

PAINOVOIMAINEN ILMANVAIHTO OPAS

Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän toiminta perustuu pääasiassa ulko- ja sisätilan lämpötilaeron sekä tuulen aiheuttamaan paine-eroon.

Painovoimaiseen ilmanvaihtojärjestelmään voidaan asentaa puhallin, joka käynnistyy erillisen ohjauksen mukaan riittävän ilmanvaihdon edellyttämän ilmavirran aikaansaamiseksi. Jos tällainen ilmanvaihtojärjestelmä toimii kuitenkin pääosan ajasta painovoimaisesti, sitä kutsutaan tässä oppaassa *puhallinavusteiseksi painovoimaiseksi ilmanvaihdoksi*.

Samassa rakennuksessa voidaan käyttää hallitusti sekä koneellista että painovoimaista ilmanvaihtoa. Painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää ja koneellista ilmanvaihtojärjestelmää ei kuitenkaan saa yhdistää siten, että ilman virtaussuunnat huonetilojen välillä ja kanavistoissa voivat muuttua ilmavirtoja ohjattaessa. Omakotitalossa voi olla esimerkiksi pesuhuone-wc-tilassa koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmön talteenotolla ja muissa tiloissa painovoimainen ilmanvaihto. Samaan asuntoon kuuluvien huonetilojen jakaminen muulla tavalla painovoimaisen ja koneellisen ilmanvaihdon palvelualueisiin on haastavaa, koska palvelualueiden välisen välioven tulisi olla tiivis ja käytön aikana pääsääntöisesti suljettuna.

Sekä puhallinavusteista painovoimaista ilmanvaihtoa että edellä kuvattua kahden järjestelmän yhdistelmää on kutsuttu *hybridi-ilmanvaihdoksi*. Määräysteknisesti hybridi-ilmanvaihtoa käsitellään painovoimaisena ilmanvaihtona.

Käyttökohteet

Tässä oppaassa käsitellään painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän suunnittelua ja toteutusta käytötarkoitukseluokkaan 1 (pienet asuinrakennukset, Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta) kuuluvien rakennusten osalta. Pieniksi asuinrakennuksiksi lasketaan erillispientalot ja ketjutalon osana olevat rakennukset sekä rivitalot ja enintään kaksikerroksiset asuinrakennukset (=luhtitalot tai townhouse-talot, joissa on päällekkäisiä asuntoja enintään kahdessa tasossa).

Viime vuosisadan puoliväliin saakka painovoimainen ilmanvaihto oli tavallisin suomalaisrakennusten

ilmanvaihtojärjestelmä kaikissa rakennustyypeissä. Asuminen ja asunnot ovat sen jälkeen muuttuneet: poistoilmahormeja lämmittäviä tulisijoja rakennetaan huomattavasti vähemmän; niitä käytetään satunnaisesti ja vain erittäin harvoin rakennuksen päälämmitysmuotona; vedeneristettyjen tilojen pinta-ala on kasvanut ja vedenkäytön aiheuttama kosteuskuorma märkätiloissa lisääntynyt; sähkölaitteiden määrän kasvu on lisännyt sisäisiä lämpökuormia; erilaiset allergiat ja yliherkkyydet ovat yleistyneet; ajoneuvoliikenteen suuri määrä kuormittaa ulkoilmaa etenkin kaupunkiympäristössä. Myös ilmanvaihtoon ja sisäilmastoon kohdistetut vaatimukset ovat muuttuneet. Rakennusperinteestä tuttuja ja toimiviksi koettuja painovoimaisen ilmanvaihdon ratkaisuja ei voida sellaisinaan kopioida uusiin rakennuksiin ilman huolellista suunnittelua ja laskennallista mitoitusta.

Erityispiirteitä

Painovoimainen ilmanvaihto poikkeaa perustavalla tavalla koneellisista järjestelmistä. Koska painovoimainen järjestelmä saa käyttövoimansa sisä- ja ulkoilman lämpötilaeroista ja tuulesta, ilmavirta vaihtelee sääolosuhteiden mukaan sekä vuorokauden että vuoden mittaan. Kun järjestelmä ei toimi koko ajan samalla tavalla, laskennallinen vaatimustenmukaisuuden osoittaminen sekä käyttöönoton yhteydessä tehtävä mittaus on vaikeampaa kuin koneellisissa järjestelmissä. Muita painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän erityispiirteitä ovat mm:

- Mitoituksen tavoitteena olevan ilmavirran ylläpitäminen edellyttää painovoimaisessa ilmanvaihdossa venttiilien säätämistä vaihtelevan ulkolämpötilan ja tuulen mukaan.
- Painovoimaisen ilmanvaihdon rakennus on suunniteltava kokonaisuutena. Vaihtaminen koneellisesta painovoimaiseen ilmanvaihtoon kesken suunnitteluprosessin ei yleensä onnistu.
- Painovoimaiseen ilmanvaihtoon ei voi toteuttaa lämmön talteenottoa nykyisin käytössä olevilla teknisillä ratkaisuilla.
- Mahdollisuudet ulkoilman suodattamiseen ja äänenvaimennukseen ovat oleellisesti rajatummalla kuin koneellisessa ilmanvaihdossa.

Vuoden 1978 rakentamismääräyskokoelman osa D2 ohjeisti vielä erillisessä osiossa painovoimaisen ilmanvaihdon suunnittelua. Vuoden 1987 D2:ssa ohjeistusta ei enää ole. Sen mukaan painovoimaista ilmanvaihtoa voidaan käyttää lähinnä hiljaisilla ja ilmansaasteettomilla alueilla sijaitsevilla pientaloissa. Nykyisin katsotaan, että ilmanvaihdolle ja sisäilmastolle asetetut toiminnalliset ja olosuhdevaatimukset on saavutettava kaikilla ilmanvaihtojärjestelmillä.

Ilmanvaihtoa koskevat lait ja asetukset uudistettiin osana maankäyttö- ja rakennuslain uudistusta vuoden 2018 alkuun mennessä. Ajantasainen lainsäädäntö löytyy Finlex-sivustolta <https://www.finlex.fi>.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta antaa määräyksiä ilmamääristä, ilman virtaussuunnista, säädettävyydestä ja ohjauksesta, lämpötilaolosuhteista ja tuloilman suodatuksesta. Lisäksi on kohdistettu määräyksiä ilmanvaihtokanaviston ominaisuuksille. Asetus koskee uusia rakennuksia, laajennuksia ja kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä, pois lukien maatalouden tuotantorakennukset ja alle neljä kuukautta vuodessa käytettävät loma-asunnot (1 §). Asetuksen painovoimaista ilmanvaihtoa koskevista kohdista on koottu ohjeen loppuun tarkastuslista.

Ympäristöministeriön asetusta rakennuksen ääniympäristöstä sovelletaan muun muassa asuinrakennuksiin (1 §). Asetuksen mukaan ulkovaipan ääneneristys on suunniteltava ja toteutettava siten, että ääneneristys on vähintään 30 desibeliä eikä impulssimaisen, kapeakaistaisen tai pienitaajuisen melun keskiäänitaso ylitä nukkumiseen tai lepoon käytettävissä huoneissa 25 desibeliä.

Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta asettaa vaatimuksia uudelle rakennukselle rakennusosakohtaisten vaatimusten ja painotetun laskennallisen ominaisenergiankulutuksen (E-luvun) muodossa. E-lukuvaatimukset asetetaan käyttötarkoitukseluokittain. E-lukuvaatimusta ei kuitenkaan sovelleta

- pienen asuinrakennuksen laajennukseen
- kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen
- asuinkeuhkon ullakolle rakennettavaan asuntoon.

E-luvun raja-arvoja ei sovelleta myöskään muiden rakennusten laajennuksiin tai kerrosalaan laskettavan tilan lisäämiseen, mikäli voidaan käyttää olemassa olevaa ilmanvaihtojärjestelmää (4 §).

Laskettaessa painovoimaisella ilmanvaihdolla toimivan rakennuksen vertailulämpöhäviötä poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen vertailuarvo on nolla (26 §). Lämmön talteenoton puuttumista ei siis tarvitse kompensoida rakennusosien tai rakenteiden lämmöneristävyydellä tai ilmanpitävyydellä. Mikäli painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaa avustaa puhallin, sen sähkönkulutus lasketaan mukaan E-lukuun sen käyttöajan mukaisesti, joka tarvitaan laskennallisesti suunnitellun ilmavirran saavuttamiseen.

Asumisterveysasetuksessa asetetaan vaatimuksia sisäilmalle ja ilmanvaihdolle. Asumisterveysasetuksen soveltaminen tulee kysymykseen, jos asunnossa epäillään terveyshaittaa.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa ilmanvaihtoa koskevat erityisesti vaatimukset paloturvallisuudesta, terveellisyydestä, käyttöturvallisuudesta, ääniolosuhteista, energiatehokkuudesta sekä käyttö- ja huolto-ohjeesta (117 §).

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennusvalvontaviranomainen voi myöntää vähäisen poikkeamisen rakennusluvan yhteydessä. Rakennuksen teknisiä ja näitä vastaavia ominaisuuksia koskevan vähäisen poikkeamisen edellytyksenä on, ettei poikkeaminen merkitse MRL:ssä rakentamiselle asetettujen keskeisten vaatimusten syrjäytymistä. Jos esimerkiksi ääniympäristöasetuksen soveltaminen ei ole tarkoituksenmukaista rakennuksen erityisten ominaisuuksien johdosta, on kuitenkin noudatettava MRL 117 f §:n esittämää olennaista vaatimusta, jonka mukaan rakennuksen ääniolosuhteet eivät saa vaarantaa terveyttä, lepoa tai työntekeä. Poikkeamista haettaessa poikkeamisen tulee johtaa kokonaisuuden kannalta tarkoituksenmukaisempaan lopputulokseen kuin esimerkiksi rakentamismääräyksiä tai asemakaavaa noudattamalla

MÄÄRÄYSTENMUKAISUUDEN OSOITTAMINEN

Painovoimaisen ilmanvaihdon määräystenmukaisuus osoitetaan rakennusluvan hakemisen yhteydessä. Menettelyyn kuuluu:

1) Ennakkoneuvottelu

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on syytä selvittää rakennusvalvontaviranomaisen kanta ja rakennuspaikan soveltuvuus painovoimaiseen ilmanvaihtoon ennakkoneuvottelussa.

2) Pätevä suunnittelija

Suunnittelijan kelpoisuutta arvioidaan tehtävän vaativuuden mukaan.

Ilmanvaihdon suunnittelijalta edellytetään suunnittelutehtävään soveltuvaa tutkintoa ja riittävää kokemusta. Rakennusvalvontaviranomaisen on arvioitava suunnittelijan kelpoisuus vaatimusluokkien mukaan (MRL 120 §). Käytännössä ilmanvaihdon suunnittelijalla on oltava IV-suunnittelutehtävään soveltuva, rakentamisen tai tekniikan alalla suoritetu tutkinto. Vaatimukset löytyvät Ympäristöministeriön ohjeesta rakennusten suunnittelijoiden kelpoisuudesta (YM2/601/2015).

3) Suunnittelu

Painovoimaiselle ilmanvaihdolle laaditaan suunnitelma, johon kuuluu järjestelmän laskennallinen mitoitus. Rakennusvalvontaviranomainen voi määrätä ilmanvaihdon suunnitelmat laadittavaksi ja toimitettavaksi joko rakennusluvassa, aloituskokouksessa tai rakennustyön aikana (MRL 134 §). Pientaloissa lupaehtona on tavallisesti ilmanvaihdon suunnitelmien toimittaminen ennen kunkin työvaiheen aloittamista. Painovoimaisen ilmanvaihdon toiminta on kuitenkin esitettävä ainakin pääpiirustussarjassa, jotta järjestelmän toimivuutta ja toteutettavuutta voidaan arvioida.

4) Laitteistoseelvitys

Ilmanvaihdon suunnittelijan on hyvä laatia rakennuslupahakemuksen liitteeksi laitteistoseelvitys, joka kuvaa käytetyn suunnittelumenetelmän, ilmanvaihdon mitoitusperiaatteet, keinot lämpöviihtyvyyden saavuttamiseksi sekä mahdollisen ulkoilman suodatuksen tai äänenvaimennuksen. Laitteistoseelvityksessä voidaan osoittaa, miten painovoimaisen ilmanvaihdon tekniset haasteet on ratkaistu. Laitteistoseelvityksessä voidaan esittää perustelut, jos suodatusta tai äänenvaimennusta ei lainkaan tarvita.

5) Pätevä työnjohto

Lain mukaan rakennustyössä on vastaavan työnjohtajan lisäksi oltava ilmanvaihtolaitteiston rakentamisesta vastaava työnjohtaja, jos se on laitteistojen rakentamisen vaativuuden vuoksi tarpeellista (MRL 122 a §). Tätä määräystä on tulkittu siten, että mikäli painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä koostuu pelkästään rakennusaineisista hormeista ja ulkoilmalaitteista, IV-työnjohtajana voi toimia myös vastaava työnjohtaja.

6) Käyttöönotto

Ilmanvaihtoasetuksen 27 §:n mukaan ilmanvaihtojärjestelmän ilmavirrat on mitattava ja säädettävä ja ilmanvaihtojärjestelmä on saatettava toimimaan suunnitelman mukaisesti ennen rakennuksen käyttöönottoa. Riittävän ilmavirran lisäksi varmennetaan poistoilmahormien ja -kanavien tiiveys. Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuudesta laaditaan vastaavanlainen mittauspöytäkirja kuin koneellisen ilmanvaihdon käyttöönoton yhteydessä.

Ilmanvaihtojärjestelmän käyttäminen ohjeistetaan käyttö- ja huolto-ohjeessa, joka on laadittava kaikille pysyvään asumiseen ja työskentelyyn tarkoitetulle rakennuksille (MRL 117 i §). Käyttö- ja huolto-ohjeessa kuvataan tulo- ja poistoilmaventtiilien käyttö, mahdollisten suodatinten tyyppi ja vaihtaminen sekä poistoilmakanavien ja venttiilien puhdistus.

Huolto-ohje kuvaa mahdollisen ilmanvaihtojärjestelmään kuuluvan puhaltimen tai aurinkokeräimen huoltotoimenpiteet sekä puhaltimen ohjausjärjestelmän. Huolto-ohjeessa on syytä kuvata myös toimenpiteet avustavan puhaltimen tai tuuliohjaimen jäätyessä, vaikka jäätyminen onkin pyrittävä aina estämään suunnittelun keinoin.

Käytön aikainen säätö ja seuranta

Riittävä ilmavirta ja hyvä lämpöviihtyvyys edellyttävät käyttäjältä ilmanvaihtoventtiilien säätämistä vaihtelevan ulkolämpötilan ja tuulisuuden mukaan. Venttiilin säätäminen on tehtävä käyttäjälle helpoksi. Käyttöä helpottaa, jos venttiilin asennosta voi nähdä säädön vaikutuksen. Ulkoilmaventtiilinä voidaan käyttää myös lämpötilan mukaan säätyvää venttiiliä, mutta suunnittelussa on varmistettava, että sen säätöalue on riittävä ja oikein asetettu järjestelmän toimintaan nähden.

Ajoittainen paine-eron puuttuminen

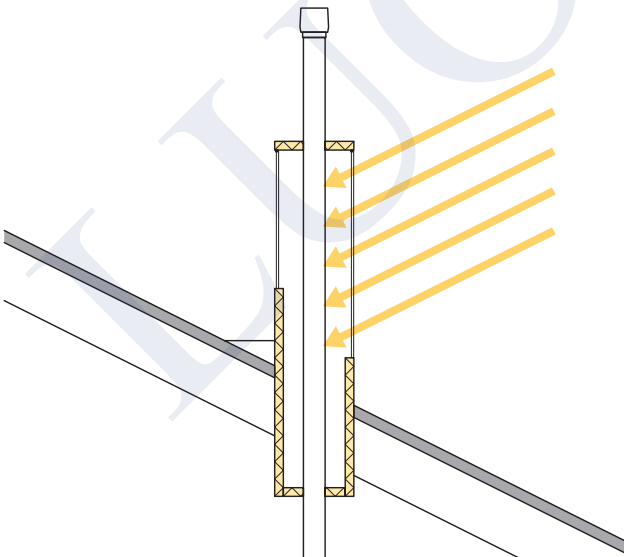
Ilmavirtaa aiheuttavaa paine-eroa ei synny silloin, kun sisä- ja ulkotilan välillä ei ole lämpötilaeroa ja on tuuletonta. Tällaisissa tilanteissa painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaa on avustettava tarkoitukseen soveltuvalla järjestelmällä. Perinteisesti avustukseen on käytetty ikkunatuuletusta.

Kesäajan ilmanvaihto voidaan saada toimivaksi esimerkiksi seuraavilla vaihtoehtoisilla ratkaisuilla:

1) Puhallinvusteinen painovoimainen ilmanvaihto

Poistoilmahormit varustetaan poistoilmapuhaltimella, joka ei aiheuta suurta painehäviötä pysäytettynä ollessaan. Ohjausautomaatiikka käynnistää puhaltimen ja lisää puhallintehoa asetettujen ohjausarvojen mukaisesti. Ohjaus voi perustua esimerkiksi sisäilman hiilidioksidi- ja/tai kosteusmittaukseen. Järjestelmää tarkastellaan painovoimaisena ilmanvaihtona, mikäli ilmanvaihto perustuu pääosin lämpötilaeron ja tuulen vaikutukseen.

Puhallinvusteisia painovoimaisia ilmanvaihtojärjestelmiä on rakennettu enemmän Ruotsissa kuin Suomessa, jossa käyttökokemuksia on vähän ja verrattain lyhyeltä ajalta.



Kuva 1. Suomalaissovellus solskorstenista, periaatepiirros. Aurinko lämmittää lämmöneristetyssä kotelossa kulkevia tummapintaisia poistoilmakanavia lasin läpi. Ratkaisua kokeillaan Suomen Kulttuurirahaston rahoituksella Närpiön rakennetussa koetalossa (Yrkesakademien i Österbotten 2015).

2) Aurinkoavusteinen painovoimainen ilmanvaihto

Poistoilmahormit kootaan yhteen ja hormien vesikatolle ulottuvaa yläosaa lämmitetään niiden ympärille rakennetun yksinkertaisen aurinkokeräimen avulla. ”Solskorstenina” tunnettu ratkaisu lämmittää poistoilmahormeja erityisesti aurinkoisella säällä ja tukee osaltaan ilmavirtausta aiheuttavan lämpötilaeron muodostumista poistoilmahormiin.

Auringon tehostava vaikutus vaihtelee säätilan mukaan. Tehostusvaikutusta on vaikeaa osoittaa laskennallisesti. Ratkaisua on käytetty Suomessa vain yksittäisissä rakennuksissa.

Poistoilmahormien takaisinvirtaus

Poistoilmahormin tai -kanavan päähän ylhäältä suuntautuva tuuli ja sisälämpötilaa korkeampi ulkolämpötila aiheuttavat takaisinvirtausta poistoilmahormeissa. Takaisinvirtausta voi aiheutua myös liesituulettimen ja tulisijan käytöstä. Haitat on arvioitava hankekohtaisesti. Niitä ovat tyypillisesti:

- Takaisinvirtauksen takia ilman virtaus voi suuntautua epäpuhtaammasta tilasta puhtaampaan päin.
- Takaisinvirtaus tuo sisätilaan suodattamatonta ilmaa.
- Tuuli aiheuttaa takaisinvirtausta myös viileään vuodenaikaan. Poistoilmahormien ja -kanavien suunnittelussa on huomioitava kondenssin mahdollisuus.

Takaisinvirtausta voidaan vähentää tai se voidaan estää esimerkiksi seuraavilla ratkaisuilla:

- Poistoilmahormin päähän asennettava tuulenohjain vähentää tuulenpuuskien aiheuttamaa takaisinvirtausta.
- Erillinen korvausilmareitti liesituulettimelle ja tulisijalle vähentää takaisinvirtausta.
- Wc- ja peseytymistilat voidaan sijoittaa ulkoseinää vasten ja niille voidaan rakentaa oma ulkoilma-venttiili ja poistoilmahormi. Jos tilan rakenteet ja tilaan johtava väliovi tehdään tällöin tiiviiksi, ilman ovirakoa, ilmavirtausta epäpuhtaasta puhtaampaan tilaan esiintyy vain oven ollessa auki.

Ilmavirtojen mittaaminen, ohjaaminen ja seuraminen

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa paine-erot ovat erittäin pieniä, ja niiden mittaaminen on vaikeaa. Asetus ei edellytä jatkuvaa mittaamista.

Painovoimaisen ilmanvaihdon kertaluonteinen mittaaminen voidaan tehdä esimerkiksi suorana ilmanvaihtuvuuden mittauksena hiilidioksidia merkkiaineena käyttäen. Yksittäisten venttiilien ilmavirtoja voidaan mitata muun muassa mittaussuppilolla varustetulla siipipyöräänemometrillä. Uutena ratkaisuna kertaluonteiseen ja jatkuvaan mittaukseen on tullut ultraäänianturiin perustuva mittaaminen, joka ei aiheuta painehäviötä.

Painovoimaisen ilmanvaihdon kertamittauksessa mittausajankohta vaikuttaa ilmanvaihtuvuuteen ja ilmanvirroissa voi olla lyhyessäkin ajassa tapahtuvaa vaihtelua esimerkiksi tuulen vaikutuksesta.

Lämpöviihtyvyys

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ulkoilma tulee yleensä sisätilaan lämmittämättömänä. Pienen paine-eron johdosta ulkoilma jakautuu huonetilaan eri tavoin kuin koneellisessa poistoilmanvaihdossa.

Ulkoilmavirtaus on ohjattava huoneeseen venttiileillä siten, että se ei aiheuta vedon tunnetta. Ilmanvaihtoasetuksen 4 §:n mukaan rakennuksen huone- ja lämpötilan on oltava suunniteltuna käyttöaikana viihtyisiä, eivätkä ilman liike, lämpötilasäteily, lämpötilan vaihtelu, lämpötilaerot ja pintalämpötilat saa sitä heikentää.

Perinteinen *kippiventtiili* sijoitetaan yleensä seinän yläosaan, ja sen muoto ohjaa ilmavirtaa yläviistoon. Ulkoilmaventtiili voidaan sijoittaa myös lämmityslaitteen taakse, kunhan varmistetaan venttiilin suljettavuus ja helppo säädettävyys. *Ulkoilmaradiaattorissa* ulkoilmaventtiili on sijoitettu patterin taakse ja ulkoilma johdetaan patterin levyjen välistä tilaan.

Ulkoilma voidaan johtaa sisälle myös maan alle asennetussa ulkoilmakanavassa, jossa ilma esilämpenee talvella ja viilenee kesällä. Kanava on varustettava kondenssiveden poistolla. Kanavan tarkastaminen ja puhdistaminen on syytä suunnitella helposti toteutettavaksi. Sisätilassa tuloilmakanava haarotetaan huoneisiin ja ilma johdetaan huoneisiin säädettävien tuloilmaventtiilien kautta. Ulkoilmakanava voidaan varustaa kanavalämmittimellä.

Tuloilmaikkunassa ulkoilma johdetaan sisätilaan ikkunoiden puitevälin kautta. Puitevälissä auringonsäteily voi esilämmittää sisäänjohdettavaa ilmaa. Tuloilmaikkunaa käytettäessä on estettävä vääränsuuntainen ilmavirtaus ja ikkunan huurtuminen sekä varmistettava riittävän laaja venttiilin säätöalue.

Ikkunatuuletus

Uuden rakennuksen ilmanvaihtoa koskevan asetuksen 10 §:n mukaan ilmanvaihtoa on voitava tehostaa vähintään 30 % suuremmaksi kuin suunnitellun käyttöajan ilmavirrat.

Ikkunatuuletuksella voidaan tehostaa ilmanvaihtoa. Ikkunatuuletuksella voidaan myös viilentää sisätiloja erityisesti silloin, kun rakennuksessa tai asunnossa on läpituuletusmahdollisuus, ts. ikkunoita voidaan avata yhtäaikaisesti kahdesta eri julkisivusta. Ympäristöministeriön asetus asuin-, majoitus- ja työtiloista edellyttää, että asuinhuoneen ikkunan tai sen osan on oltava avattavissa (10 §).

Energiatehokkuus

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton puuttuminen johtaa tyypillisesti keskimääräistä korkeampaan tilojen lämmitysenergiankulutukseen. Rakentamismääräysten E-lukuvaatimus ohjaa käyttämään painovoimaisen ilmanvaihdon kanssa tilojen ja käyttöveden lämmitykseen energiamuotoa, jonka kerroin muodostuu E-lukulaskennassa edulliseksi. Uusiutuvan energian tuottaminen rakennuksen omaan käyttöön auttaa osaltaan E-lukutavoitteen saavuttamisessa. Ympäristönäkökulmasta on syytä tarkastella myös lämmitysmuodon CO₂e-päästökerrointa, joka poikkeaa rakentamismääräysten tarkoittamasta energiamuodon kertoimesta esimerkiksi kaukolämmön osalta. Kaukolämmön CO₂e-päästökerroin on lämpöverkkokohmainen ja riippuu lämpöenergian tuotantotavasta.

Olosuhdeseuranta

Sisätiloihin rakennettavalla olosuhdemittauksella voidaan seurata esimerkiksi sisäilman hiilidioksidipitoisuutta ja märkätilojen suhteellista kosteutta. Olosuhdemittauksella varmistetaan järjestelmän toimivuus käytön aikana ja kerätään arvokasta tietoa ratkaisujen toimivuudesta. Käytön aikana toteutettavalla mittauksella ei kuitenkaan voida korvata laskennallista mitoitus-

Vaatimukset rakennuspaikalle

Ennen suunnittelun aloittamista on varmistettava, että rakennuspaikka on painovoimaiselle järjestelmälle sopiva. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa on käytetty usein äänenvaimentamattomia venttiilejä tai ikkunatuuletusta, jolloin järjestelmä ei sovi melualueille, kuten vilkasliikenteisten teiden varsille tai lentomelualueille. Vilkasliikenteisinä voidaan pitää teitä, joilla liikkuu yli 10 000 autoa vuorokaudessa.

Riittävä suodatustaso tulee huomioida suunnittelussa. Ulkoilman suodatus aiheuttaa painovoimaisessa ilmanvaihdossa merkittävän painehäviön.

Ilmanlaatu on Suomessa pääsääntöisesti hyvä. Siitä huolimatta ulkoilman pienhiukkasten arvioidaan olevan merkittävin ilman epäpuhtauksien aiheuttama ympäristöterveysriski myös Suomessa. Tie- ja katuliikenne on maassamme keskeinen hengitysilman likaaja. Ajoneuvoliikenteen päästöt vaikuttavat voimakkaasti lähistön ilmanlaatuun. Vaikutus laskee nopeasti tiestä etäännyttäessä ja on taustan tasolla 200–300 metrin etäisyydellä. Taajamien sisäntuloteiden ja pääkatujen varsilla altistumisriski on ilmeinen. Tiiviisti rakennetuilla paikoilla, kuten keskustoissa, alueen liikenne nostaa pitoisuuksia kadun vaikutusaluetta laajemmin (Ilmanlaatu maankäytön suunnittelussa, Uudenmaan ELY-keskus, Opas 2–2015).

Ilmanvaihtojärjestelmä voidaan suunnitella ilman ulkoilman suodatusta vain, jos ulkoilman laatu on riittävän hyvä. Rakennuspaikan tulisi tällöin täyttää vähintään ”Ilmanlaatu maankäytön suunnittelussa” -oppaan (Uudenmaan ELY-keskus, Opas 2–2015) ilmanlaatuvohyökykkeiden herkälle kohteelle asetettu suositusetaisyys. Ulkoilman suodatusta ei voi jättää pois rakennuspaikalla, jonka läheisyydessä on useampia vilkasliikenteisiä liikenneväyliä. Näitä periaatteita noudattaen täytetään ulkoilman puhtauden suhteen vähintään luokitus ODA 1 (P) ja tuloilman puhtauden suhteen vähintään luokitus SUP 4 (lisätietoa www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas). Silloinkin, kun ilmanlaadun puolesta ilmanvaihto voidaan suunnitella ilman ulkoilman suodatusta, on suositeltavaa tehdä ulkoilmaventtiileihin varaus tilapäisesti käytettävälle suodattimelle, jolle voi ilmetä erityistä tarvetta esimerkiksi siitepölyn takia (Ulkoilman ja tuloilman puhtausluokitukset, www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas).

Arkkitehtisuunnittelu

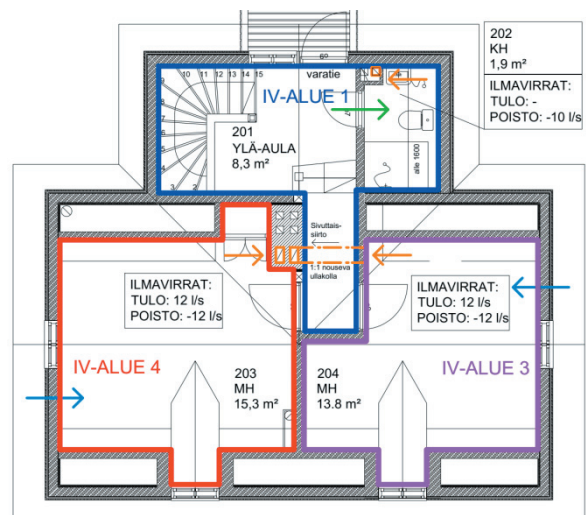
Koska painovoimainen ilmanvaihto asettaa rajoituksia rakennuksen muodolle ja tilaratkaisuille, sen on oltava arkkitehtisuunnittelun lähtökohtana alusta asti. Arkkitehdilla tulee olla käsitys painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaperiaatteista sekä poistoilmahormien ja ulkoilmaventtiilien tyyppillisistä mitoituksista.

Tavallisesti ensin sovitaan tilat poistohormien ympärille, minkä jälkeen sijoitetaan ulkoseinille huonekohtaiset ulkoilma-aukot ja väliseiniin tai oviin tarvittavat siirtoilmareitit. Sitten varmistetaan, että hormoneissa on riittävä mitoitus.

Tyypillisesti jokaiseen asunnon tilaan eteisiä ja käytäviä lukuun ottamatta sijoitetaan oma poistohormi. Suurempiin, tiloihin voidaan joutua sijoittamaan useampia poistohormeja, jotta asunnon ilmamäärävaatimukset täyttyvät. Yleensä hormit sijoitetaan rungon keskelle väliseinien kohdalle. Poistoilmahormien ja -kanavien tarvitsema lattia-ala saa ylittää asemakaavan osoittaman rakennusoikeuden (MRL 115 §).

Vesikatolla hormiryhmät on pyrittävä sijoittamaan mahdollisimman lähelle harjaa, pulpettikatossa lähemmäs katon korkeinta kohtaa. Näin hormoneihin syntyy parempi veto eikä tuuli paina niin helposti ilmaa hormoneista sisään.

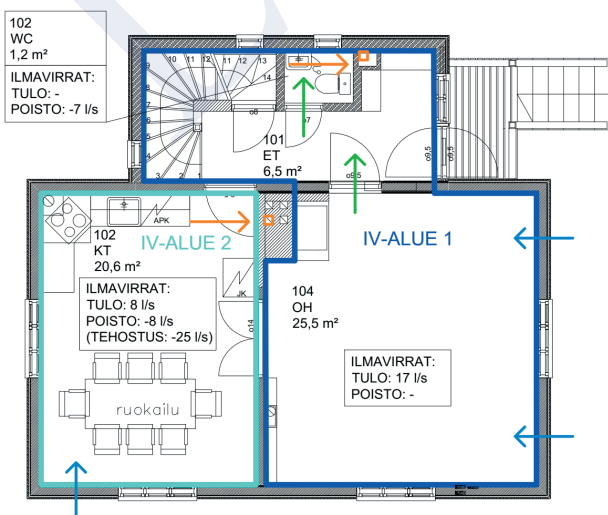
Poistoilmavirtaan vaikuttava hormivaikutus on sitä suurempi, mitä korkeampi hormi on. Mitoituksessa tarkastellaan poistoilmahormin yläpään ja ulkoilmaventtiilin korkeuseroa, jonka tulisi vanhan nyrkkinsäännön mukaan olla vähintään 4,5 m. Vaakasiirtymiä tulee välttää.



Painovoimaisen ilmanvaihdon mitoitus voidaan tehdä laskentakaavojen avulla silloin, kun mitoitettava rakennus koostuu selkeästi rajautuvista tiloista ja ilmastuvirtaa voidaan tarkastella palvelualueittain. Tässä oppaassa esitetyt taulukkomuotoiset mitoitusohjeet perustuvat tilakohtaiseen laskentaan ja soveltuvat siis selkeitä erillisiä huonetiloja käsittäville, tavanomaisille asuinrakennuksille ja loma-asunnoille.

Kun rakennus on laaja ja sisältää monimutkaisia tilasarjoja tai eri kerroksia yhdistäviä tilakokonaisuuksia, laskentakaavoihin perustuva mitoitus ei yleensä riittä. Tällöin ilmanvaihdon palvelualueiden sisäisiä ilmavirtauksia voidaan tarkastella virtaussimuloinnin (cfD-simuloinnin, *computational fluid dynamics*) avulla. Virtaussimuloinnilla voidaan tarkastella myös esimerkiksi lämpöviivtyvyyttä oleskeluvyöhykkeellä tai takaisinvirtaustilanteiden yleisyyttä poistoilmahormeissa.

Tuulen vaikutuksen täsmällinen osoittaminen on haastavaa sekä laskentakaavojen että virtaussimuloinnin avulla. Laskentakaavoihin perustuvassa mitoituksessa rakennuksen ulkopinnan painekuviot oletetaan yleensä tuulen vaikutuksen osalta tasaisiksi. Virtaussimulaatio huomioi rakennuksen muodosta aiheutuvat erilaiset painesuhteet rakennuksen eri sivuilla. Tarkasteltavaa kohdetta ympäröivät rakennukset ja kasvillisuus ohjaavat kuitenkin todellisuuksessa merkittävästi ilman virtauksia ja vaikuttavat virtausten nopeuksiin. Lämpimällä säällä, kun ilmanvaihdon venttiilit ovat täysin auki, tuulen ilmanvaihtuvuutta lisäävä vaikutus voi olla merkittävä. Jäljempänä esitetyissä taulukoissa poistoilmahormien ilmavirroissa ei ole huomioitu tuulen vaikutusta.



Mitoitusperusteet

Tämän ohjeen mitoitustaulukot on laadittu mitoitussulkolämpötilalle +10°C. Mitoitussisälämpötila on +21°C. Mitoitusulkolämpötilan valinta vaikuttaa ratkaisevasti hormimitoituksiin ja järjestelmän säädettävyyteen. Mitoituslämpötilalla +10°C saavutetaan lämpimällä säällä riittävät ilmavirrat kuitenkin niin, että järjestelmä on riittävän hyvin säädettävissä kylmällä säällä. Taulukoiden mitoituksilmavirrat syntyvät vain hormivaikutuksen avulla eli tuulen ilmanvaihtuvuutta lisäävää vaikutusta ei ole huomioitu.

Ilmanvaihdon palvelualueet ja ilmavirrat

Suunnittelun aluksi rakennuksen tilat jaetaan ilmanvaihdon palvelualueisiin. Ilmanvaihdon palvelualueiden on oltava sellaisia tilakokonaisuuksia, joissa palvelualueita rajaavat ovet voivat olla suljettuina rakennuksen normaalissa käytössä. Esimerkiksi portaikko, jossa ei ole suljettavaa ovea, ei voi suunnittelussa rajata ilmanvaihdon palvelualueita, sillä ilmanvaihdon palvelualueiden on oltava suljettavissa ilmavirtojen mittausta varten. Kun palvelualueita rajaavat ovet ovat rakennuksen käytön aikana auki, saattavat ilmavirtojen suhteet eri hormien välillä muuttua. Ilmanvaihdon kokonaisuus ei kuitenkaan tällaisessa tilanteessa pienene.

Tietyn ilmanvaihdon palvelualueen kaikkien ulkoilmasäleikköjen on oltava samassa korkeusasemassa. Ilmanvaihtoalueen läpi ulkoilmalaitteelta poistoilmaventtiilille virtaavan ilman virtausreitti voi kulkea enintään kahden siirtoilmalaitteen (siirtoilmasäleiköt, oviraot tms.) kautta. Ilmanvaihdon palvelualueen kaikkien poistoilmahormien ulospuhallusaukkojen on oltava samassa korkeusasemassa.

Kuvissa 2 ja 3 on esitetty omakotitalon jako ilmanvaihtoalueisiin painovoimaisen ilmanvaihdon suunnittelua varten. Kun tilojen mitoituksilmavirrat on määritetty, voidaan määrittää ulkoilmalaitteiden, siirtoilmalaitteiden sekä poistohormien ilmavirrat. Kussakin tilassa tulevien ja poistuvien ilmavirtojen on oltava yhtä suuret. Kullakin ilmanvaihdon palvelualueella poistohormien ilmavirtojen summan on oltava yhtä suuri kuin ulkoilmalaitteiden ilmavirtojen summa.

Kuvat 2. ja 3. Esimerkki rakennuksen jaosta ilmanvaihdon palvelualueisiin.

Poistoilmahormien mitoitus

Poistoilmahormien riittävä määrä voidaan tarkistaa käyttämällä apuna oheisia taulukkoja (taulukot 1–3). Tilojen mitoitusilmavirtojen perusteella lasketaan kunkin poistohormin ilmavirta. Lisäksi tulee olla tiedossa hormivaikutuksen korkeusero, eli korkeus ilmanvaihtoalueen ulkoilmasäleikköjen keskikohdasta poistohormin ulospuhallusaukolle. Hormivaikutuk-

sen korkeuseron, poistohormin materiaalin ja sisämitan perusteella taulukosta voidaan lukea suurin ilmamäärä, joka kyseiselle hormille voidaan mitoittaa. Jos poistohormin on poistettava suurempi ilmamäärä, tulee tilaan määrittää toinen poistoilmahormi tai poistoilmahormin kokoa täytyy kasvattaa siten, että yhden poistohormin ilmamäärä ei ylitä taulukossa ilmoitettua ilmamäärää.

Taulukot 1–3. Poistoilmahormien mitoitus.

Suurin ilmavirta, joka voidaan mitoittaa poistoilmahormille. (LAITTEIDEN PAINETASO 1)							
Mitoituslämpötilat: ulkolämpötila +10 °C (sisälämpötila +21 °C)							
Hormissa voi olla 3 kappaletta suunnanmuutoksia, joiden kulma on korkeintaan 90°.							
Hormissa voi olla sivuttaissiirtoa korkeintaan 10% hormivaikutuksen korkeuserosta.							
PAINETASO 1: Ulkoilma- ja siirtoilmalaitteen sekä poistoventtiilin yhteenlaskettu painehäviö on korkeintaan 1,5 Pa.							
Hormivaikutuksen korkeusero vähintään Korkeusero mitattuna ulkoilmaventtiilin keskikohdasta poistohormin ulospuhallusaukoon oltava vähintään ilmoitettu metrimäärä, jotta rivin maksimi-ilmavirta toteutuu.		Muurattu tiilihormi			Kierresaumakanavahormi		
		koko kivi n.15x29 cm	3/4 kiveä n.15x22 cm	puoli kiveä n.15x15 cm	Ø200 mm	Ø160 mm	Ø125 mm
		max. l/s	max. l/s	max. l/s	max. l/s	max. l/s	max. l/s
Seloste	metriä						
Ylimmän kerroksen hormit, yleensä	4	12	9	6	9	6	3
Toiseksi ylimmän kerroksen hormit, yleensä	7	28	20	13	21	13	8
Kolmanneksi ylimmän kerroksen hormit, yleensä	10	36	26	17	27	17	10

Suurin ilmavirta, joka voidaan mitoittaa poistoilmahormille. (LAITTEIDEN PAINETASO 2)							
Mitoituslämpötilat: ulkolämpötila +10 °C (sisälämpötila +21 °C)							
Hormissa voi olla 3 kappaletta suunnanmuutoksia, joiden kulma on korkeintaan 90°.							
Hormissa voi olla sivuttaissiirtoa korkeintaan 10% hormivaikutuksen korkeuserosta.							
PAINETASO 2: Ulkoilma- ja siirtoilmalaitteen sekä poistoventtiilin yhteenlaskettu painehäviö on korkeintaan 2,5 Pa.							
Hormivaikutuksen korkeusero vähintään Korkeusero mitattuna ulkoilmaventtiilin keskikohdasta poistohormin ulospuhallusaukoon oltava vähintään ilmoitettu metrimäärä, jotta rivin maksimi-ilmavirta toteutuu.		Muurattu tiilihormi			Kierresaumakanavahormi		
		koko kivi n.15x29 cm	3/4 kiveä n.15x22 cm	puoli kiveä n.15x15 cm	Ø200 mm	Ø160 mm	Ø125 mm
		max. l/s	max. l/s	max. l/s	max. l/s	max. l/s	max. l/s
Seloste	metriä						
Ylimmän kerroksen hormit, yleensä	4	-	-	-	-	-	-
Toiseksi ylimmän kerroksen hormit, yleensä	7	17	12	8	13	8	5
Kolmanneksi ylimmän kerroksen hormit, yleensä	10	29	21	14	23	14	8

Suurin ilmavirta, joka voidaan mitoittaa poistoilmahormille. (LAITTEIDEN PAINETASO 3)							
Mitoituslämpötilat: ulkolämpötila +10 °C (sisälämpötila +21 °C)							
Hormissa voi olla 3 kappaletta suunnanmuutoksia, joiden kulma on korkeintaan 90°.							
Hormissa voi olla sivuttaissiirtoa korkeintaan 10% hormivaikutuksen korkeuserosta.							
PAINETASO 3: Ulkoilma- ja siirtoilmalaitteen sekä poistoventtiilin yhteenlaskettu painehäviö on korkeintaan 3,5 Pa.							
Hormivaikutuksen korkeusero vähintään Korkeusero mitattuna ulkoilmaventtiilin keskikohdasta poistohormin ulospuhallusaukoon oltava vähintään ilmoitettu metrimäärä, jotta rivin maksimi-ilmavirta toteutuu.		Muurattu tiilihormi			Kierresaumakanavahormi		
		koko kivi n.15x29 cm	3/4 kiveä n.15x22 cm	puoli kiveä n.15x15 cm	Ø200 mm	Ø160 mm	Ø125 mm
		max. l/s	max. l/s	max. l/s	max. l/s	max. l/s	max. l/s
Seloste	metriä						
Ylimmän kerroksen hormit, yleensä	4	-	-	-	-	-	-
Toiseksi ylimmän kerroksen hormit, yleensä	7	-	-	-	-	-	-
Kolmanneksi ylimmän kerroksen hormit, yleensä	10	20	15	9	16	9	5

Ulkoilmalaitteiden mitoitus

Tässä ohjeessa esitetty poistohormien mitoitus on riittävä vain, jos ulkoilma- ja siirtoilmalaitteiden yhteenlaskettu painehäviö ilman virtausreitillä poistohormiin on riittävän alhainen.

Ulkoilmalaitteen tulee aiheuttaa riittävän pieni painehäviö mitoitusilmavirralla mitoitusulkolämpötilassa, kun ulkoilmalaitte on säädetty kokonaan auki. Lisäksi ulkoilmalaitteen on oltava hyvin säädettävissä, jotta kylmässä ulkolämpötilassa ilmamäärät eivät kasva liian suuriksi. Tällainen toiminta voidaan toteuttaa esimerkiksi asentamalla tilaan sekä suuren ilmamäärän antava venttiili (esim. lautas- tai kippi-venttiili) että pienemmän ilmamäärän antava venttiili (esim. rakovernttiili). Lämpimässä ulkolämpötilassa väljemmästä venttiilistä saadaan riittävä ilmavirta. Kylmässä ulkolämpötilassa, kun hormivaikutus tuottaa suuren paine-eron, väljempi venttiili voidaan sulkea kokonaan ja ilmamäärä voidaan säätää sopivaksi suuremman painehäviön venttiilillä.

Jotta ulkoilmalaitteella olisi matala painehäviö, tulee valinnassa noudattaa seuraavia periaatteita:

- Ulkoilmalaitteen säleiköllä tulee olla suuri vapaa virtausala (esim. valettu säleikkö verkolla).
- Ulkoilmalaitteen kanavan tulisi olla mahdollisimman lyhyt ja suora, esimerkiksi suoraan seinän läpi asennettu kanava. Ulkoilmalaitteessa voidaan kuitenkin käyttää S- tai Z-kanavaa, jossa kanava tekee mutkan seinän sisällä siten, että ulkosäleikkö on hieman ulkoilmaventtiiliä alempana. Mutkallinen kanava ulkoilmalaitteessa lisää hieman laitteen aiheuttamaa painehäviötä. Kun ulkoilmalaitteen kanavassa on suunnanmuutoksia, on erityisen tärkeää, että poistohormit kulkevat mahdollisimman suoraan katolle.

- Ulkoilmaventtiiliin tulee olla painovoimaiseen ilmanvaihtoon soveltuva lautasventtiili, kippiventtiili tai muu alhaisen virtausvastuksen tuottava venttiili.

Jos ulkoilmalaitteeseen sisällytetään ilman suodatus, pienenee mitoitusilmamäärä merkittävästi. Jos käytetään karkeasuodatusta, voidaan olettaa, että laitteesta saatava ilmamäärä on puolet (1/2) taulukossa 4 ilmoitetuista ilmamääristä. Jos käytetään hienosuodatusta, voidaan olettaa, että laitteesta saatava ilmamäärä on neljäsosa (1/4) yllä ilmoitetuista ilmamääristä. Koska suodatuksen aiheuttama painehäviö on merkittävä, tulisi suodatusta suunniteltaessa käyttää laitevalmistajan ilmoittamia suoritusarvoja.

Siirtoilmalaitteiden mitoitus

Taulukoissa 1–3 esitetyt poistohormien mitoitusilmavirrat toteutuvat vain, jos ulkoilma- ja siirtoilmalaitteiden yhteenlaskettu painehäviö ilman virtausreitillä poistohormiin on riittävän alhainen. Siirtoilmalaitteiden aiheuttaman painehäviön tulee olla alle 0,5 Pa.

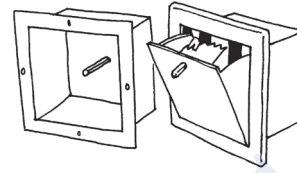
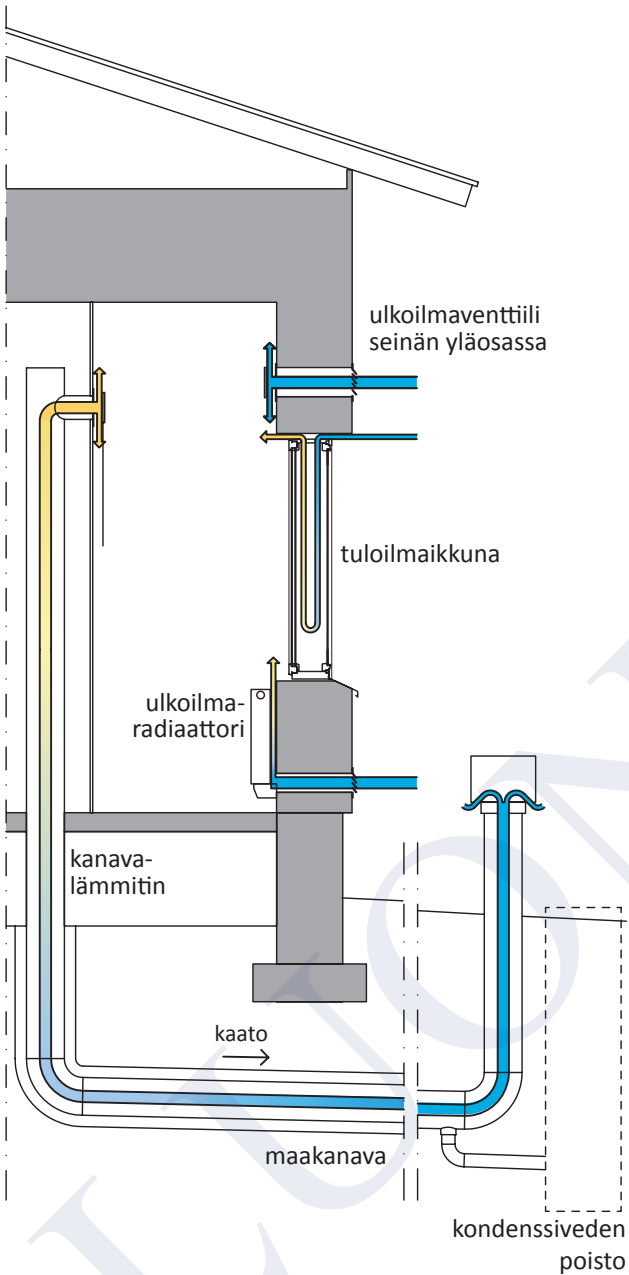
Riittävän pienen painehäviön saavuttamiseksi siirtoilmalaitteiden mitoituksessa voidaan käyttää seuraavia periaatteita:

- Siirtoilmalaitte voi olla ovirako tai siirtoilmasäleikkö
- Siirtoilmalaitteen virtausalan tulisi olla vähintään 200 cm² (esimerkiksi 800 mm leveä ovirako, jonka korkeus on 25 mm). Muuten siirtoilmalaitteen ilmavirran mitoituksessa voidaan käyttää nyrkkisääntöä: vapaa virtausala 50 cm² per 1 l/s ilmavirtaa. Pitkulaisen oviraon painehäviö on virtausalaan suhteutettuna suurempi kuin neliömäisen siirtoilmasäleikön.

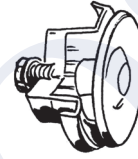
Taulukko 4. Ulkoilmalaitteen säleikön, kanavan ja venttiilin koko voidaan valita mitoitusilmamäärän mukaan seuraavan taulukon avulla:

Käytettävä samaa painetasovalintaa (1, 2 tai 3) ilmanvaihdon palvelualueen poistohormien ja ulkoilmalaitteiden mitoituksessa. Sarakeissa on merkitty pyöreän kanavan halkaisija (ØXXmm) tai rakovernttiilin mitat (RXXx12mm) sekä ulkoilmalaitteen virtausala (cm ²). Neliömäisellä kanavalla voidaan käyttää vastaavan virtausalan pyöreän kanavan arvoa.		Suurin ilmavirta, joka voidaan mitoittaa eri kokoisille ulkoilmalaitteille.				
		Ø160mm ~200cm ² max. - l/s	Ø125mm ~125cm ² max. - l/s	Ø100mm ~80cm ² max. - l/s	R600x12 ~70cm ² max. - l/s	R300x12 ~36cm ² max. - l/s
Painetaso - 1	Siirtoilmalaitteen kautta	8	5	3	1	0,5
(laitteet 1,5 Pa)	Ilman siirtoilmalaitteita	10	6	4	2	1
Painetaso - 2	Siirtoilmalaitteen kautta	10	7	4	2	1
(laitteet 2,5 Pa)	Ilman siirtoilmalaitteita	12	8	5	2	1
Painetaso - 3	Siirtoilmalaitteen kautta	12	8	5	3	1,5
(laitteet 3,5 Pa)	Ilman siirtoilmalaitteita	12	8	5	3	1,5

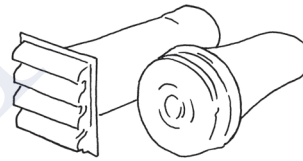
Ulkoilmaventtiilityyppejä



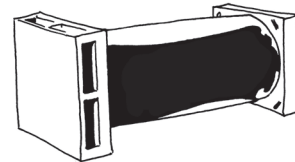
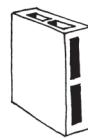
Kippiventtiili.



Ulkolämpötilan mukaan säätävä lautasventtiili.



Suodattimella varustettu lautasventtiili ja ulkoilmasäleikkö.



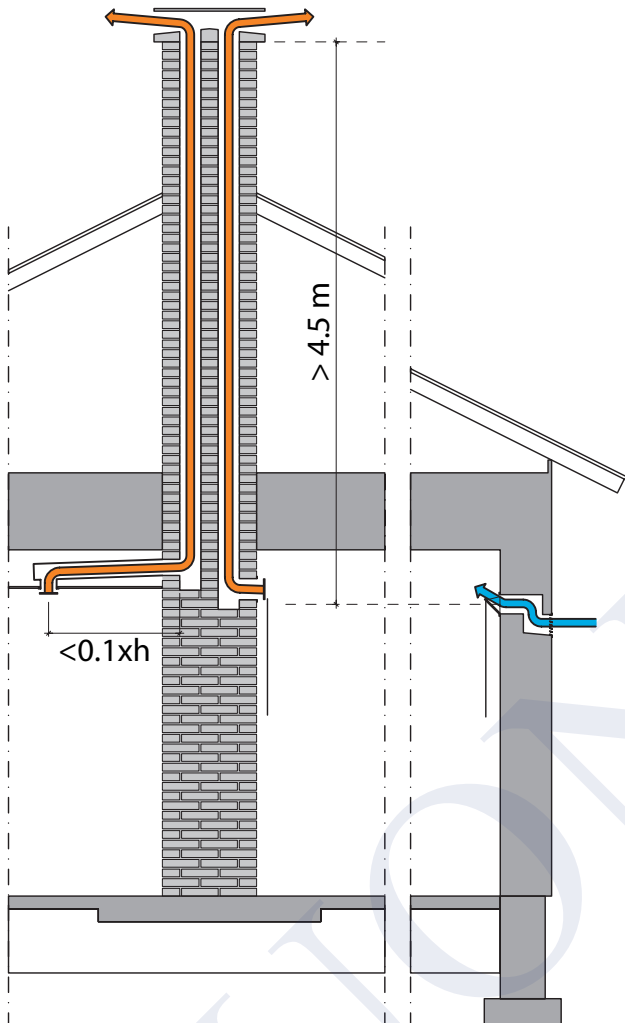
Ulkoilmaventtiili, joka ohjaa ilmavirran sivuille vedon tunteen välttämiseksi.

Poistoilmahormiston tai -kanaviston pää suojataan sateelta. Hormien vetoa voidaan parantaa lisäämällä hormien päähän tuulen voimalla toimivia vedonparantajia. Tuuliohjaimet vähentävät tuulen aiheuttamaa takaisinvirtausta ja suojaavat poistoilmahormia tai -kanavaa tuulelta ja sateelta.

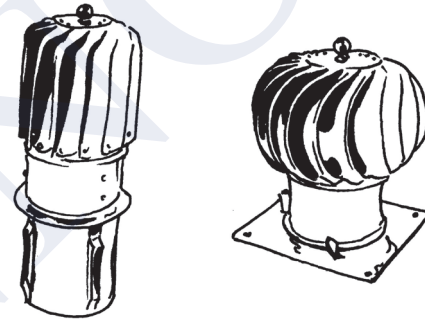
Poistoilmavirtaan vaikuttava hormivaikutus on sitä suurempi, mitä korkeampi hormi on. Mitoituksessa tarkastellaan poistoilmaelimen ja ulkoilmaelimen korkeuseroa, jonka tulisi nyrkkisäännön mukaan olla vähintään 4,5 m.

Perinteisesti hormin pituutta on lisännyt lämmitettävän tilan päällä oleva lämmittämätön ullakko. Ilmanvaihtoasetuksen 25 §:n mukaan ilmanvaihtohormien ja -kanavien lämmön- ja kosteudeneristys on aina suunniteltava siten, ettei ilma jäähydy tai lämpene lämpötilanhallintaa ja viihtyisyyttä haittaavasti, eikä kosteus tiivisty rakenteita vahingoittavasti tai sisäilman laatua heikentävästi.

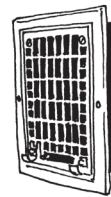
ESIMERKKEJÄ POISTOILMALAITTEISTA



Kääntyvä tuuliohjain ohjaa poistoilmavirran tuulen alapuolelle.



Tuulella toimiva vedonparantaja tasoittaa tuulen suunnan ja nopeuden vaihtelun vaikutusta poistoilmavirtaan.



Poistoilmaventtiileitä.

Hormin tuottama ilmavirta ei kasva suoraan korkeuden mukaan, vaan siihen vaikuttavat myös hormin sisäpinnan karheus ja poikkileikkausmuoto (pyöreä, neliömäinen tai suorakaiteinen). Tiilihormit rakennetaan tavallisesti tiilen mitan mukaan puolen kiven (n. 150 x 150 mm), $\frac{3}{4}$ -kiven (n. 150 x 220 mm) ja koko kiven hormeiksi (n. 150 x 300 mm). Pyöreitä muovitai peltikanavia käytettäessä tavallisimmat halkaisijat ovat 125 mm ja 160 mm. Ilmanvaihtohormien ja kanavien materiaalin valinnassa on huomioitava palosuojaus- ja ääneneristävyyksivaatimukset.

Hormeissa ja kanavissa tulee välttää vaakavetoja, koska ne kasvattavat painehäviötä ja pienentävät ilmamäärää. Vuoden 1978 rakentamismääräyskokoelman osa D2 ohjeisti vaakavetojen maksimipituudeksi 10 % hormin korkeudesta. Vaakasuorien osuuskien tulisi nousta virtaussuuntaa kohden ja jyrkkiä mutkia tulee välttää. Mikäli vaakasuoraa hormia joudutaan käyttämään, on mitoituksessa huomioitava kaikki virtausvastukset.

PAINOVOIMAISEN ILMANVAIHDON MÄÄRÄYSTENMUKAISUUDEN TARKISTUSLISTA

Tarkistuslistassa on painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän oleelliset periaatteet, jotka toteuttamalla järjestelmä täyttää ilmanvaihtoasetuksen vaatimukset.

Rakennuspaikka

- On varmistettu, että rakennuspaikan melutaso on hyväksyttävä painovoimaiselle järjestelmälle.
- On varmistettu, että rakennuspaikan ilma on riittävän puhdasta suodattamattomana tai että riittävä suodatus on mahdollista.
- Suunnittelussa on huomioitu rakennuspaikan ilmasto-olosuhteet tuuli mukaan lukien.

Ilmanvaihdon mitoitus ja sisäilman laatu

- Poistohormien ja ulkoilmalaitteiden määrät ja mitoitus virtausreitteineen on suunniteltu niin, että ilmamäärät ovat riittävät mitoituslämpötilassa ja keskimääräisellä tuulen nopeudella.
- Avustus ja tehostus on järjestetty tiloittain niin, että niiden avulla voidaan aina saavuttaa määräysten mukainen ilmanvaihtuvuus.
- Virtausreitit on suunniteltu siten, että ilma virtaa pääsääntöisesti puhtaammista tiloista epäpuhtaampiin päin eivätkä hajut pääse leviämään haitallisesti.
- Tulisijojen ja erillispoistojen vaatima lisäulkoilmavirran saanti on huomioitu.

Ilmanvaihdon säädettävyys ja ohjaus

- Ilmanvaihtoventtiilit ovat käyttäjän helposti säädettävissä.
- Avustus- ja tehostusjärjestelmä ovat käyttäjän helposti säädettävissä.
- Ilmanvaihtoventtiilit ovat suljettavissa.

Lämpötilaolosuhteet

- Ulkoilman tuonti tiloihin on järjestetty siten, että siitä ei aiheudu haitallista vetoa oleskeluvyöhykkeellä.

Ilmanvaihtokanavisto

- Eri tilojen ja asuntojen nousukanavia ei ole yhdistetty.
- Painovoimaista ja koneellista ilmanvaihtoa ei ole yhdistetty niin, että ilmavirtojen suunnat voivat muuttua suunnitelluista.
- Poistohormit ja piiput on sijoitettu tarkoituksenmukaisesti ja suunniteltu huomioiden säärasitus.
- Ilmanvaihtokanavat ovat riittävän tiiviit.
- Kanavat ja venttiilit on suunniteltu niin, että kondenssia ei pääse muodostumaan haitallisesti.
- Kanavat ja muut virtausreitit on suunniteltu siten, että ne voidaan puhdistaa.

Käyttöönotto, käyttö ja huolto

- Ilmanvaihtojärjestelmän käyttö- ja huolto-ohje on laadittu asukkaille suunnattuna huomioiden