

Laboratorion ilmanvaihdon säätöjärjestelmät

Laboratorioiden ilmanvaihdon säätö- ja valvonta-järjestelmät ovat kehittyneet viime vuosina uudelle tasolle. Järjestelmän mitoitus ja valinta ovat tämän takia erittäin tärkeitä, jotta uusia järjestelmiä voitaisiin hyödyntää turvallisuutta parantaen ja energiaa säästään.

Vetokaapin ilmanvaihdon mitoitus

Mitoitettaessa huoneen kokonaispoistoilmavirtoja on arvioitava vetokaappien käyttöaste ja tarvittava vetokaapin ilmavirta. Käytännössä käyttöaste on vaihdellut 50% - 100%. Laitoksen mitoituksen kannalta tällä käyttöasteella on suuri merkitys, koska vetokaappien yhteenlasketut ilmavirrat ovat sangen suuria. Onkin ensiarvoisen tärkeää, että käytetään tarkoituksen mukaista käyttöasteeseen perustuvaa mitoitusta.

Vetokaapin ilmavirran mitoitusperusteena käytetään usein ilman virtausnopeutta vetokaapin työskentelyaukossa. Otsapintanopeuden on häiriöttömässä tilanteessa oltava yleensä vähintään 0,3 m/s. Jos häiriöitä esiintyy (ilman virtausnopeus vetokaapin lähellä vaihtelee) tai vetokaapissa käsitellään tavallista vaarallisempia aineita, pitää otsapintanopeuden olla suurempi.

Muuttuvailmavirtaisissa vetokaapeissa pitäisi otsapintanopeuden olla aina riittävän suuri. Jos otsapintanopeus on 0,3 m/s, heikentää etuluukun nopean avaamisen aiheuttama nopeuden hetkellinen pieneneminen tai ohikävelevä ihminen vetokaapin toimintaa merkittävästi. Otsapintanopeus 0,5 m/s on yleensä riittävä. Seuraavassa taulukossa on esitetty otsapinta-nopeuden ohjearvoja työn vaarallisuuden mukaan.

Vetokaapin otsapintanopeus

Vaarallisuusaste	Suosittelava otsapinta-nopeus	Alhaisin otsapinta-nopeus	Huomautus
Pieni	0,4 m/s	0,3 m/s	Haitalliset hajut, höyryt, alhainen myrkyllisyys
Keskisuuri	0,5 m/s	0,4 m/s	Useimmat työskentelytilanteet
Suuri	0,7 m/s *	0,6 m/s	Mm. perkloorihappo, matalaradioaktiiviset aineet

(Lähde: Theodorius Ruys: Handbook of Facilities Planning, Laboratory Facilities, 1990)

*Otsapintanopeus, joka ylittää 0,6 m/s, saattaa aiheuttaa turbulenssia vetokaapin sisällä. Turbulenssi voi saada osan ilmasta virtaamaan vetokaapista takaisin huoneeseen.

Tarvittava vetokaapin poistoilmavirta on otsapinta-nopeus kerrottuna tarvittavalla otsapinta-alalla. Käytännössä työskentelyn kannalta tarvittava luukun nostokorkeus määrittelee otsapinta-alan.

Tuloilmannopeus oleskeluvyöhykkeellä saa olla korkeintaan 0.4 m/s ja tuloilman nopeus vetokaapin läheisyydessä oltava pienempi kuin vetokaapin otsapintanopeus. Huoneen ilmavirtojen tasapainon saavuttamiseksi tuloilmavirta on suoraan riippuvainen poisto-ilmavirrasta, jolloin poistoilmamäärän mitoitus vaikuttaa myöskin tarvittavaan tuloilmamäärään

Rakentamismääräyskokoelman mitoitusohje

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa D2 2003 ovat laboratorioiden ilmavirrat suunniteltava tapauskohtaisesti ja ilmanvaihdon tarpeenmukainen käyttö on oltava mahdollista.

Ilmavirtoja on voitava ohjata kuormituksen ja ilman laadun mukaan käyttötilannetta vastaavaksi. Ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa on voitava ohjata ja valvoa.

Tuloilmannopeus oleskeluvyöhykkeellä saa olla korkeintaan 0.2 / 0.4 m/s (talvi/kesä)

Vetokaapin ilmanvaihdon ohjaustavat

Vetokaapin ilmavirtaa on yleensä voitava ohjata vetokaapista käsin. Keskitettyä ohjausta käytetään vain erikoistapauksissa (esim. opetuslaboratoriot).

Lisäksi on tärkeää, että vetokaapin ilmavirtaa voidaan käyttötilanteen mukaan muuttaa. Kun vetokaapissa työskennellään ja luukku on osittain auki, tarvitaan suurempi ilmavirta kuin silloin, kun luukku on alhaalla. Turvallisin ratkaisu on, että vetokaapin ilmavirta muuttuu luukun asennon mukaan automaattisesti.

Hätä- tai huoltotilanteita varten vetokaapin ilmavirta tulisi voida paikallisesti ohjata maksimi- ja minimiasetukseen.

Vetokaappikohtainen ilmanvaihdon ohjaus edellyttää, että keskuskoneet ovat muuttuvailmavirtaisia.

Vetokaapin ilmvirran säätötavat

Käytössä on kolme eri tapaa vetokaapin poistoilmavirran säätämiseksi: on/off- säätö, min/max- säätö ja portaaton säätö.

On/off-säätö

Tämä on yksinkertainen säätötapa. Vetokaapin etureunassa olevalla kytkimellä ohjataan joko poistokanavassa olevaa sulkupeltiä tai vetokaappikohtaista poistopuhallinta. Vetokaappityöskentelyn alkaessa vetokaapin ilmanvaihto käynnistään ja työskentelyn loppuessa pysäytetään. Haittana on/off-säädössä on se, että vetokaapin ilmanvaihdon ollessa pois päältä vetokaapista pääsee leviämään haitallisia aineita ja hajuja huoneeseen. Vetokaappi-ilmanvaihdon pitäminen jatkuvasti käynnissä lisää taas energiankulutusta. Myöskään vetokaapin ilmavirtaa ei voi muuttaa käyttötilanteen mukaan.

Min/max-säätö

Min/max-säädössä käytetään kaksiasentoista ilmavirtasäädintä tai kaksinopeuksista vetokaappikohtaista poistoilmavirtapuhallinta, joita ohjataan vetokaappikohtaisilla kytkimillä. Etuna on/off-säätöön nähden on, että työskentelytilanteesta riippuen voidaan valita suurempi tai pienempi ilmavirta. Lisäksi minimi-ilmanvaihdon voi haluttaessa pitää jatkuvasti käynnissä.

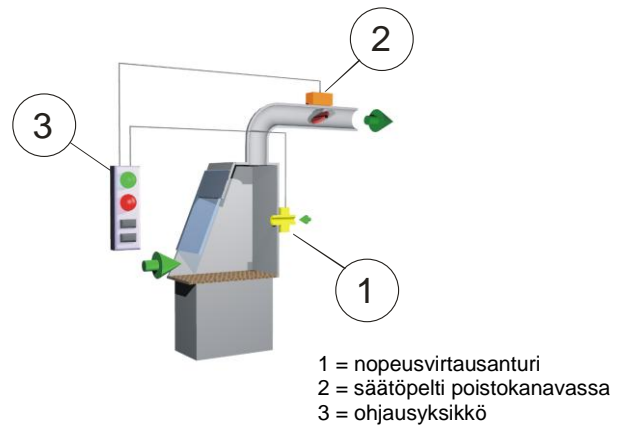
Portaaton säätö

Portaattomassa ilmvirran säädössä pidetään otsapintanopeus vetokaapin työskentelyaukossa vakiona ilmavirtaa muuttamalla. Vetokaapin luukua avattaessa poistoilmavirta kasvaa ja vastavasti etuluukua suljettaessa ilmavirta pienenee. Tavoitteena on ylläpitää vetokaapin optimaalinen sieppauskyky ja siten työturvallisuus kaikilla etuluukun asennoilla. Energiaa kuluu vain niin paljon, kuin vetokaapin käyttö vaatii.

Vetokaappiin asennettu mittausanturi, ohjausyksikkö ja poistokanavassa oleva ilmavirtasäädin hoitavat säädön automaattisesti. Ilmavirtasäätimen toiminnan pitää olla riippumaton poistokanaviston painetasosta ja sen vaihtelusta.

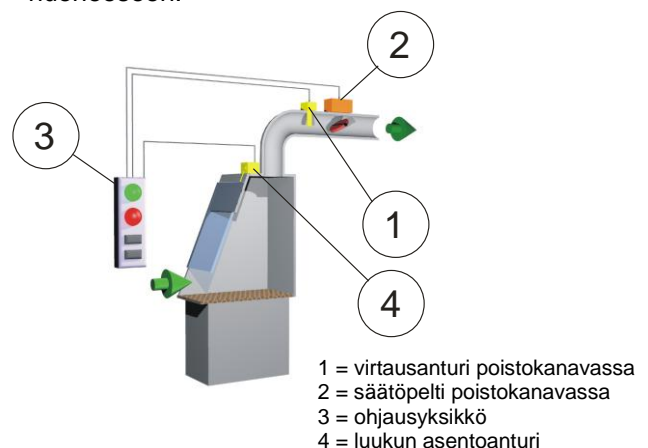
Otsapintanopeuden mittaamiseen on käytössä eri tapoja. Otsapintanopeutta voidaan mitata mittaamalla ilman nopeus vetokaapin seinässä olevan aukon läpi, mikä vastaa otsapintanopeutta vetokaapin työskentelyaukossa (kuva A). Menetelmä ottaa huomioon otsapintanopeuteen vaikuttavat

ulkopuoliset häiriöt, kuten vetokaapin edessä seisovan tai ohikulkevan henkilön aiheuttaman häiriön.



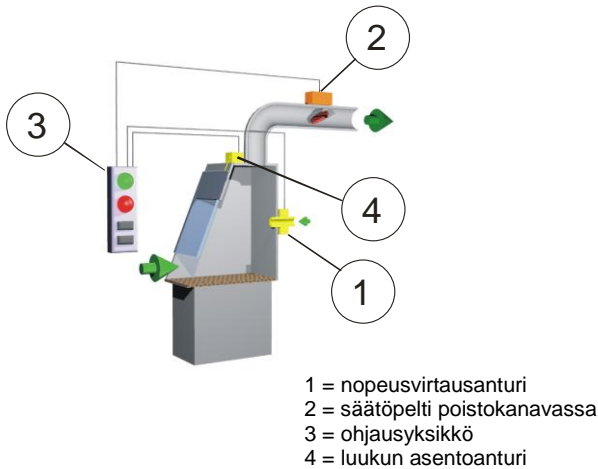
Kuva A Nopeudensäätö nopeusvirtausanturilla

Toinen tapa on mitata luukun korkeusasema ja ilmavirta vetokaapin poistokanavassa ja laskea niistä vetokaapin otsapintanopeus (kuva B). Menetelmä on nopeampi kuin ilmannopeuden mittaaminen, mutta se ei ota huomioon esim. vetokaapin edessä seisovan henkilön vaikutusta otsapintanopeuteen. Vetokaapin poistoilmavirta pysyy samana, vaikka vetokaapilla työskentelevä henkilö peittää osan otsapinta-aukosta. Seurauksena on otsapintanopeuden kasvu vapaaksi jäävässä aukossa. Liian suuri otsapintanopeus saattaa aiheuttaa ilmavirtojen turbulenssia vetokaapin sisällä, jolloin vetokaappi-ilmaa voi päästä huoneeseen.



Kuva B Nopeudensäätö asento- ja virtausanturilla

Kolmas edellä mainittuja parempi tapa on yhdistää ilman nopeuden mittaus sekä luukun asennon mittaus säädön vakauttamiseksi ja nopeuttamiseksi (kuva C).



Kuva C Nopeudensäätö asento- ja nopeusvirtausanturilla

Vetokaapin oikean toiminnan valvomiseksi voidaan otsapintanopeutta mitata vetokaapin kyljessä olevasta aukosta ja mittausviesti vietään monitorille. Monitorista nähdään, pysyykö vetokaapin otsapintanopeus turvallisella alueella, ja tarvittaessa saadaan valo- tai äänimerkkihälytys, mikäli nopeus laskee liian pieneksi.

Laboriotionilan säätöjärjestelmät

Muuttuvilmavirtajärjestelmät ovat vakioilmavirtajärjestelmiä yleisempiä laboriokohteissa. Niiden etuna on, että tilojen ilmavirrat ovat vetokaappien käyttöasteen mukaan säädettävissä ja että vetokaappien ilmavirtojen portaaton säätö on mahdollista. Säätötavalla saadaan aikaiseksi energiansäästöä ja puhallinteho on käytettävissä tarpeenmukaisesti eri vetokaapeilla

Puhaltimen säätö

Puhaltimia säädetään yleensä staattisen kanavapaineen tai eräissä tapauksissa ilmavirtamittauksen perusteella. Kanava-paineeseen perustuvasa säädössä pyritään staattinen paine kanavistossa pitämään mahdollisimman vakiona. Säätölaitteistoa ohjataan painesäätimen kautta, joka ylläpitää pysyvää staattista painetta kanavassa suhteessa rakennuksessa vallitsevaan ilmapaineeseen. Paine-eroanturilla tapahtuvalla puhaltimen ohjauksella ylläpidetään alhaisinta tarvittavaa painetta kanavassa samalla kuitenkin varmistaen

riittävän korkea paine tarvittavan ilmavirran aikaansaamiseksi koko kanavistossa.

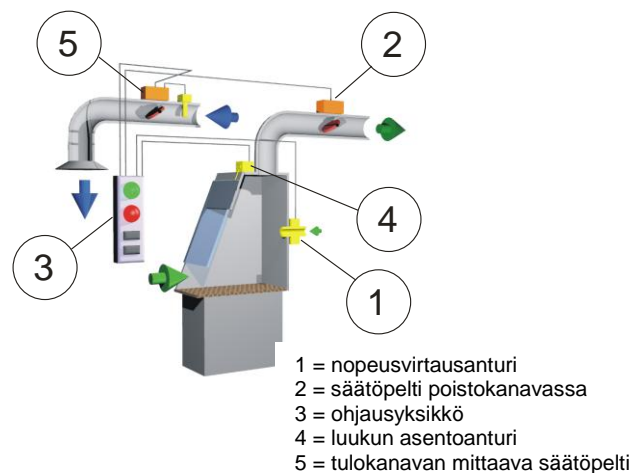
Paine-eroanturin sijoituksella on suuri vaikutus säädön onnistumiseen. Anturi pitää sijoittaa mahdollisimman kauas haarakanavaan kohtaan, jossa staattinen paine on alhaisin verrattuna paineeseen puhaltimen jälkeen. Suurissa järjestelmissä olisi paine-eroanturit sijoitettava kaikkiin painesäädön kannalta kriittisiin haarakanaviin.

Staattisen kanavapaineen sijasta puhallinta voidaan säätää myös suoraan mitattujen ilmavirtojen perusteella. Ilmavirtoihin perustuvassa säädössä jokaisen tilan ilmavirtaa seurataan jatkuvasti ja puhallinta säädetään kaikkien tilojen yhteenlaskettujen ilmavirtojen mukaan.

Tilakohtainen ilmavirtojen säätö

Muuttuvilmavirtajärjestelmässä tilakohtainen ilmavirtojen säätö perustuu joko ilmavirtojen portaittaiseen säätöön ilman virtausmittauksia tai portaattomaan säätöön joko ilmavirtamittauksen tai paine-eromittauksen perusteella.

Kehittyneemmissä säätöjärjestelmissä pidetään tulo- ja poistoilmavirtojen suhde haluttuna mittaamalla säädettyä poistoilmavirtaa ja mittaamalla sekä säätämällä jatkuvasti tuloilmavirtaa (kuva D).



Kuva D Muuttuvilmavirtajärjestelmä. Laborion tulo- ja poistoilmavirtojen välistä suhdetta säädetään ilmavirtamittauksen perusteella.

Toiminta:

Laboratorion tulo- ja poistoilmavirtaa säädetään ilmavirtamittausten perusteella siten, että ilmavirtojen välinen suhde pysyy koko ajan haluttuna. Vetokaapin ilmavirran muuttuessa muuttuu myös tuloilmavirta vastaavasti ylläpitäen haluttua ylitai alipaineisuutta. Vetokaapin ilmavirtaa säädetään otsapintanopeuden perusteella siten, että otsapintanopeus vetokaapin työskentelyaukossa pysyy koko ajan vakiona. Laboratorion tuloilmakanaviston ja poistokanaviston staattinen paine säädetään asetusarvoonsa ohjaamalla puhaltimia kanaviston painemittauksen perusteella.

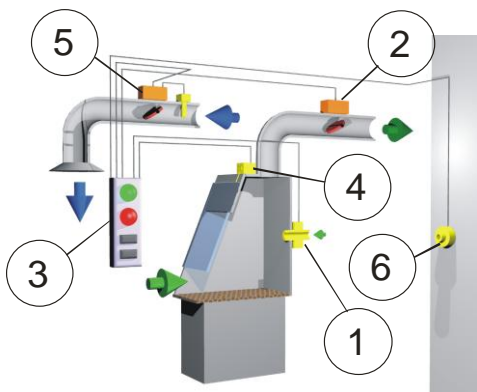
Huomioitava:

Säätötapa ei ota huomioon tilan painesuhteisiin vaikuttavia ulkopuolisia häiriötekijöitä kuten esimerkiksi oven avaamista, jollei säädin huomioi ovien asentoa erillisestä ovikytkimestä

Tilojen väliseen paine-eroon perustuva säätö huomioi painesuhteisiin vaikuttavat ulkopuoliset häiriöt kuten vuotoilmavirrat ja rakennuksen muiden ilmastointijärjestelmien aiheuttamat häiriöt. Säätömenetelmä edellyttää kuitenkin, että tilojen väliset rakenteet ovat tiiviit. Paine-eromittaukseen perustuvaa säätöä käytetään erikoislaboratorioissa (esim. lääkevalmistustilat, vaarallisten aineiden laboratoriot), joissa painesuhteiden tarkka hallinta ja valvonta on välttämätöntä.

Säätömenetelmä pitää tilojen väliset painesuhteet haluttuina. Tulo- ja poistoilmavirran tarkkaan suhteeseen ei sen sijaan pystytä vaikuttamaan.

Kuvassa E on esimerkki yhdistetystä säätöjärjestelmästä.



- 1 = nopeusvirtausanturi
- 2 = säätöpelti poistokanavassa
- 3 = ohjausyksikkö
- 4 = luukun asentoanturi
- 5 = tulokanavan mittaava säätöpelti
- 6 = tilojen paine-eroanturi

Kuva E Muuttuvailmavirtajärjestelmä. Laboratorion tulo- ja poistoilmasuhdetta säädetään ilmavirtamittausten ja tilojen välisen paine-eromittauksen perusteella.

Toiminta:

Laboratorion tulo- ja poistoilmavirtaa säädetään ilmavirta- ja paine-eromittausten perusteella siten, että laboratorion ja sitä ympäröivien tilojen painesuhteet pysyvät koko ajan haluttuina. Vetokaapin poistoilmavirtaa säädetään otsapintanopeuden perusteella siten, että otsapintanopeus vetokaapin työskentelyaukossa pysyy koko ajan vakiona. Laboratorion tuloilmakanaviston ja poistokanaviston staattinen paine säädetään asetusarvoonsa ohjaamalla puhaltimia kanaviston painemittauksen perusteella.

Huomioitava:

Painesuhteiden tarkka hallinta edellyttää, että laboratoriotilan rakenteet ovat tiiviitä.

Ilmanvaihdotkanaviston rakenne voi olla myöskin sellainen, että tuloilman määrä pidetään vakiona ja poistossa olevan yleispoiston säätöpellin avulla pidetään tilassa haluttu painesuhde.

Erikoistapauksissa tilojen väliseen paine-eroon perustuva säätö voidaan toteuttaa myös erillisellä painesäätimellä ja säätöpellillä sekä vetokaappien säätö otsapintanopeuden säätöön perustuvalla järjestelmällä.