisäilmasto](#) [1]

[Ohje](#) [3]

Palaute ja versiot

Opastava teksti

Palaute

Toivomme palautetta oppaan sisällöstä. Lähetä palaute tämän linkin kautta. [Palaute-linkki](#). [11]

Palautteet käsitellään vähintään vuosittain tehtävän katselmoinnin yhteydessä, jolloin päätetään myös, onko syytä käynnistää laajempi kommentointikierros.

Aiemmin julkaistut versiot

- Sisäilmasto ja ilmanvaihto -oppas, Luonnos kommentteja varten 2017/04
 - [talotekniikkainfo_2017_04_luonnos_sisailmasto_ja_ilmanvaihto_-opas.pdf](#) [12]

Source URL (modified on 2018-01-30 08:43): <https://www.talotekniikkainfo.fi/node/13>

Linkit

[1] <https://www.talotekniikkainfo.fi/book-page-category/sisilmasto>

[2] <https://www.talotekniikkainfo.fi/book-page-category/yleinen>

[3] <https://www.talotekniikkainfo.fi/book-page-category/ohje>

[4] <https://www.talotekniikkainfo.fi/esimerkit/ilmanvaihdon-mitoituksen-perusteet>

[5] <https://www.talotekniikkainfo.fi/lvi-suunnittelun-ja-toteutuksen-perusteet-sisallysluettelomalli>

[6] <http://www.talotekniikkainfo.fi/sisilmasto-ja-ilmanvaihto-opas/5-ss-sisailman-laatu>

[7] <http://www.ilmanlaatu.fi/>

[8] <http://www.talotekniikkainfo.fi/sisilmasto-ja-ilmanvaihto-esimerkit/ulkoilmalaitteiden-ja-ulospuhallusilmalaitteiden-sijoittaminen>

[9] <http://www.talotekniikkainfo.fi/sisilmasto-ja-ilmanvaihto-opas/22-ss-tulisija-ja-erillispoistot>

[10] <http://www.talotekniikkainfo.fi/sisilmasto-ja-ilmanvaihto-opas/14-ss-ulkoilmalaitteiden-ja-ulospuhallusilmalaitteiden-sijoittaminen>

[11]

<mailto:juhani.hyvarinen@teknologiateollisuus.fi?subject=TateOpas%3A%20Sis%C3%A4ilmasto%20ja%20ilmanvaihto-opas%2C%20palaute>

[12]

https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/talotekniikkainfo_2017_04_luonnos_sisilmasto_ja_ilmanvaihto_opas.pdf