Published on *Talotekniikkainfo* (http://www.talotekniikkainfo.fi)

Luonnos: Sisäilmasto ja ilmanvaihto, opas

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 mukaisiin alakohtiin. Varsinaiset asetustekstit on kopioitu asetusluonnoksesta ja ne tullaan päivittämään siinä vaiheessa kun asetus annetaan. Opasta täydetää kokoelma esimerkkejä, joka täydentyy ajan kuluessa.

Opastavat tekstit eivät ole velvoittavia, vaikka ohjeet onkin kirjoitettu määräävään muotoon. Opastavat teksti on kirjoitettu yleisellä tasolla niin, että niitä noudattamalla voidaan toteuttaa asetuksessa esitetyt määräykset ja vaatimukset. Kullakin ohjeella voi olla useita yksityiskohtaisia toteutustapoja esimerkiksi sen mukaan, mikä on ollut suunnittelijan valitsema suunnitteluperiaate tai kohteen tilaajan vaatimustaso. Vaatimustaso on usein järkevää asettaa vaativammaksi kuin määräyksissä esitetty minimitaso. Opasta käytettäessä on myös muistettava, että oppaassa olevien ohjeiden lisäksi on muita toteutustapoja, joilla päästään määräysten mukaiseen vaatimustasoon.

Yleistä [1]

Esipuhe

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 pyritään saattamaan asetuksiksi vuoden 2017 samassa aikataulussa kuin kokoelman muutkin asetukset uudistetaan.

Yhtenä uudistamishankkeen tavoitteista on eriyttää entistä selvemmin määräykset ohjeista. Nyt voimassa olevien rakentamismääräyskokoelmien määräysten lukumäärä on suhteellisen vähäinen, ja käytännön rakentamisessa on tästä syystä tukeuduttu 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 väistyvistä 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 käyttölupaa. Oppaiden tekstejä voi vapaasti käyttää esimerkiksi erilaisten tietoaineistojen 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 Oy
- Vallox Oy

Opasmateriaalin kirjoittajina ovat 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

Yleistä [1]

Kirjoitus- ja kommentointiohjeet

Ohjeet kommentointiin

Ohjeen tekstejä voi kommentoida sellaiset tahot, joilla on käytössään käyttäjätunnukset opasjärjestelmään. Tunnuksia voi kysyä Talotekniikkateollisuus ry:stä Juhani Hyväriseltä. Kommentteja ei voi antaa nimettä.

1. Kommentit annetaan kirjoittamalla ne kunkin ohjesivun alalaidassa olevaan "Lisää uusi kommentti" -

kenttään. Kun kyseinen kenttä on valittu, voi kommentoija vierittää sivun tekstiä oikeassa laidassa olevaa vierityspalkkia tai hiirtä käyttäen. Komenttikenttä pysyy näkyvissä näytön alalaidassa.
2. Koska kommentteja ei voi sijoittaa sivun tekstin sekaan, olisi hyvä, jos kommentissa viitataan, mihin tekstikohtaan se liittyy. Tämä tapahtuu esimerkiksi kopioimalla kommentoitavan tekstikappaleen tekstiä sopva määrä kommentin alkuun.
3. Uusin kommentti on aina alimmaisena kommenttiketjussa.

Yleistä [1]

Luku 1, Yleistä

Yleistä [1]

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 ääneneristävyydestä;
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.

Asetuksen 3§:ssä mainitaan ääneneristys ja meluntorjunta, joita käsitellään asetuksessa rakennuksen ääniympäristöstä. Ääniympäristön lisäksi sisäilmastoon ja ilmanvaihtoon liittyy olennaisesti myös energiatehokkuus ja paloturvallisuus, joista on omat asetuksensa. Energiatehokkuutta käsitellään asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta ja paloturvallisuutta asetuksessa rakennuksen paloturvallisuudesta sekä niihin liittyvissä ohjeissa ja oppaissa.

Ohje [2]

2 § Määritelmät

Asetusteksti

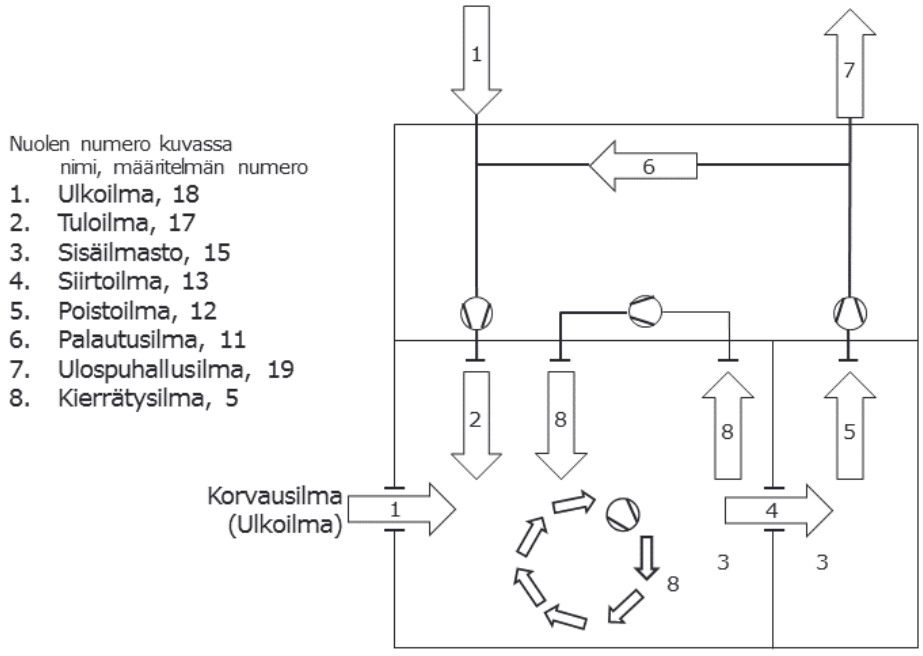
Tässä asetuksessa tarkoitetaan:

1. *huonelämpötilalla* ilman lämpötilaa oleskeluvyöhykkeellä;
2. *ilmanvaihdolla* sisäilman laadun ylläpitämistä ja parantamista huoneen ilmaa vaihtamalla;
3. *ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteholla* (kW/(m^3/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

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. määritellään 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 ilmastointiteknisiä 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 vaikkapa kylmävarastossa on perusteltua luopua viihtyvyyskriteerien asettamisesta.

Tilakohtaisia ilmavirran ohjearvoja ja oleskeluvyöhykkeen ilman nopeuden ohjearvoja esitetään esimerkissä Ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitason ohjearvoja [3], joka on kopio vuoden 2012 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto -asetuksesta.

Ohjeellisia sisäympäristön tavoitearvoja, suunnitteluohjeita ja tuotevaatimuksia on esitetty Sisäilmastoluokitus 2017 -RT-ohjekortissa.

Ohjeellisia tavoitearvoja sisäympäristön äänitasoille esitetään standardissa SFS 5907, Rakennusten akustinen luokitus. Sisäilmastoluokitus 2017:ssa 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-suunnitteluperusteista [4] jossa esitetään mm. sisäolosuhdetavoitteet, sisäilmaston mitoitusarvot, mitoittavat kuormat ja ulkoiset mitoitusolosuhteet.

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. Kunkin erityissuunnitelman toteuttamisesta vastaava työnjohtaja huolehtii osaltaan siitä, että erityissuunnitelman toteutus täyttää suunnitelmissa sisäilmastolle asetetut vaatimukset.

Ohje [2]

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 käytettävinä 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 sisäympäristön tavoitearvoja, suunnitteluohjeita ja tuotevaatimuksia on esitetty Sisäilmastoluokitus 2017 -RT-ohjekortissa.

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

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

Tila	**huonelämpötila [C^{o}]**
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-/hoitohuone	22

Hyväksyttävä poikkeama oleskeluvyöhykkeen huonelämpötilan lämmityskauden suunnitteluarvosta huonetilan keskellä 1,1 m:n korkeudella on ± 1 °C.

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

Jos tiloissa oleskellaan pitkään lattialla (esim. päiväkotien leikkihuoneet) on suositeltavaa varustaa tilat lattialämmityksellä tai muulla vastaavan viihtyvyyden aikaansaavalla järjestelyllä.

Ohje [2]

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

- välttämällä sisäilmaan epäpuhtauksia päästäviä materiaaleja, kalusteita ja varusteita, pinnoitteita ja muita epäpuhtauslähteitä
- estämällä epäpuhtauksien leviäminen sisäilmaan
- pitämällä tilat puhtaina
- oikein suunnitellulla ilmanvaihdolla

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 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

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

jossa C_i on mitattu yhden aineen pitoisuus ja HTP_i kyseessä olevan aineen haitalliseksi tunnettu pitoisuus.

Jos tilassa esim. toiminnan, prosessin tai varastoinnin vuoksi on pistemäisiä epäpuhtauslähteitä, on epäpuhtauksien leviäminen koko tilaan pyrittävä estämään rakenteellisin ja ilmanvaihtoteknisin keinoin (esim. kohdepoistot).

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 Sisäilmastoluokitus 2017 -RT-ohjekortissa

suositellaan ilmanvaihtoa pidettäväksi jatkuvasti käytössä 1 vuoden ajan rakennuksen valmistumisesta. Lisäksi suositellaan tämän jälkeenkin iv-koneet käynnistettäväksi 2 tuntia ennen käyttäjien saapumista käyttöajan toimintatilaansa.

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.

Ohje [2]

6 § Sisäilman kosteus

Asetusteksti

Sisäilman kosteuden on pysyttävä tilojen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa sisäilman kosteudesta aiheutuvia kosteusvaurioita, mikrobien kasvua tai terveydellistä haittaa välttäen.

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 Sisäilmastoluokitus 2017:ssä.

Tiloissa joissa prosessi tai toiminta tuottaa tilaan kosteuskuormaa, on huoneilman kosteus hallittava rakenteellisin ja teknisin keinoin. Ilmastointi- ja ilmankuivausjärjestelmien kapasiteetti on määriteltävä kosteuskuormiin perustuen.

Yleensä sisäilmaa ei kostuteta sillä kosteus- ja korroosioriskit lisääntyvät kun sisäilman kosteus ylittää arvon 7 g H2O/kg kuivaa ilmaa (suhteellinen kosteus 45 % ja huonelämpötila +21 °C). Tästä johtuen sisäilmaa kostutetaan vain tilojen käyttötarkoituksen tai tiloissa suoritettavan tuotanto- tai varastointiprosessin niin vaatiessa (mm. kirjapainot, elektroniikkateollisuus, tuotteiden varastointi jne).

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

Ohje [2]

7 § Valaistusolosuhteet

Asetusteksti

Rakennuksen sisätiloissa on voitava ylläpitää näkötehtävän edellyttämä valaistusedellyttämää valaistusta tilojen suunniteltuna käyttöaikana.

Valaistuksen ryhmittely ja ohjaus on suunniteltava siten, että valaistusta voidaan ohjata toimintojen ja päivänvalon määrän 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 väyläohjauksen 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- ja väyläohjausta sekä erilaisia valaistustilanneohjelmointeja osoitteellisessa järjestelmässä. Valaistusohjauksen erilaisten ominaisuuksien 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 huoltokirjaan on aina liitettävä edellä mainitun valaistuksen ohjaukseen liittyvän dokumentaation lisäksi sekä tilakohtainen ja ajantasainen valaisinluettelo että koko järjestelmän kattavat huolto-ohjeet.
Ohje [2]

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 hyväksyttää rakennushankkeeseen ryhtyvällä ennen varsinaisen suunnittelutyön aloittamista. Kirjaaminen voidaan tehdä esimerkiksi tämän ohjeen liitteenä olevan rakennusvalvontaviranomaisten vaatiman LVI-suunnittelun perusteet -asiakirjamallin [4] mukaisesti.

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

Ilmanvaihtojärjestelmät eivät saa hallitsemattomasti levittää paloa tai savukaasuja rakennuksen sisällä tai rakennuksesta toiseen. Palon leviämisen estämiseksi ilmanvaihtojärjestelmät varustetaan tarvittavin sulkeutuvin palonrajoittimin ja paloeristein. Savukaasujen leviämistä rakennuksen sisällä estetään jakamalla ilmanvaihtojärjestelmän palvelualueet tarkoituksenmukaisesti ja käyttämällä asianmukaisia nousukanavia, kuristimia tai sulkeutuvia savunrajoittimia. Vaatimukset palon ja savukaasujen leviämisen rajoittamiseksi rakennuksessa ja rakennuksesta toiseen on annettu asetuksessa rakennusten paloteurvallisuudesta. Rakentamismääräyskokoelman osassa E7 on ohjeita vaatimukset täyttävistä ratkaisuista (E7 poistuu ja ohjeviittaus korvataan aikanaan mahdollisella uudella viittauksella).

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 yleensä tarkastusluukuilla ja -ikkunoilla.

Koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä varustetaan kiinteillä ilmavirran mittausantureilla ja sähköisillä näyttölaitteilla rakennuksen ulko- ja jäteilmavirran ulospuhallusilmavirran mittaamista varten. Jos ilmavirta on alle 0,5 m^3/s, voidaan kiinteästi asennettujen näyttölaitteiden sijasta käyttää siirrettäviä näyttölaitteita.

Oikea ilmavirta on ilmanvaihtojärjestelmän tärkein tehtävä. On myös olennaisen tärkeää, että tulo- ja poistoilmavirta ovat keskenään tasapainossa ettei rakennuksen vaippaan synny haitallista paine-eroa kumpaankaan suuntaan. Muuttuvan ilmavirran järjestelmissä tulee rakennuksen tulo- ja poistoilmavirtojen olla tasapainossa myös muuttuvissa tilanteissa. Tämän tulee olla myös rakennuksen ylläpitohenkilökunnan helposti todennettavissa lukemalla kiinteästi asennettuja mittalaitteita tai seuraamalla mittausarvoja rakennusautomaation kautta.

Ilmanvaihtokoneiden lämmitys- ja jäähdytyspattereiden tulo- ja lähtöpuolelle asennetaan lämpömittarit ja automaatiojärjestelmään liitettävät lämpötila-anturit. Lämmöntalteenottolaitteella varustetun ilmanvaihtokoneen ulko-, tulo-, poisto- ja ulospuhallusilmavirtaan tarkoituksenmukaiseen paikkaan asennetaan lämpömittarit ja automaatiojärjestelmään liitettävät lämpötila-anturit. Ilmansuodattimille

asennetaan paine-eromittarit ja automaatiojärjestelmään liitettävät paine-erolähettimet. 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-erolähettimet.

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

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

8.2. Ilmanvaihtojärjestelmän tekninen käyttöikä

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

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 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 pysäytyskytkimellä. Pysäytyskytkimen tulee olla helposti saavutettavassa paikassa.

Erikoiskohteissa, kuten sairaalat ja jotkin teollisuuslaitokset, voi ilmanvaihtojärjestelmän pysäytyksestä seurata vaaraa henkilöturvallisuudelle. Tällaisissa tapauksissa voidaan käyttää useampaa erillistä pysäytyskytkintä, joilla ilmanvaihto voidaan pysäyttää palvelualueittain. Pysäytyskytkinten vaikutusalueet on merkittävä selvästi kytkinten välittömään läheisyyteen sijoitettavalla vaikutusaluekaaviolla.

Ohje [2]

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 Ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitason ohjearvoja [3], joka on kopio vuoden 2012 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto -asetuksesta (D2/2012 Liite 1). Esimerkin taulukoissa esitettyjä tilakohtaisia ohjearvoja voidaan käyttää suunnittelun apuna. Ulkoilmavirta määräytyy ensisijaisesti henkilöperusteen mukaan. Jos henkilökuormituksen mukaiselle ilmavirtojen mitoitukselle ei ole riittäviä perusteita, käytetään pinta-alaan perustuvaa mitoitusta.

Muihin kuin edellä mainitun esimerkin taulukoissa esitettyihin oleskelutiloihin johdetaan ulkoilmavirta, joka on vähintään 6 dm^3/s henkilöä kohti, jos henkilömäärän mukaiselle mitoitukselle on riittävät perusteet.

Rakennuksen kokonaisulkoilmavirta tulee mitoittaa siten, että koko rakennuksen käyttöajan ilmanvaihtokerroin on vähintään 0,5 1/h ja että ulkoilmavirta on vähintään 0,35 $(dm^3/s)/m^2$ koko rakennuksen lattian pinta-alaa kohden. Edellä mainittu lukuarvo perustuu 2,5 metriä korkean huoneen ilmanvaihtuvuuteen. Korkeiden tilojen ilmanvaihtuvuus on arvioitava erikseen tilan käyttötarkoituksen mukaan. Esimerkiksi korkeavarastojen varastoitavan tavaran hajuhaittojen poistamiseksi voidaan käyttää ilmanvaihtuvuutena yhtä vaihtoa 4:ssä tunnissa. Korkeissa tiloissa yleensä tarvitaan ilmanvaihtuvuudeksi yksi vaihto 2:ssa tunnissa.

Ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirtojen suunnittelussa on huomioitava tilojen mahdolliset käyttö- ja muuntojoustovaatimukset.

Mikäli tiloissa on merkittäviä epäpuhtauskuormia, on ne otettava huomioon ilmavirtoja määriteltäessä.

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 lievästi alipaineisiksi, jotta kostea sisäilma ei pääse tunkeutumaan rakenteisiin.

Ohje [2]

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 $(dm^3/s)/m^2$ 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

Ilmanvaihtojärjestelmän ohjaus suunnitellaan siten, että ilmavirtoja voidaan säätää tila- tai vyöhykekohtaisesti tilojen kuormituksen tai sisäilman laadun mukaan. Yksinkertaisimmillaan ilmanvaihdon tehostus voi perustua läsnäolotunnistimiin, mutta parempaan tarpeenmukaisuuteen päästään käyttämällä tehostuksen ohjaukseen huonelämpötilan tai epäpuhtauspitoisuuksien mittausta.

Asuinrakennuksen ilmanvaihdon ohjaus suunnitellaan ja rakennetaan niin, että asunnon käyttöajan tehostettu ilmavirta on vähintään 30 % suurempi kuin käyttöajan ilmavirta.

Asuntokohtaisella ilmanvaihtokoneella varustetuissa asunnoissa ilmanvaihdon tehostus tehdään puhallinten pyörimisnopeutta ohjaamalla. Ilmanvaihtokoneen mitoituksessa tulee varmistaa, että huonetilojen äänitasot pysyvät sallituissa rajoissa myös tehostustilanteessa.

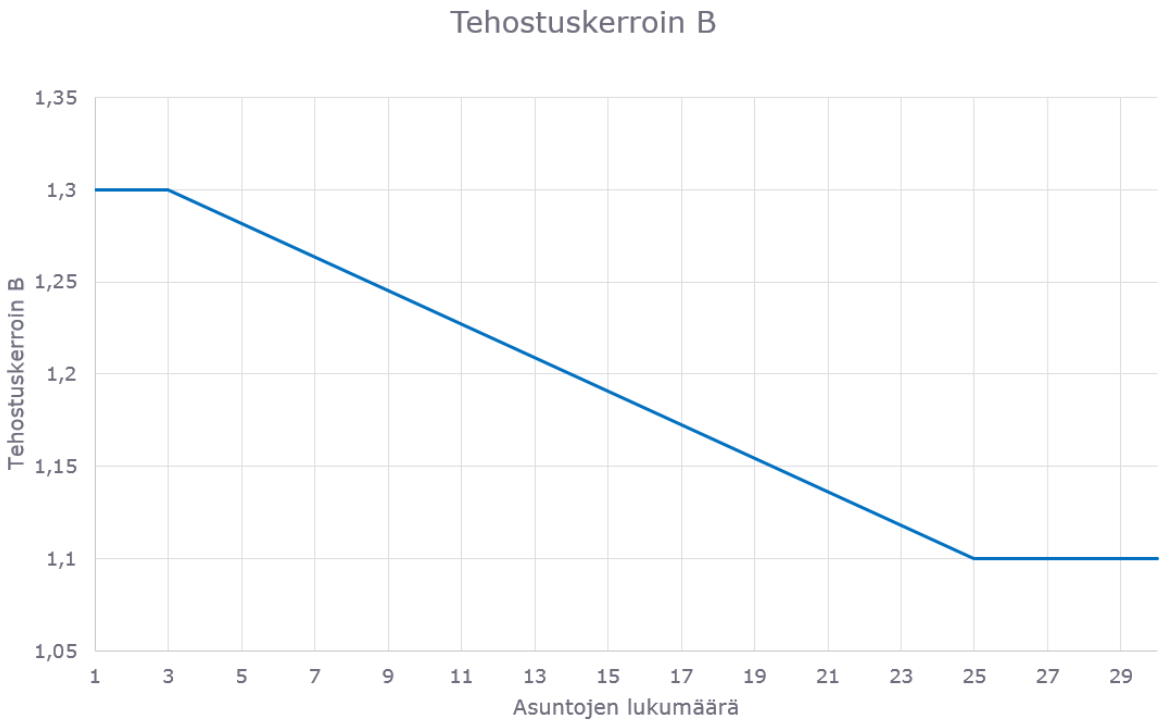
Keskitettyyn ilmanvaihtojärjestelmään liitettyjen asuntojen ilmavirtojen ohjaus voidaan toteuttaa huoneistokohtaisiin tulo- ja poistokanaviin asennetuilla moottoritoimisilla säätöpelleillä tai ilmamääräsäätimillä, joita ohjataan liesikuvusta tai erillisestä ohjauskytkimestä. Keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän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

Asuinrakennuksen keskitetyn ilmanvaihtojärjestelmän tehostuksen aikaisen kokonaisilmavirran mitoituksessa tulee huomioida tehostustarpeiden eriaikaisuus, jotta vältetään ilmanvaihtojärjestelmän liiallinen ylimitoitus. Mikäli tehostustarpeiden samanaikaisuus on tiedossa, mitoitetaan 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*



Kuva 10.1. Asuinrakennuksen keskitetyn ilmanvaihdon tehostuskerroin

Asuntojen ilmanvaihdon ohjaus tulee suunnitella siten, että ilmavirtaa voidaan pienentää enintään 60 % käyttöajan ilmavirrasta, kun asunnossa ei oleskella eikä käyttöajan ilmanvaihdolle ole tarvetta esimerkiksi kosteuden hallitsemiseksi.

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.

Myös käyttöajan ulkopuolella ilman tulee vaihtua hallitusti kaikissa tiloissa. Rakennuksen liiallisen alipaineisuuden välttämiseksi pelkkä hygieniatilojen ilmanvaihdon päällä pitäminen ei riitä, vaan rakennuksen yleisilmanvaihto on pidettävä käynnissä minimiteholla myös käyttöajan ulkopuolella tai muilla keinoin varmistettava ilman vaihtuminen kaikissa tiloissa. Mikäli ilmanvaihtojärjestelmän minimi-ilmavirta on merkittävästi suurempi kuin 0,15 (dm³/s)/m², voidaan ilmanvaihtojärjestelmää käyttää jaksottain esimerkiksi aikaohjelman tai olosuhdemittausten ohjaamana. Jaksottaisessa käyttötavassa on varmistettava, ettei rakennukseen synny haittaa aiheuttavia painevaihteluita.

Ilmanvaihtokoneita tulee ohjata käyttöajan ilmavirroille riittävän ajoissa ennen käyttöajan alkamista, jotta mahdolliset epäpuhtauden tuulettuvat tiloista ennen niissä oleskelun alkamista.

Lisää uusi kommentti
[5]
Ohje [2]

11 § Moottoriajoneuvosuojan ilmavirrat

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

Tämän osion ohjeteksti tehdään sen jälkeen kun opas moottoriajoneuvosuojien ilmanvaihdosta on julkaistu.

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

(Uuteen suodatinluokitukseen siirryttäessä kokemusta suodatinten valinnasta ei ole vielä kertynyt, mistä syystä opastavan tekstin laajuus on muiden pykälien opastavia tekstejä suurempi. Kommenttikierroksella toivotaan saatavan palautetta myös opastavan tekstin laajuudesta.)

Suodattimen valinta etenee seuraavien perustehtävien kautta:

1. ulkoilman laatutason arvioiminen
2. tuloilman laatutason määrittäminen niin, että suunniteltu sisäilman laatu (5§) toteutuu
3. suodattimen valinta niin, että tuloilman laatutaso toteutuu

Uuteen suodatinluokitukseen siirtymisen yhteydessä yksi tapa valita suodatin on se, että ilmansuodatuksen taso ei heikkene aikaisempaan käytäntöön verrattuna. Taulukossa 12.4.1 on esitetty kuvaus siitä, mihin tuloilmaluokkiin nykyisen SFS-EN 779:2012 luokitusten mukaisilla suodattimilla päästään. Taulukossa 12.4.2 on esitetty uuden SFS-EN ISO 16890 luokitusstandardin mukaiset suodatinratkaisut.

Ilman hiukkasmaiset ja kaasumaiset epäpuhtaudet

Hiukkasmaisilla epäpuhtauksilla tarkoitetaan kiinteiden tai nestemäisten hiukkasten kokonaismäärää ilmassa näkyvästä pölystä aina näkymättömiin pienhiukkasiin. Hiukkasmaisten epäpuhtauksien poistaminen on tärkeätä niiden haitallisten terveysvaikutusten vuoksi (taulukko 12.1).

Monissa ulkoilmaa koskevissa dokumenteissa viitataan PM10 -hiukkasiin (hiukkaset, joiden aerodynaaminen halkaisija on korkeintaan 10 µm). Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksessa ilmoitetaan raja-arvot myös PM2,5 hiukkasille. Uudessa ilmansuodatinstandardissa SFS-EN ISO 16980 suodattimet mitataan ja luokitellaan hiukkaskokoluokissa ePM1, ePM2,5 ja ePM10.

Mikäli ulkoilman hiukkaspitoisuus on korkea suhteessa suunniteltuun sisäilman hiukkaspitoisuuteen, tulee käyttää ilmansuodatusta tai muita ilmanpuhdistusratkaisuja, joiden toiminta ja ominaisuudet tunnetaan.

Taulukko 12.1 Hiukkasmaisten epäpuhtauksien mahdollisia terveysvaikutuksia

Hiukkaskoko	Vaikutusalue ja mahdollisia terveysvaikutuksia
Karkea pöly	Nenä, nielu, limakalvot - vähäisiä terveysvaikutuksia
PM10	Keuhkoputki, hengitystiet - keuhkojen vajaatoiminta
PM2,5	Keuhkot - keuhkojen vajaatoiminta
PM1	Keuhkorakkulat, verenkierto-, sydän- ja verisuonitaudit, dementia

Kaasumaisten epäpuhtauksien osalta ulkoilmaluokan tulkinta ja suodatustavan valinta ovat osa erityissuunnittelua. Lisäksi on arvioitava eri epäpuhtauksien mahdollisia yhteisvaikutuksia, eikä vain yksittäisiä epäpuhtauksia.

Tyypillisiä kaasumaisia ??epäpuhtauksia, joita on tarkasteltava arvioitaessa ulkoilman laatua ilmanvaihto- ja ilmastointikäsittelyjärjestelmien suunnittelussa ovat hiilimonoksidi (CO), rikkidioksidi (SO_2), typen oksidit (NO_X), polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) sekä haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Arvioitaessa kaasumaisia epäpuhtauksia tulee arvioida sekä kaasun myrkyllisyyttä että myös mahdollista reaktiivisuutta muiden yhdisteiden kanssa.

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta antaa raja-arvoja ulkoilman hiukkasmaisille ja kaasumaisille epäpuhtauksille. Syventävää tietoa paikallisesta ulkoilman laadusta (mm. mittaustuloksia, eri epäpuhtauksien raja- ja tavoitearvoista yms.) löytyy reaaliaikaisena Ilmanlaatuportaalista (www.ilmanlaatu.fi [6]).

Tuloilmasuodatuksen suunnittelu

Tuloilman suodatus suunnitellaan sellaiseksi, että sisäilman laadulle asetetut tavoitteet täyttyvät käytettävissä olevalla ulkoilman laadulla ja ulkoilmavirralla.

Ulkoilman laatuluokat hiukkaspitoisuuden suhteen (ODA P) on esitetty taulukossa 12.2. Tuloilman laadun ja ilmavirran on oltava sellainen, että suunniteltu sisäilman laatu toteutuu (5§). Hiukkasmaisten epäpuhtauksien lisäksi ulkoilma voidaan luokitella myös kaasumaisten epäpuhtauksien suhteen (ODA G).

Tuloilman laatuluokat on esitetty taulukossa 12.3. Suodatinten valintaan vaikuttavat kohteen käyttöaika, epäpuhtauskuormat kohteessa, mahdolliset kohteeseen vaikuttavat epäpuhtauskuormitustilanteet.

Suodatusratkaisun suunnittelua on kuvattu Europpalaisessa standardissa FprEN16798-3, sen liitteessä sekä sitä tukevassa teknisessä raportissa CEN/TR 16798-4.

Taulukko 12.2 Ulkoilman luokitus (ODA P), prEN 16798-3:2014

Luokka	Kuvaus ja hiukkaspitoisuuksien raja-arvot	Esimerkki

ODA 1	Ulkoilma, jossa on pölyä ainoastaan tilapäisesti (esim. siitepölyä kesäisin), PM10 hiukkaspitoisuuden 24 tunnin keskiarvo alle 50 µg/m3 ja vuosikeskiarvo alle 40 µg/m^3; PM2,5 24 tunnin keskiarvo alle 25 µg/m^3	maaseudun ulkoilmaa, hiukkaspitoisuus vastaa valtioneuvoston asetuksen ilmanlaadusta antamia raja-arvoja
ODA 2	Ulkoilma, jossa on korkeita hiukkasmaisia ja/tai kaasumaisia epäpuhtauksia, hiukkaspitoisuuden 24 tunnin keskiarvo alle 75 µg/m^3 ja vuosikeskiarvo alle 60 µg/m^3; PM2,5 24 tunnin keskiarvo alle 37,5 µg/m^3	pienet kaupungit ja taajamat
ODA 3	Ulkoilma, jossa on erittäin korkeita hiukkasmaisia ja/tai kaasumaisia epäpuhtauksia hiukkaspitoisuuden 24 tunnin keskiarvo yli 50 µg/m^3 ja vuosikeskiarvo yli 40 µg/m^3; PM2,5 24 tunnin keskiarvo yli 37,5 µg/m^3	Suuri osa isompien kaupunkien keskusta-alueista sekä teollisuusalueiden ympäristöistä

Taulukko 12.3. Tuloilman (SUP) luokitus, prEN 16798-3:2014

Luokka	**Kuvaus**	**hiukkasmaisten epäpuhtauksien raja-arvot**	
		PM2,5	**PM10**
SUP 1	Tuloilma - erittäin alhaiset pitoisuudet hiukkasmaisia ja/tai kaasumaisia epäpuhtauksia	6 µg/m^3	12,5 µg/m^3
SUP 2	Tuloilma - alhaiset pitoisuudet hiukkasmaisia ja/tai kaasumaisia epäpuhtauksia	12,5 µg/m^3	25 µg/m^3
SUP 3	Tuloilma - keskimääräiset pitoisuudet hiukkasmaisia ja/tai kaasumaisia epäpuhtauksia	18 µg/m^3	37,5 µg/m^3
SUP 4	Tuloilma - korkeat pitoisuudet hiukkasmaisia ja/tai kaasumaisia epäpuhtauksia	25 µg/m^3	50 µg/m^3
SUP 5	Tuloilma - erittäin korkeat pitoisuudet hiukkasmaisia ja/tai kaasumaisia epäpuhtauksia	32,5 µg/m^3	75 µg/m^3

STM:n asumisterveysasetuksen toimenpidearvot 24 tunnin pitoisuuksille ovat 50 µg/m^3 PM10 ja 25 µg/m^3 PM2,5. Näihin arvoihin voidaan päästä ilman suodatusta vain ulkoilman laadulla ODA 1. Muissa ulkoilman

laatuluokissa tuloilmaluokat SUP 1-3 ovat mahdollisia, kun käytetään suodatusta tai muita ilmanpuhdistusratkaisuja. Tuloilmaluokat SUP 4 ja 5 saattavat johtaa liian korkeaan hiukkaspitoisuuteen ilman muita puhdistusratkaisuja.

Sisäilmastoluokituksen S1 ja S2 mukaisiin sisäilman hiukkaspitoisuuksiin pääsemiseksi on käytettävä joko parempaa tuloilmaluokkaa tai suurempia ilmavirtoja kuin STM:n asetuksen mukaisessa ratkaisussa, joka vastaa sisäilmaluokkaa S3. Sisäilmaluokat S1 ja S2 edellyttävät suodatusta tai ilmanpuhdistusta, koska niissä on määritelty vaatimus sisäilmassa ja ulkoilmassa olevien PM2.5 pienhiukkasten suhteelle.

Tapauksissa, joissa ulkoilman kaasumaiset epäpuhtaudet ovat tasolla ODA (G) 2 tai ODA (G) 3, on suositeltavaa täydentää hiukkassuodatusta kuhunkin tapaukseen soveltuvalla kaasusuodatuksella. Kaasusuodatuksen avulla voidaan pienentää haitallisten typen oksidien NOx, rikin oksidien SOx, VOC- ja PAH-yhdisteiden sekä otsonin O_3 vaikutuksia.

Tarvittava suodatustehokkuus voidaan saavuttaa käyttämällä joko yksi- tai useampiportaista suodatusratkaisua.

Kaksiportaisessa suodatuksessa ulkoilmasuodatin sijaitsee yleensä järjestelmän alkupäässä ilmanoton läheisyydessä ja sen tarkoituksena on poistaa ulkoilmasta isommat hiukkasmaiset epäpuhtaudet sekä suojata tuloilmakonetta likaantumiselta. Varsinainen tuloilmasuodatin sijaitsee ilmankäsittelykoneen painepuolella yleensä viimeisenä toimintona ja sen tarkoituksena on viimeistellä tuloilman laatu tuloilman vaatimuksia vastaavaksi.

Yksiportaisessa suodatusratkaisussa suodatin sijoitetaan ilmankäsittelyjärjestelmässä ilmanoton läheisyyteen ulkoilmasuodattimeksi. Mikäli puhallin on hihnakäyttöinen, niin tässä tapauksessa voidaan harkita myös suodattimen sijoittamista puhaltimen jälkeen.

Suodatinluokan valinta

Kun halutaan ylläpitää ilmanvaihtojärjestelmässä hyvää hygieniatasoa ja samalla varmistaa, että ulkoilmasta ei siirry järjestelmän kautta sisäilmaan terveydelle haitallisessa määrin hiukkasmaisia epäpuhtauksia, tulee ulkoilma- tai tuloilmasuodattimien suodatusluokan olla kaupunkiympäristössä (ODA (P) 3) vähintään F7 (SFS-EN 779:2012) tai ePM1 60% (SFS-EN ISO 16890).

Taulukko 12.4.1 Ulko- ja tuloilmasuodattimien suositeltavat minimisuodatusluokat, prEN 16798-3:2014, 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

Taulukko 12.4.2 Ulko- ja tuloilmasuodattimien suositeltavat minimisuodatusluokat, suodatinluokitus SFS-EN ISO 16890 mukaan

	Tuloilmaluokka				
Ulkoilma-luokka	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	ePM1 50% + ePM1 55%	ePM10 50% + ePM1 50%	ePM1 55%	ePM1 55%	*
ODA (P) 3	ePM1 60% + ePM1 85%	ePM1 50% + ePM1 60%	ePM10 50% + ePM1 50%	ePM1 60**%**	*

* SUP 5 tuloilmaluokan hiukkaspitoisuus on suurempi kuin asumisterveysasetuksen toimenpideraja huoneilmalle

Kun suunnitellaan käytettäväksi kaasusuodatusta ja tärkeimmät ulkoilman kaasumaiset epäpuhtaudet ja niiden pitoisuudet on tunnistettu ja luokiteltu, niin valitussa tuloilmaluokassa tulee harkita käytettäväksi kaasusuodatusta taulukon 12.5 mukaisesti.

Taulukko 12.5 Ulko- ja/tai tuloilman hiukkassuodatuksen täydentäminen kaasusuodatuksella, prEN 16798-3:2014, Ulkoilman kaasumaiset epäpuhtaudet (G)

	Tuloilmaluokka				
Ulkoilmaluokka	SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA (G) 1	**Suositeltava**				
ODA (G) 2	**Edellytetään**	**Suositeltava**			
ODA (G) 3	**Edellytetään**	**Edellytetään**	**Suositeltava**		

Kaasusuodattimien suunnittelussa ja mitoituksessa tulee huomioida standardit EN ISO 10121-1 ja EN ISO 10121-2. Tuloilmapuolella kaasusuodatuksen jälkeen tulee käyttää vähintään luokan F8 (SFS-EN 779:2012)

tai soveltuvaa PM1 80 % luokituksen (SFS-EN ISO 16890) mukaista hiukkassuodatinta, mikäli kaasusuodattimen rakenne on sellainen, josta saattaa ilmavirran mukaan irrota esim. pölyä käytössä olevasta adsorbentista tai suodatusmassasta.

Palautus-, siirto-, kierrätys- ja poistoilman suodattaminen

Palautus-, siirto- ja kierrätysilman suodattamisessa ja/tai puhdistamisessa tulee käyttää vastaavia ohjeita ja periaatteita, kuin tuloilman suodattamisessa. Koska uuden rakennuksen sisäilman epäpuhtaudet ja niiden pitoisuudet eivät ole tiedossa suunnitteluvaiheessa, tulee käytettävän suodatus-/puhdistusmenetelmän olla ehdottoman luotettava ja sen ominaisuuksien olla testattu ja julkisesti saatavilla.

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% (ISO 16890) mukaista suodatinta, jonka avulla saadaan poistoilmasta suodatettua yleisimmät hiukkasmaiset epäpuhtaudet kuten esimerkiksi tekstiilikuidut, ihohilse ja hiekka.

Erityistä huomiota tulee kiinnittää ilmasuodatukseen ilmankäsittelyjärjestelmissä, joissa käytetään regeneratiivista (pyörivää) lämmönsiirrintä. Tuloilmasuodatin tulee sijoittaa ilmavirran suunnassa LTO-roottorin jälkeen, jotta mahdollisesti poistoilmasta siirtyvät hiukkasmaiset epäpuhtaudet eivät heikentäisi tuloilman laatua. Joissain tapauksissa voi olla tarpeellista harkita poistoilmapuolella käytettäväksi minimisuositusta parempaa suodatinluokkaa ja/tai myös jopa kaasusuodattimia.

Uuden rakennuksen huonetiloista siirtyy poistoilmaan tavanomaista käyttöä enemmän esim. VOC-yhdisteitä, hajuja ja/tai aldehydejä, jotka saattavat siirtyä edelleen lämmönsiirtimen kautta ilman ja kosteuden mukana tuloilmapuolelle. Tätä tilapäistä ylikuormitustilannetta voidaan lieventää käyttämällä joko poisto- ja/tai tuloilman suodatuksessa niinkutsuttuja yhdistelmäsuodattimia esim. uuden rakennuksen ensimmäisen käyttövuoden ajan.

Suodatinratkaisun suunnittelussa huomioitavia asioita

Suodatinten tiiviys ja ohivuodot vaikuttavat tuloilman laatuluokkaan ja tätä kautta sisäilman laatuun. Tiiviyden ja ohivuotojen vaikutus arvioidaan osana ilmansuodatuksen suunnittelua.

Vaatimukset ja luokitukset suodattimien ohivuodoille määritetään standardin EN 1886 mukaisesti. Jos mitään muuta ei ole esitetty, niin suodattimen ohivuodon määrittämiseen käytetään ilmankäsittelykoneen suodatinluokkia (ks taulukko 12.4). Mikäli käytetään monivaiheista/-portaista suodatusta, niin ohivuodot määritetään kaikkein laadukkaimman suodatinluokan mukaan.

Suodatinten valinnassa huomiota tulee kiinnittää myös ilmansuodattimien painehäviöihin ja ilmavirtoihin, jotka vaikuttavat merkittävästi edelleen puhaltimien sähköenergian kulutukseen ja samalla ilmankäsittelykoneen SFP -lukuun. Käyttökustannusten optimoimiseksi voidaan ilmansuodattimien kokonaisenergiankulutuksen arvioinnissa ja suodattimen valinnassa käyttää elinkaarilaskentamenetelmää (LCC) ja valita tällä tavalla kustannuksiltaan edullisin ratkaisu.

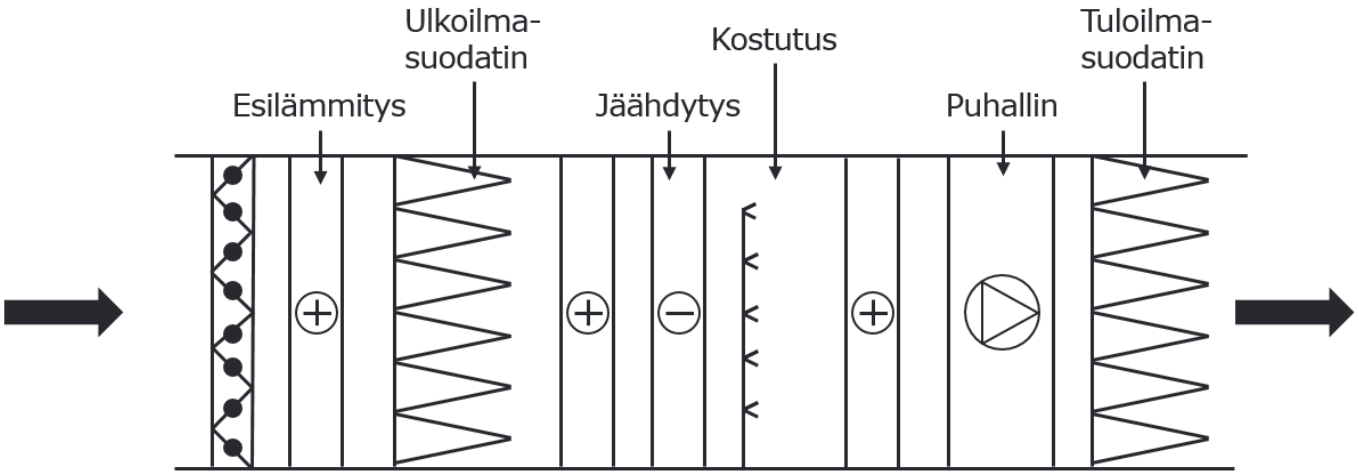
Ilmansuodattimien energiatehokkuusluokat (A+ ... E) voidaan määrittää esimerkiksi Eurovent 4/21-2016 mukaisesti.

Pitkän ajan suhteellisen kosteuden keskiarvon ilmansuodattimissa (hiukkassuodattimet) tulee olla enintään 80 %. Kastuneen ilmansuodattimen hiukkaserotuskyky on alhaisempi ja painehäviö suurempi kuivaan suodattimeen verrattuna.

Liian kostea ilmansuodatin voi toimia kasvualustana siihen kerääntyneille mikro-organismeille, mistä syystä rakennusten tuloilma on järkevää toteuttaa suodatus kaksivaiheisena ulko- ja tuloilmasuodattimien avulla (Kuva 12.2). Käyttämällä tuloilmajärjestelmissä nk. yhdistelmäsuodattimia (yhdistetty hiukkas- ja kaasusuodatin joko ulko- tai tuloilmasuodattimena) saadaan kaasumaisten haitallisten epäpuhtauksien

pitoisuuksien lisäksi vähennettyä myös kosteudesta osittain aiheutuvia ja viihtyisyyttä alentavia hajuhaittoja.

Ulkoilmasuodattimet on tärkeää suojata kastumiselta hyvän vedenerotuskyvyn omaavalla ulkoilmasäleikkö- ja kammiorakenteella ja/tai varustaa ulkoilman sisäänotto tarvittaessa lisäksi esilämmityksellä (esim. lämmitettävä ulkosäleikkö, erillinen esilämmityspatteri tms.).



Kuva 12.2. Hygieniasyistä ulko- ja tuloilma tulisi suodattaa erikseen kahdessa eri vaiheessa ulko- ja tuloilmasuodattimella. Paras lopputulos saavutetaan ratkaisulla, jossa ulkoilma-suodattimelle tuleva ilma on esilämmitetty.

Lisää uusi kommentti
[7]
Ohje [2]

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

Jäteilman johtaminen rakennuksesta perustuu seuraavaan poistoilmaluokitukseen:

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 huuvan poistoilma voidaan liittää luokan 2 poistoilmakanavaan.
Luokka 3	Poistoilma 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, piirustuksien kopiointitilat.
Luokka 4	Ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmana.	Ammattimaisessa käytössä olevat vetokaapit, grillit ja keittiöiden kohdepoistot sekä pesuloiden likapyykkitilat. Autosuojat, katsastusasemat, autokorjaamot ja -maalaamot, ja ajotunnelit, maalien ja liuottimien käsittelyhuoneet, elintarvikejätehuoneet, kemialliset laboratoriot ja tupakointitilat. Elintarviketeollisuuden ja suurpesuloiden tilat.

Teknisten tilojen ilmanvaihto mitoitetaan pääsääntöisesti lämpö- ja/tai kosteuskuormien perusteella.

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 katsastusasemien asemien pakokaasupoistot ovat myös tyypillisiä kohteita, joissa käytetään erillispoistoja, kuten vaikkapa leipomot ja kahvinpaahtimot.

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 yksiselitteisesti. 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.

Ohje [2]

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 haittaisi 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 oppaaseen, jossa on kuvattu opastavaa tekstiä laajemmin perusteita, hyviä toteutustapoja ja poikkeuksia alla oleviin ohjeisiin liittyen. Opastavat teksti ovat kopioita oppaan teksteistä ja ne toistuvat saman sisältöisinä oppaan sisällössä. Erillinen opas on julkaistu oppaaseen liittyvänä esimerkkinä [8].

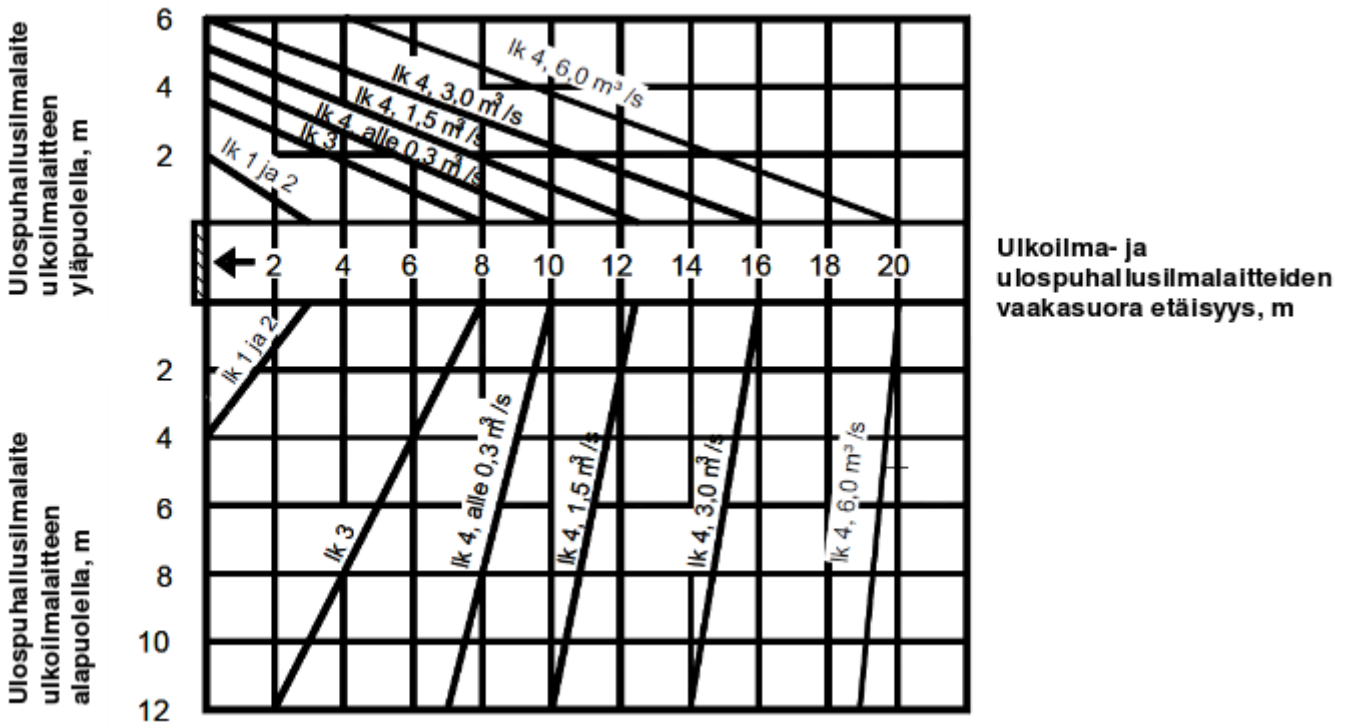
14.1 Ulkoilmalaitteiden sijoittaminen

Ulkoilmalaitteet on sijoitettava siten, että ulkoilma voidaan ottaa riittävän etäältä ulkoilman laatua pilaavista lähteistä. Ulkoilma on yleensä riittävän puhdasta, 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, keskuspölynimurin ulospuhallusaukko, jäähdytystorni, tupakointipaikka, vilkasliikenteinen katu tai tie, kadun tai tien risteys	8
Viereisen huoneiston parveke	3
Tuuletusviemärin aukko, joka sijaitsee enintään 3 metriä ulkoilma-aukkoa korkeammalla	5
Maanpinta tai pihataso	2
Kattopinta, joka sijaitsee ulkoilma-aukon alapuolella	0,9



Kuva 14.1. Ulkoilmalaitteiden etäisyys ulospuhalluslaitteista. Viivojen väliarvot voidaan arvioida. Yli 6 m³/s ulospuhallusilmavirroilla voidaan 4. luokan poistoilmalle käyttää 6 m³/s ilmavirran etäisyysvaatimuksia.

Otettaessa ulkoilmaa tien tai kadun läheisyydestä tulee ulkoilman suodatus suunnitella niin, että vaatimukset ilman puhtaudelle täyttyvät (kts. 12 § Ilmansuodatus). Lisäksi ilman sisäänotto tulee suunnitella niin, että äänitekniset vaatimukset täyttyvät.

Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta. Sisään otettavan ulkoilman laatua heikentäviä rakennusosia tai rakenteita voivat olla ulkoseinien tuuletusraot, lasitetut parvekkeet, atriumtilat ja kaksoisjulkisivut, vesikaton alapuoliset ullakkotilat, ilman esilämmittämiseen tarkoitetut 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 varustetuissa rakennuksissa ulkoilma voidaan ottaa sisään esimerkiksi huonekohtaisten ulkoilmalaitteiden kautta. Näitä ovat esimerkiksi ulkoilmaventtiilit ja tuloilmaikkunat. Poistoilmanvaihtojärjestelmällä voi olla vaikea saavuttaa määräysten edellyttämää tasapainoista ilmanvaihtoa ja esimerkiksi tarvittavaa ilmansuodatusta.

Ulkoilmalaitteiden kautta tulevan ulkoilmavirran kohtuullinen hallinta edellyttää vähintään 10 Pa paine-eroa rakennuksen vaipan yli.

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 esimerkiksi vedenerotussäleiköllä ja tarvittaessa riittävän pitkällä, vedenpoiston mukaan muotoillulla ja viemäröidyllä ulkoilmakanavalla tai -kammiolla. Vedenerotussäleikön erottaman veden poisjohtaminen on suunniteltava 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 tule asentaa 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. Taulukossa esitetyt arvot ovat ohjeellisia vähimmäisetäisyyksiä.

Taulukko 14.2. Ulospuhalluslaitteiden etäisyysvaatimukset eri poistoilmaluokkien ulospuhallusilmalle.

Ulospuhalluslaitteen 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		

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 numeroarvosta m/s.

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 ashuinhuoneistoissa.

Poistoilmaluokan 1 ilma ja porrashuoneiden, hissikuilujen ja teknisten tilojen ulospuhallusilma voidaan johtaa rajoituksetta ulos rakennuksesta. Sitä ei kuitenkaan ohjata uloskäytäville 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 haittaa aiheuttamatta seuraavin edellytyksin ilman tarkempia selvityksiä:

- ulospuhallusilmalaitteen etäisyys toisten huoneistojen ulkoilmalaitteista on vähintään 3 m;
- vapaan ulospuhallusaukon keskimääräinen virtausnopeus kohtisuoraan suhteessa seinään on vähintään 5 m/s käyttöajan tehostamattomalla ilmavirralla;
- ulospuhallusilmalaitteen etäisyys viereisistä seinistä on vähintään 3 metriä, naapuritontista vähintään 4 m ja vastapäisestä seinästä tai rakennuksesta vähintään 15 m;
- ulospuhallusilmalaitetta ei sijoiteta umpinaisten sisäpihojen puoleisille julkisivuille, jos sisäpihan pienin etäisyys vastapäiseen seinään on alle 30 m;
- ulospuhallusilmalaitetta ei sijoiteta julkisivussa oleviin syvennyksiin tai nurkkauksiin;
- ulospuhallusilmalaitteen toimivuus suunnitellussa käyttötarkoituksessa on varmistettu;
- ilmaa ei ohjata uloskäytäville tai oleskelualueille sekä
- suunnittelussa on otettu huomioon ulospuhallykselle asetetut äänitekniset vaatimukset.

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 tulee sijoittaa sellaiseen paikaan, että ulospuhallusilma pääsee leviämään mahdollisimman vapaasti.

Ohje [2]

15 § Palautus-, siirto- ja kierrätysilma

Asetusteksti

Erityissuunnittelijan on suunniteltava rakennuksen ilmanvaihto on suunniteltava ja toteutettava siten, että palautus- ja siirtoilmana saadaanvoidaan käyttää vain ilmanpuhtaudeltaan samanarvoisten tai puhtaampien tilojen ilmaa, joka ei saa sisältää haitallisiailmanlaatua 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. Pykälän §13 ohjeen 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 tiiviyteen ja painesuhteisiin (§16).

Palautus-, siirto- ja kierrätysilman käytön ohjeita on esitetty standardiluonnoksessa FprEN 16798-3:2016 ja sitä tukevassa teknisessä raportissa FprCEN/TR 16798-4:2016.

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 tyypille 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 6/ TR 16798-4)

Luokan 3 poistoilma: laitteen tuloilmapuolen tulee olla kauttaaltaan ylipaineinen poistoilmapuoleen nähden (Kuva 6/ TR 16798-4). 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 10% 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.

Asuntokohtaisissa ilmanvaihtokoneissa voidaan kuitenkin käyttää regeneratiivista lämmönsiirrintä lämmöntalteenottoon luokan 3 ilmasta.

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

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.

Asuntokohtaisissa tai yhtä tilaa palvelevissa ilmanvaihtokoneissa määräys voidaan täyttää, jos koneen vuoto puolelta toiselle täyttää konetta koskevan tyyppihyväksyntäasetuksen vaatimukset.

Poistoilmaluokan lisäksi on arvioitava poistoilman sisältämien epäpuhtauksien kuten bakteerien ja virusten leviämisriskiä myös yleisilmanvaihdon puolella esimerkiksi silloin kun terveyskeskus tai lääkäriasema sijaitsee liike- ja toimistorakennuksessa.

Lämmöntalteenoton suunnittelussa on otettava tarvittaessa huomioon myös epäpuhtauksien siirtymismekanismit.

17 § Ilman jako ja poisto

Asetusteksti

Rakennuksen ilman jaon ja poiston on oltava sellainen, että ilma virtaa koko oleskeluvyöhykkeelle välttäen 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

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

Tuloilmalaitteiden sijoittelussa on otettava huomioon tilan geometria. Joskus arkkitehtoniset syyt vaikeuttavat laitteiden optimaalista sijoittelua. Toimivuus on tarkistettava laitevalmistajien simulointiohjelmistojen avulla. Laskennassa on otettava huomioon ulkoiset ja sisäiset lämpökuormat, tuloilman lämpötila, laitteiden yhteisvaikutus ja tilojen muunneltavuus esim. väliseinäjaon muuttuessa.

Tulo- ja poistoilmalaitteiden ja siirtoilman virtausreittien tai -laitteiden on oltava virtaus- ja ääniteknisiltä ominaisuuksiltaan tunnettuja. Ne sijoitetaan ja mitoitetaan siten, ettei esimerkissä Ilmavirtojen, ilman liikkeen ja äänitason ohjearvoja [9] esitettyjä ilman nopeuksia ja äänitasoja ylitetä oleskeluvyöhykkeellä. Koneellisessa poistoilmajärjestelmässä ja painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ulkoilmalaitteen ilmavirtaa on voitava säätää.

Jokaiseen huoneeseen asennetaan yleensä tuloilman päätelaite. Asuinhuoneistoissa ainakin keittiöt, keittokomerot, kylpyhuoneet, WC:t, kodinhoito- ja vaatehuoneet varustetaan poistoilman päätelaitteilla. Muiden asuinhuoneiden poistoilma voidaan johtaa näiden kautta käyttämällä tarkoituksenmukaisia siirtoilmareittejä tai -laitteita. Käytävien poistoilma voidaan johtaa esimerkiksi WC-tilojen kautta tavanomaisissa tiloissa, kuten toimistoissa ja majoitustiloissa.

Myymälöissä, avotoimistoissa, kauppakeskuksissa, varastohalleissa, erilaisissa liikuntatiloissa, tuotantolaitoksissa voidaan poistoilma johtaa keskitetyn iv-konehuoneen tai ?hormin läheisyydessä sijaitsevan poistoilmalaitteen (esim. kartion tai säleikön kautta).

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.

Koulujen kemian- ja fysiikan luokkien, käsityöluokkien, teattereiden lavastepajojen, ompelimoiden, leipomoiden jne. kohdepoistojen iv-järjestelmissä on kiinnitettävä erityistä huomiota kanavien ja puhaltimien puhdistettavuuteen ja sähköllä toimivien laitteiden ATEX-luokkaan.

Ohje [2]

18 § Ilmanvaihdon yhdistäminen

Asetusteksti

Ilmanvaihtokanavien yhdistäminen ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien leviämisvaaraa 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, palvelemiensa 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 ilmakanavan 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 palvelevaan 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 poistoilmanvaihtojärjestelmää tai koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmää 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 likapyykkitilat. (lisää esimerkkejä) 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 näiden tilojen yläpuolisella kanavalla johtaa muiden tilojen jatkuvasti toimivaan poistoilmanvaihtojärjestelmään.

Päiväkotien ja koulujen normaalin käyttöajan ulkopuolella voidaan WC- ja vastaavien tilojen poistoilma yhdistää työ-, oleskelu- ja käytävätiloja palvelevaan iv-kojeeseen ja varmistaa ilmanvaihto kaikissa tiloissa ja vähentää alipaineen aiheuttamia sisäilmaongelmia.

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

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 yhteistiloissa on usein oma ilmanvaihtokone lto:lla 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§)

Eri tilojen koneellisen ilmanvaihdon kanavien yhdistäminen ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien tai savukaasujen leviämisvaaraa eikä haittaa ilmanvaihtojärjestelmän toiminnalle. Kanavien yhdistämisen lähtökohtana käytetään rakentamismääräyskokoelman osassa E7 esitettyjä ohjeita (E7 poistuu ja viittaus korvataa mahdollisesti tulevaan uuteen ohjeeseen).

Ohje [2]

19 § Ilmanvaihdon tiiviysluokat

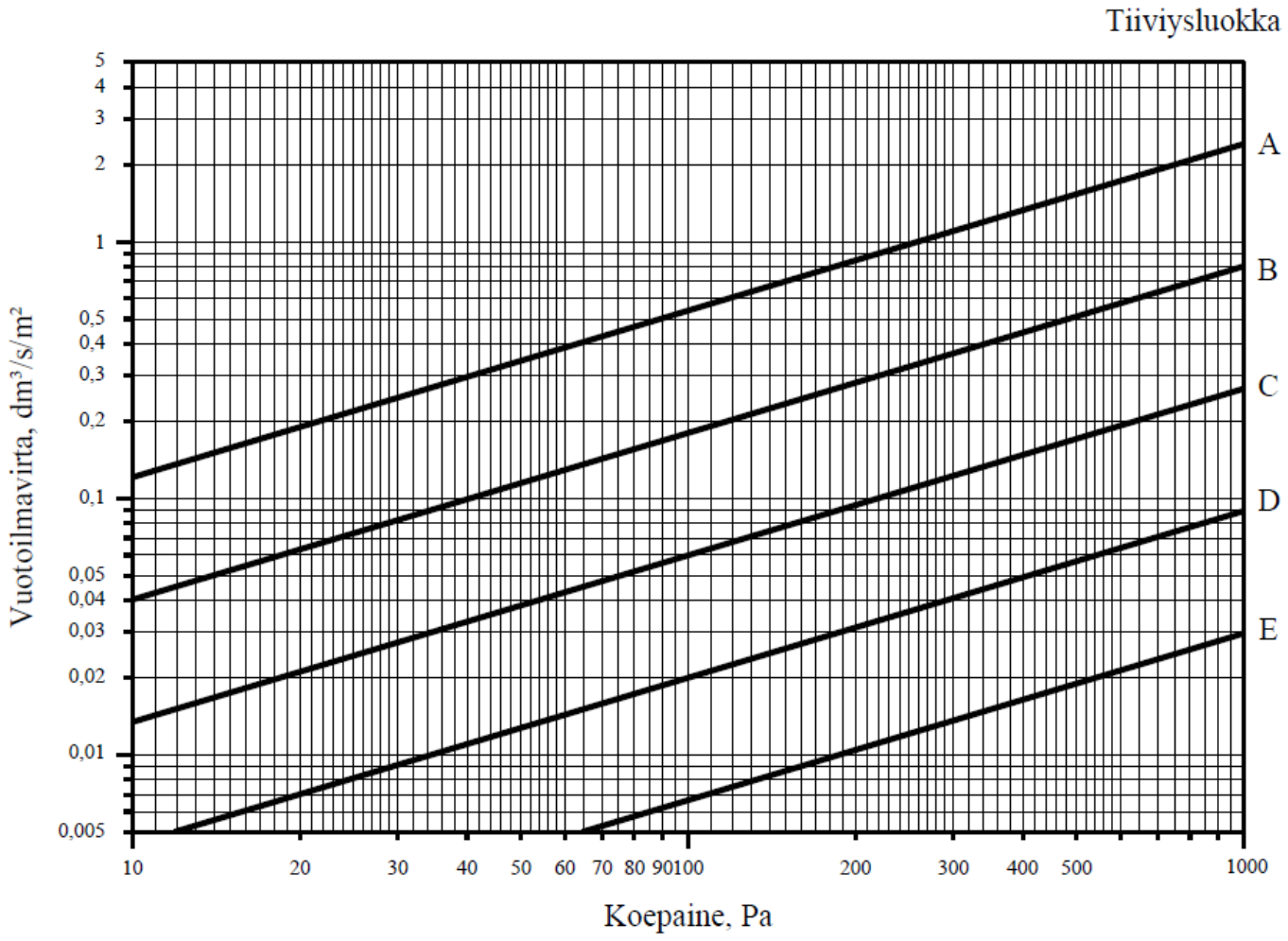
Asetusteksti

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

Tiiviysluokka	Sallittu vuotoilma enintään q_{VIA} $dm^3/s/m^2$
A	$0{,}027 \times p_s^{0{,}65}$
B	$0{,}009 \times p_s^{0{,}65}$
C	$0{,}003 \times p_s^{0{,}65}$
D	$0{,}001 \times p_s^{0{,}65}$
E	$0{,}0003 \times p_s^{0{,}65}$

Opastava teksti

Ilmanvaihtojärjestelmän kanavisto on tavanomaisissa rakennuksissa yleensä riittävän tiivis, kun se on tiiviydeltään vähintään tiiviysluokkaa B. Tiiviysluokan B suurin sallittu vuotoilmavirta on esitetty käyrästönä muiden tiiviysluokkien kanssa kuvassa 19.1.



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

eri tiiviysluokissa.

Tavanomaisissa ilmanvaihtojärjestelmissä saavutetaan kanaviston tiiviysluokka B yleensä, kun käytettävien ilmakanavien ja kanavanosien tiiviysluokka on C.

Ilmanvaihtokone on yleensä riittävän tiivis, kun se on vaipan tiiviydeltään vähintään tiiviysluokkaa A ja vuotoilmavirta tulo- ja poistopuolen välillä on joko enintään 6 % ilmanvaihtokoneen nimellisilmavirrasta koepaineella 300 Pa ilmanvaihtokoneita koskevien tyyppihyväksyntäasetusten mukaisesti tai ilmanvaihtokoneita koskevan ekosuunnitteluasetuksen mukaisesti testattu.

Koska tiiviysluokkaa ei voi osoittaa CE-merkintään perustuen, voidaan kelpoisuuden osoittamiseen Suomessa käyttää vapaaehtoista tyyppihyväksyntää.

Järjestelmän tai sen osan (koneet, kanavat, kanavaosat) tiiviys ilmoitetaan tulevassa standardiluonnokessa FprEN 16798-3 ja CEN-raportissa TR 16798-4 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

Lisää uusi kommentti
[10]
Ohje [2]

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 kestettävä puhaltimen paineen aiheuttama kuormitus sulkupeltien ollessa suljettuina. Jos koneellisen ilmanvaihtojärjestelmän ilmakanavan poikkipinta-ala suunnitellaan suuremmaksi kuin 0,06 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 yleensä, 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 järjestelmän 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 kondenssiongelmia, 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 palvelemiensa tilojen tilakohtaisten ilmavirtojen summa.

Poikkipinta-alaltaan Yli 0,06 m^2 suuremmat ulko- ja ulospuohallusilmakanavat varustetaan sulkupelleillä, jotka estävät takaisinvirtauksen ja hallitsemattoman ilmanvaihtojärjestelmän ollessa pysäytettynä. Ulko- ja ulospuhallusilmakanavien sulkupeltien riittävä tiiviys saavutetaan, kun sulkupelti täyttää standardin 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 ±1000 Pa:n koepaineen (yli- tai alipaine), aiheuttama kuormitus.

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 tehtäviensä 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 ilmanvaihtolaitoksen rakentamisen valmistumisvaiheessa.

Ilmanvaihtolaitos 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.

Niiden rakennusosien jotka vaikuttavat rakennuksen painesuhteisiin (mm. vaippa, kerroksia ja tiloja erottavat rakennusosat jne.) ilmatiiveys tulee määritellä 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 tulee ilmanvaihtoteknisesti jakaa erillisjärjestelmiin joille on määritelty ylimmän ja alimman päätelaitteen välinen maksimi korkeusero. Maksimi korkeusero voidaan arvioida CEN 16798-4 :n mukaan seuraavasti:

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

jossa:

- D_{max} on maksimikorkeusero (m)
- T_a on sisälämpötila (°C)
- $T_{out,min}$ 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 maksimi korkeusero 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 ominaiskäyrästöistä toimintapiste siten, etteivät ilmavirrat muutu enempää kuin 3 % pysäyttämisen takia. Pysäytettävät koneet varustetaan sulkupelleillä, jotka täyttävät standardin EN 1751:1998 mukaisen suljetun pellin tiiviysluokan 3 vaatimukset.

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

Painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää, koneellista poistoilmanvaihtojärjestelmää tai koneellista tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmää ei saa suunnitella yhdistettäväksi siten, että ilman virtaussuunnat huonetilojen välillä ja kanavistoissa voivat muuttua ilmavirtoja ohjattaessa.

Lisää uusi kommentti
[11]
Ohje [2]

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

Tulisijan vaatima paloilmavirta otetaan huomioon ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelussa

Tulisijoissa palamisilma voidaan johtaa tulisijan alle suoraan ulkoa, ulkoseinään sijoitettavan ulkoilmaventtiilin tai avattavan ikkunan kautta.

Tulisijaa käytettäessä tulee välttää liesituulettimen tai keskuspölynimurin samanaikaista käyttöä.

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

Paloilmakanava johdetaan ulkoa suoraan tulisijan alle rakennusmääräysten mukaisesti ja huomioiden mahdollinen veden kondensoituminen kylmille pinnoille.

Ilmanvaihtokoneiden takkatoiminto ei ole tarkoitettu takan palamisilman sisälle tuomiseen, vaan sytyttämisavuksi, 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. Tulisijan ja ilmanvaihdon hallittu yhteistoiminta on siis varmistettava erilaisissa käyttötilanteissa huolellisella suunnittelulla ja rakentamisella.

Tulisijalla varustetut tilat tulee varustaa palovaroittimen lisäksi häkävaroittimella.

Keskuspölynimurin tai liesituulettimen tarvitseman korvausilman saamiseksi voidaan käyttäjää ohjeistaa avaamaan tuuletusikkuna tai kytkemään takkakytkin päälle imuroinin tai liesituulettimen ajaksi.

Erittäin tiiviissä talossa keskuspölynimurin tai liesituulettimen korvausilman saannin suunnittelussa voidaan soveltaa muiden erillispoistojen ratkaisuja kuten ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistoilmamäärien tarpeenmukaista ohjausta.

Ohje [2]

23 § Ilman kostutus

Asetusteksti

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

Opastava teksti

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

Erityistä huomiota on kiinnitettävä legionella-bakteerin leviämisen estämiseen.

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

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

Ilman kostutus ja kostutuslaitteiden ohjaus on toteutettava niin, että ilman kosteus pysyy hallitusti asetetuissa rajoissa eikä kosteuden tiivistymisen mahdollistavia hetkellisiä korkeita kosteuksia esiinny.

Jos kostutetun tilan poistoilmasta otetaan lämpöä ja mahdollisesti kosteutta talteen, tulee lämmöntalteenoton jäätymissuojauksen toiminta ja vedenpoisto toteuttaa toimintavarmaksi suunnitellulla kosteustasolla.

Kostutuslaiteen ilmapuoli tulee varustaa 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.

Ohje [2]

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

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 voidaan tulpata työmaan aikana ennen käyttöönottoa, jottei kanavistoon mene pölyä ja

likaa.

Ennen säätö- ja mittaustöiden suorittamista tulee suorittaa 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.

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.

Puhdistusta ei tule suorittaa äänenvaimentimien, säätöpeltien ja muiden ilmavirtasäätimien, sulkeutuvien palorajoittimien eikä muiden laitteiden läpi, jotka voivat vaurioitua puhdistuksen yhteydessä.

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

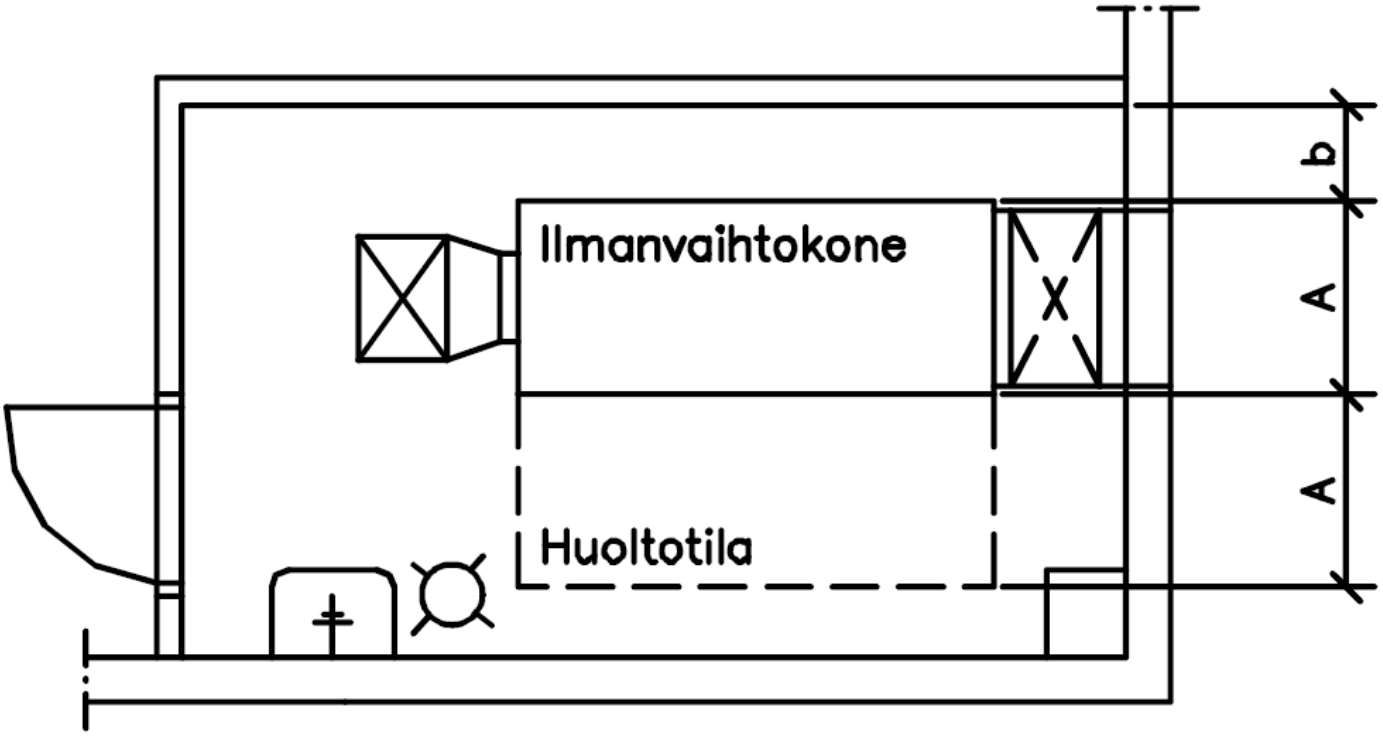
Alakaton ja välipohjan väliseen tilaan asennettujen jäähdytyslaitteiden tulee olla kokonaisuudessaan puhdistettavissa alakattoa purkamatta. Jos ilma kiertää alakaton yläpuoleisessa tilassa, myös alakaton tulee olla rakenteeltaan helposti puhdistettavissa.

Alakattoon on merkittävä puhdistusluukkujen sijainti.

Käytävien alakatoissa oleville taloteknisille järjestelmille on varattava riittävästi tilaa, siten että tilojen muuntojoustavuus on otettu huomioon suunnitteluvaiheessa. Sulkeutuvat palorajoittimet ja toimilaitteilla varustetut ilmavirtasäätimet vaativat säännöllistä tarkkailua, joten asennuksen yhteydessä on varmistuttava esteettömästä huoltotilasta.

Ilmanvaihtolaitteiden huoltoa ja puhdistusta varten varataan riittävästi tilaa, vähintään huollettavien laitteiden mittainen tila huoltosuunnassa. Huollettavuuden varmistamiseksi laitteiden ympärille varataan riittävästi tilaa. Ilmanvaihtokoneet varustetaan ilman työkaluja avattavilla huoltoluukuilla. Ilmanvaihtolaitteiden tilavarauksissa noudatetaan kuvassa 5 koteloidulle ilmanvaihtokoneelle esitettyjä periaatteita. Jos konehuoneessa on useita koneita, varataan tilaa erikseen huoltoa ja korjauksia varten. Huoltotilaan ei sijoiteta kiinteitä eikä raskaita esineitä.

Tilavarauksissa otetaan huomioon myös sähkö- ja automatiikkakeskusten tarvitsema tila sähkömääräysten mukaisesti. Nestekiertoisen LTO-piirin pumppuryhmälle, sekoitussäiliölle ja paisuntalaitteille on varattava riittävä tila. Varasuodattimia ei ole syytä säilyttää iv-konehuoneessa. Lisäksi iv-konehuone on syytä varustaa vesipisteellä ja tasapohja-altaalla.



Kuva 5. Koteloidun ilmanvaihtokoneen huoltotilan sijoitus ja mitoitusesimerkki. A on ilmanvaihtokoneen leveys ja b on 0,4 kertaa ilmanvaihtokoneen korkeus tai vähintään 400 mm.

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

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

Huoltoreitit ja pääsy ilmanvaihtokonehuoneisiin

IV-konehuoneen toteutuksessa on varmistuttava siitä 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 varmistutaan kulkureiteistä, huoltotiloista ja luoksepääsystä ja varmistutaan iv-järjestelmän elinkaaren kestävästä huollettavuudesta.

Kulku iv-konehuoneeseen tulee järjestää kiinteällä porrasyhteydellä. Iv-konehuoneen oviaukon ulkopuolella tulee olla lepotaso, johon oven avaamisen ajaksi voidaan laskea työkalut ja tarvikkeet. Oviaukon leveyden tulee olla vähintään 900 mm, ja sellainen, että toistuvissa huoltotöissä tarvittavat laitteet, varaosat ja tarvikkeet saadaan vaivatta vietyä konehuoneeseen**.**

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

Ohje [2]

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 lämpiämistä tai jäähtymistä ja siten lisätä energiankulutusta tai kosteuden tiivistymistä vedeksi kanavan sisä- tai ulkopinnalla. Esimerkiksi asunnoissa lämpimissä tiloissa oleva ulkoilmakanava ja virtaussuunnassa lämmöntalteenoton jälkeen oleva ulospuhallusilmakanava lämmön- ja kosteudeneristetään

Kanavan lämpöeristystä esim. ullakkotilassa ei voi korvata rakennuksen lämmöneristystuotteella.

Lämmöneristysmateriaalina voidaan käyttää lasi- tai mineraalivillaa, solukumia, polyuretaania tai polyesterikuitumateriaalia. Eristemateriaalin tulee olla pölyämätöntä, kosteutta ja mekaanisesti sekä kemiallisesti kestävää.

Ullakkotilassa (kylmässä) eristevahvuuden tulee olla lämmönvastukseltaan samanlainen kuin 100 mm vahvuinen kerros lämmönjohtavuudeltaan 0,05 W/(m*K) olevaa eristemateriaalia, myös silloin kun eristetyn kanavan ympärille tulee puhallusvillaa tai kevytsoraa (papu). Erityissuunnittelija määrittää eristemateriaalin ja eristevahvuuden.

Kondenssieristeenä voidaan käyttää solukumieristettä tai kondenssitiivistä umpisolueristettä. Kun käytetään villaeristettä kondenssitiiviyteen päästään teippaamalla pituus- ja poikittaissaumat huolellisesti.

Tuloilmakanavan lämpöeristäminen on tarpeen silloin kun tuloilmaa jäähdytetään.

Ilman liikkeestä aiheutuvia häiritseviä virtausääniä voidaan vaimentaa äänenvaimentimien lisäksi kanavien sisälle asennettavalla äänenvaimennusmateriaalilla. Tällöin on varmistuttava, ettei eristysmateriaalista irtoa ilmavirtaan haitallisia kuituja tai hiukkasi. Pintakerroksen tulee olla helposti puhdistettavissa.

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

Ilmanvaihtokanavien paloeristysmateriaalit tulee olla CE-merkittyjä standardin EN 14303 mukaisesti.

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

Tilavarauksissa ja suunnitelmissa on huomioitava tilantarve siten, että eristeen asentaminen on mahdollista suorittaa.

Eristystyö suoritetaan valmistajan ohjeiden mukaan.

Lisää uusi kommentti
[12]
Ohje [2]

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 tiiviyden mittaus voidaan korvata asennustarkastuksella, jos kanavisto on tehty kokonaan vähintään tiiviysluokan C mukaisista kanavista ja kanavanosista. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on tehtävä merkintä rakennustyön tarkastusasiakirjaan ilmanvaihtojärjestelmän tiiviyden suunnitelmanmukaisuudesta.

Opastava teksti

Tiiveyskoe on suoritettava aina.

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 tiiveys tarkistetaan esimerkiksi 20 prosentin osuudelta.

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

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

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 on varmistettava kuvaamalla kukin pystykanava ennen liitoksia hormin alapäässä huoneistojen kanavistoon ja yläpäässä ullakon kanaviin. Elementtihormien sisäpuolisesta kuvauksesta on tehtävä merkintä tarkastusasiakirjaan.

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

Ohje [2]

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 dm^3/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.

Ilmanvaihtojärjestelmän sähkölaitteiden toiminta kokeillaan lopullisilla virtayhteyksillä sulakkeet kiinnitettyinä. Toimintakokeet suoritetaan ennen ilmavirtojen mittausta ja säätöä. Ennen kokeiden aloittamista tarkistetaan, ettei rakennus tai ilmanvaihtojärjestelmä ole niin keskeneräinen, että se vaikuttaisi ilmavirtoihin, paineisiin tai siirtoilman virtaussuuntiin.

Ovet, ikkunat ja virtaussäleiköt tulee olla paikalleen asennettuja. Rakennuksen ilmantiiveysmittaus 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.

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

Asunnoissa ilmavirrat tarkistetaan myös tehostetulla mitoitusilmavirralla.

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 ilmanpain. Pöytäkirjassa on oltava mittausta valvovan henkilön (rakennusvaiheen vastuuhenkilön) varmennus ja siitä on tehtävä merkintä tarkastusasiakirjaan. Se, kuka on rakennusvaiheen vastuuhenkilö, sovitaan yleensä LVI-aloittamiskokouksessa.

Hyväksyttävät poikkeamat mitoitusarvoista ovat seuraavat:

1. ilmavirta järjestelmäkohtaisesti ± 10 %;
2. ilmavirta huonekohtaisesti ± 20 %.

Ominaissähköteho (SFP-luku) tarkistetaan suunnittelijan ilmoittamalla tehostamattomalla ilmavirralla. Sähkötöiden vastuuhenkilö ilmoittaa laitteiston ottaman virta-arvon, jonka perusteella ilmanvaihtotöiden vastuuhenkilö laskee laitteiston/järjestelmän ominaissähkötehon. Ilmanvaihtotöiden valvoja/suunnittelija tarkastaa SFP-luvun oikeellisuuuden.

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

Esimerkki:

1. Jos huoneen suunnitteluilmavirta on 10 dm^3/s, on hyväksyttävä poikkeama ±2 dm^3/s.
2. Jos kalibrointitodistuksen perusteella mittalaite näyttää 0,4 dm^3/s liian vähän, lisätään mittausarvoon 0,4 dm^3/s. (Mittausarvo 10 dm^3/s + kalibrointi 0,4 dm^3/s = mittaustulos 10,4 dm^3/s) Usein mittalaitteet säädetään kalibroinnin yhteydessä niin, että ne näyttävät mittaustuloksen, eikä mittausarvoa tarvitse erikseen korjata.
3. Jos käytetyn mittalaitteen ja mittausmenetelmän yhdistetty mittausepävarmuus on ±0,9 dm^3/s, on mittaustuloksen oltava välillä 8,9 ... 11,1 dm^3/s. Kalibroinnin mukaisesti korjattu mittaustulos 10,4 dm^3/s on siis hyväksyttävän poikkeaman sisällä.

Ohje [2]

Source URL: http://www.talotekniikkainfo.fi/luonnos-sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas

Linkit
[1] http://www.talotekniikkainfo.fi/book-page-category/yleista
[2] http://www.talotekniikkainfo.fi/taxonomy/term/2
[3] http://www.talotekniikkainfo.fi/node/51
[4] http://www.talotekniikkainfo.fi/lvi-suunnittelun-perusteet-sisallysluettelomalli
[5] http://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/10-ss-ilmavirtojen-ohjaus#comment-form
[6] http://www.ilmanlaatu.fi
[7] http://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/12-ss-ilmansuodatuksen-tarve#comment-form
[8] http://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-esimerkit/ulkoilmalaitteiden-ja-ulospuhallusilmalaitteiden-sijoittaminen
[9] http://www.talotekniikkainfo.fi/ilmavirtojen-ilman-liikkeen-ja-aanitason-ohjearvoja-d22012-liite1
[10] http://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/18-ss-ilmanvaihdon-tiiviysluokat#comment-form
[11] http://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/20-ss-ilmavirtojen-tasapaino-ja-rakenteiden-ilmanpitavyys#comment-form
[12] http://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas/25-ss-ilmanvaihtojarjestelman-eristaminen#comment-form