

Ilmanvaihtotekniikka ja -järjestelmät



NUOHOUSALAN
KESKUSLIITTO RY

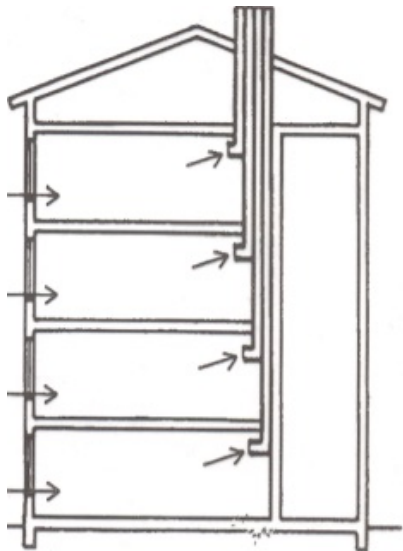
Ilmanvaihtojärjestelmät

- Ilmanvaihtojärjestelmä määrittelee sen, miten ilma poistuu ja miten korvaavan ilman eli korvausilman saanti on järjestetty
- Usein ohjataan automatiikalla
 - Tulevaisuudessa automaatio tulee ohjaamaan rakennuksen koko talotekniikkaa tarpeenmukaisesti ja kustannustehokkaasti

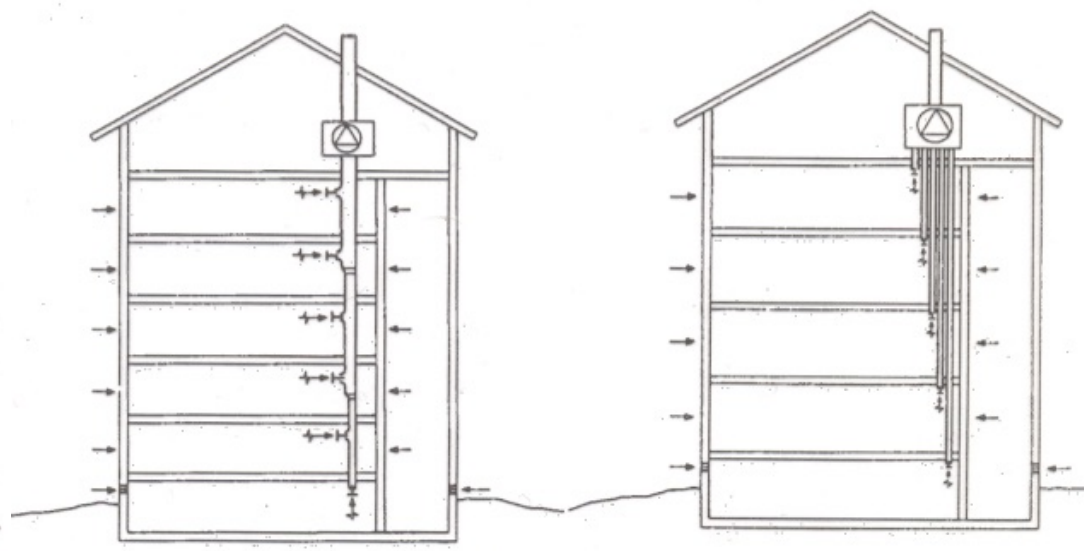
Automatiikan ohjaus
saattaa tapahtua vaikka
käyttäjän puhelimesta
tai tabletista!

Erilaiset järjestelmät

- Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä
- Koneellinen poistoilmajärjestelmä
- Tulo-poistojärjestelmä



Painovoimainen järjestelmä



Koneellinen poistoilmajärjestelmä



Tulo-poistojärjestelmä

Painovoimainen ilmanvaihto

- 1960-luvulle saakka lähes kaikissa rakennuksissa
- Korkeus-, lämpötila- ja paine-eroihin (tuuli) perustuva
 - Ei ilmanvaihdon koneita
- Lämmin sisäilma virtaa poistokanavaa pitkin ylös, ulos rakennuksesta. Tilalle tulee ulkoilmaa rakenteiden tai korvausilmareittien kautta
- Edut
 - Edullinen
- Heikkoudet
 - Energiatehottomuus
 - Ei säätö tai tehostus mahdollisuutta
 - Usein ilmanvaihto ei ole kaikissa tiloissa riittävä
 - Huonot suodatus mahdollisuudet
 - Rakenneaineiset kanavat
 - Huonompi puhdistettavuus
 - Ilmanvaihdon liikkuminen väärään suuntaan
 - Vedon/tunkkaisuuden tunne
 - Ilman lämpötilavaihtelut
 - Sään vaikutukset

Koneellinen poistoilmanvaihto

- 1960-1980 luvuilla
- Rakennuksesta poistetaan koneellisesti (puhallin) ilmaa ja tilalle tulee ilmaa rakenteiden tai korvausilmareittien kautta
 - Yleensä katolla oleva huippuimuri
- Edut
 - Poistoilman säädettävyys ja tehostaminen
 - Ilma poistuu suunnitellusta, koneellisesti, tehokkaasti
 - Puhdistettavuus
- Heikkoudet
 - Puutteellisen korvausilman vuoksi hallitsematon korvausilma
 - Ilman riittämättömyys
 - Korvausilman ja poistoilman suodattamattomuus/huono suodatus
 - Huonohko energiatehokkuus

Tulo-poistoilmanvaihto

- 2000-luvun alusta lähes kaikissa rakennuksissa
- Rakennuksesta poistetaan koneellisesti (puhallin) ilmaa ja tuodaan koneellisesti (puhallin) lämmitettyä/jäähdytettyä ja suodatettua ilmaa
- Huoneisto tai rakennuskohtaiset laitteet/koneet
- Edut
 - Tulo- ja poistoilman säädettävyys tarpeen mukaan
 - Tuloilman jäähdytys/lämmitys
 - Hyvä suodatus
 - Puhdistettavuus
 - Energiatehokas (lämmöntalteenotto)
- Heikkoudet
 - Kallein
 - Laiteviat

Muut järjestelmät

- Ilmalämmitysjärjestelmä
- Keskitetyt tulo- ja poistoilmajärjestelmä
- Huoneisto- tai tilakohtaiset ilmanvaihtojärjestelmät
- Tarpeen mukaisesti ohjatut ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmanvaihtojärjestelmän tavoitteet

- Sisäilmaston hyvä laatu
- Energiakulutuksen minimointi
- Turvallisuus
- Käytön yksinkertaisuus
- Huollon helppous
- Asennuksen sujuvuus
- Vähäinen tilan tarve

Ilmanvaihdon tulisi
aina olla päällä!

Ilmanjako

- Tuloilma johdetaan huonetilojen koko oleskeluvyöhykkeelle vedottomasti ja siten, että se poistaa tehokkaasti epäpuhtaudet
- Likaantunut ilma ei saa palautua haitallisissa määrin takaisin oleskeluvyöhykkeelle
- Rakennuksessa ilman on virrattava puhtaammasta tilasta epäpuhtaampaan päin
- Ilmanjakoon vaikuttaa esimerkiksi
 - Ilmanvaihtojärjestelmä
 - Pääte-laitteet ja niiden sijoittelu
 - Rakennuksen geometria/arkkitehtuuri
 - Ilmanvaihdon tehokkuus ja säädöt
 - Isot huonekalut/kiinteät kalusteet

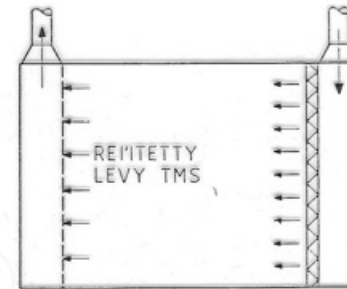
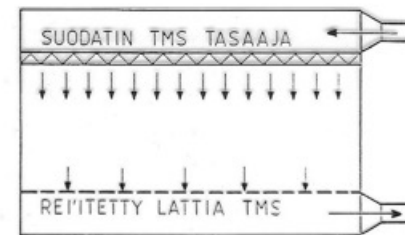
Ilmanjako

- Ilmanjako kolme yleisintä tyyppiä

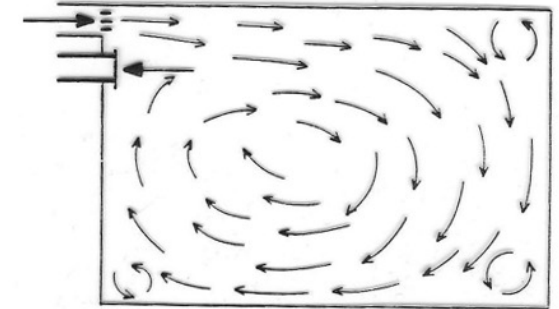
- Sekoittava
- Syrjäyttävä
- Laminaarinen

- Muita esimerkiksi

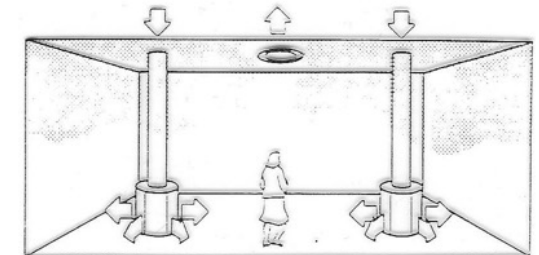
- Kohdepoisto
- Henkilökohtainen
- Hybridi
- Stratus
- Hengitysvyöhykkeen suoja ilmanvaihto



Laminaarinen
ilmanjako



Sekoittava
ilmanjako



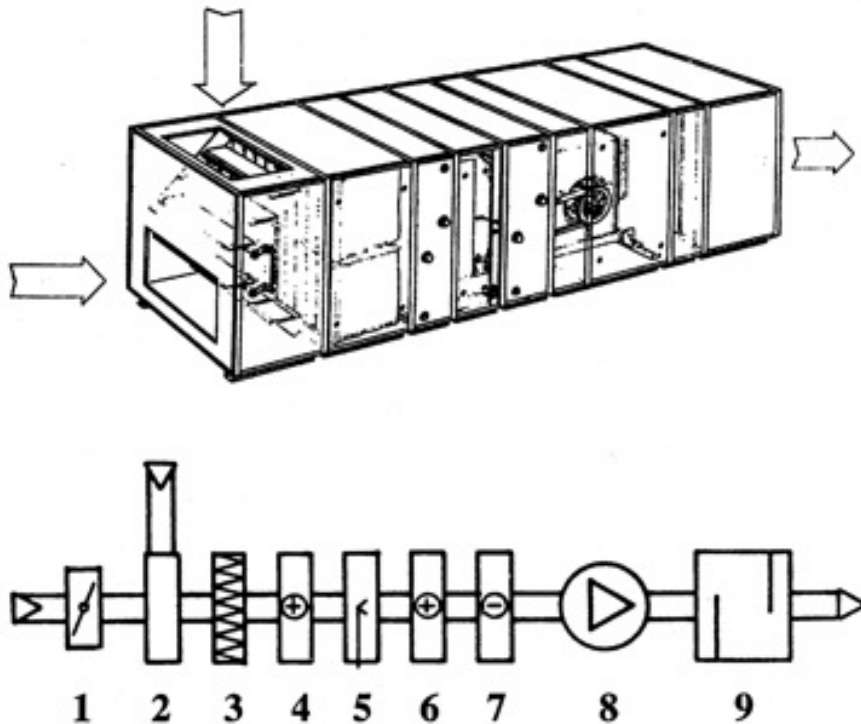
Syrjäyttävä ilmanjako

Ilmanvaihdon tehokkuus

- Oleskeluvyöhyke
- Ilmanvaihtokerroin
- Ilmanvaihdon säädöt
- Ilman laatu
- Tehokkuuteen vaikuttaa
 - Pääte-elinten sijainti
 - Termiset olosuhteet
 - Epäpuhtauslähteet
 - Ilmanvaihtojärjestelmän tiiveys

Ilmanvaihtokerroin=ulkoilmavirta, joka tunnin kuluessa virtaa huonetilaan tai tilasta ilmoitettua huoneenilmatilavuusyksikköä kohti
 $(\text{m}^3/\text{h})\text{m}^3 = 1/\text{h}$.

Ilmanvaihtokone



Esimerkki tulokoneesta

1. Sulkupelti
2. Sekoitusosa
3. Suodatin
4. Lämmityspatteri
5. Kostutin
6. Jälkilämmityspatteri
7. Jäähdytyspatteri
8. Puhallin
9. Äänenvaimennin

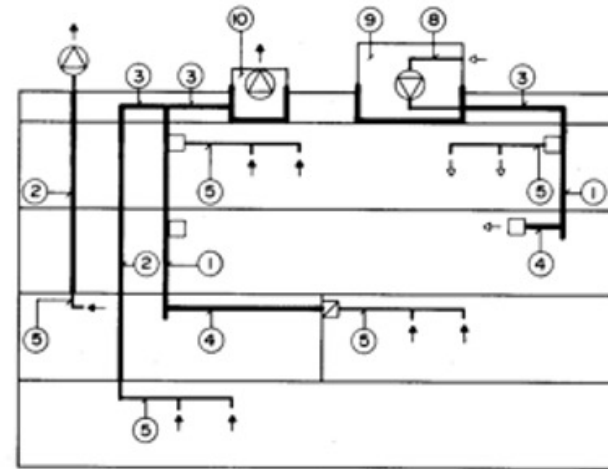
Ilmanvaihtokone

Esimerkkejä huippuimureista, koneellisen poistoilmanvaihdon koneista

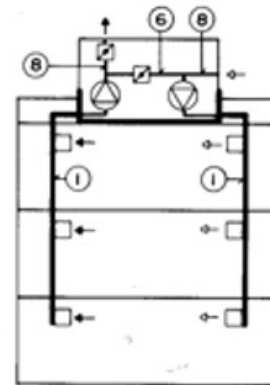


Ilmanvaihtokanavat

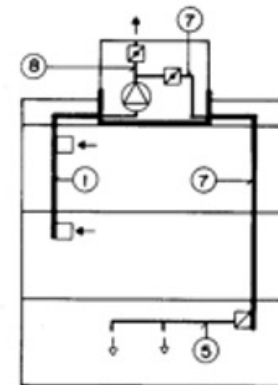
- Materiaali
- Kannatus, tuenta
- Tiiviys
- Asennus
- Eristys



- ☐ Palonrajoitin
- ☒ Sulkeutuva palonrajoitin
- ☒ Sulkupelti
-  Puhallin
- 1. Yhteishormi
- 2. Erillishormi
- 3. Kokoojahormi
- 4. Liitehormi
- 5. Sisäinen hormi
- 6. Kiertoilmahormi
- 7. Siirtoilmahormi
- 8. Kammiohormi
- 9. Ilmanvaihtokonehuone
- 10. Kammio



KIERTOILMAJÄRJESTELMÄ



SIIRTOILMAJÄRJESTELMÄ

Ilmanvaihtokanavat



teräskanavia



muovikanavia



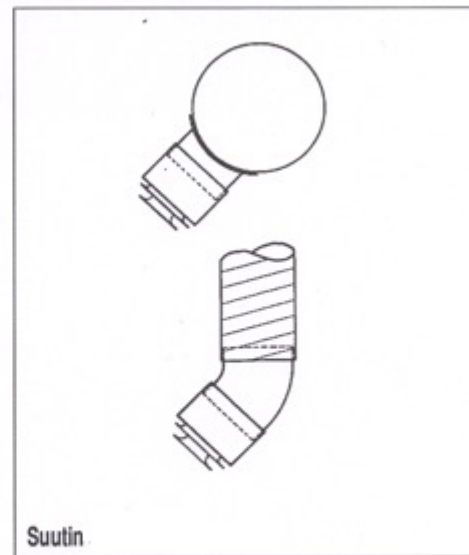
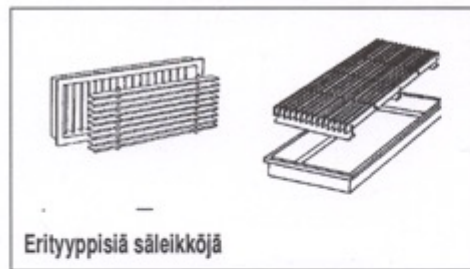
Ilmanvaihtokanavat

- Pyöreät kanavat(Ø)
 - Pienet kanavat 80-500 mm
 - Suuret >500 mm
- Kanttikanavat
 - Pienet kanavat < 600 x 400 mm > suuret kanavat
- Suuret kanavat vaativat puhdistusluukun, josta mahtuu ryömimään sisään
 - Vähintään 400 x 300 mm, mielellään 600 x 500 mm
 - Huomioitava kannatus

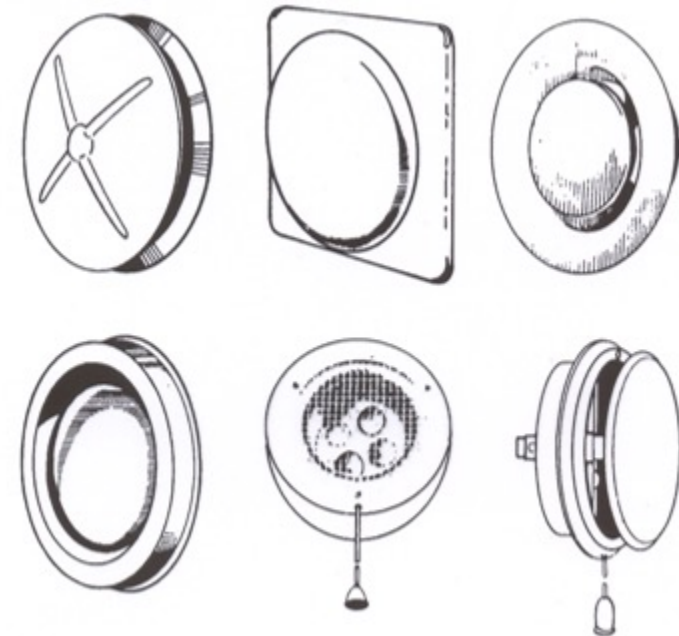


Pääte-elimet/laitteet

- Tulo- tai poistopääte-elimet



Esimerkkejä tulopääte-elimistä
elimistä



Esimerkkejä poistopääte-

Säätö- ja sulkupellit

- Säätelevät ilmanliikettä kanavassa
- Manuaalisesti tai sähköisesti ohjattavia
- IMS-pellit ovat automaattisia säätöpeltejä



Palo- ja savupellit/rajoittimet

- Palo-osastojen välillä kanavassa
- Osa reagoi savuun
- Estää palon tai savun leviämisen tilasta (palo-osastosta) toiseen
- Palonkestävyys oltava sama kuin rakennusosassa, minkä kanava lävistää
- Toimintakunto varmistettava automatiikalla tai manuaalisesti vähintään kuuden kuukauden välein
- Palopelti sulkeutuu vikatilanteessa myös mekaanisesti itsestään
- Huolehdittava kanavan puhdistettavuudesta



Suodatus

- Hyvän sisäilman kannalta oleellinen merkitys
- Suodatuksen tarkoituksena on epäpuhtauksien erottaminen ilmasta
 - Vaatimustaso määräytyy terveyden, turvallisuuden, siisteyden, laitteiston toiminnan, kulumisen, energiatehokkuuden, tilan/rakennuksen ja määräyksien mukaan
- Ilmanvaihtojärjestelmässä ilma suodatetaan ulko-, kierto- ja poistoilmasta

Jos Suomessa kaikki tuloilma olisi kaikissa rakennuksissa suodatettua, hengitys-sairauksien kuolleisuus laskisi sadoilla.

Suodatus

- Tavanomaisimmat suodattimet ovat Kuitusuodattimet, joita ovat mm.
 - Tasosuodattimet
 - Poimusuodattimet
 - Kennosuodattimet
 - Pussisuodattimet
- Muita suodattimia ovat mm.
 - Sähkösuodattimet
 - Kemialliset suodattimet



Suodatus

- Kuitusuodattimet
 - Jaetaan
 - Karkeasuodattimiin
 - Hienosuodattimiin
 - Mikro- eli HEPA- suodattimiin
 - Lasikuitu, synteettistä materiaalia tai kuitumaista ainetta

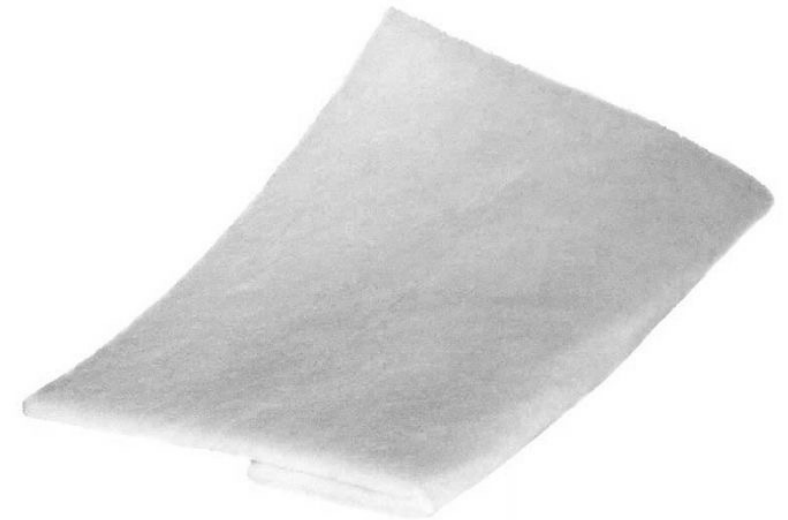
Suodatus

- Karkeasuodatin
 - Kuitumainen tai synteettinen materiaali
 - Voi olla myös palon- tai lämmönkestävää
 - Ilman suodatus heikointa
 - Painehäviö vähäisin, ilman nopeus suurin
 - Pestäviä tai kertakäyttöisiä
 - mm. osa korvausilmaventtiileistä tai osana suodatusta pienissä iv-koneissa



Suodatus

- Hienosuodatin
 - Kuitumainen materiaali
 - Ilman suodatus keskivertoinen, kuitenkin tavanomaisiin kohteisiin riittävä
 - Jo enemmän painehäviötä, ilman nopeus laskee
 - Kerää enemmän likaa, joten painehäviöön vaikuttaa suodattimen puhtaus
 - Kertakäyttöisiä
 - Kaiken kokoiset iv-koneet



Suodatus

- Mikro- eli HEPA-suodatin
 - Kuitumainen materiaali, ohuet kuidut
 - Ilman suodatus erinomainen
 - Aina käytettävä esisuodatusta
 - Eniten painehäviötä
 - Vaativat kohteet kuten laboratoriot, puhtaat tilata, ydinvoimalat, väestönsuojat
 - Myös usein mm. ilmanpuhdistimet, imurit

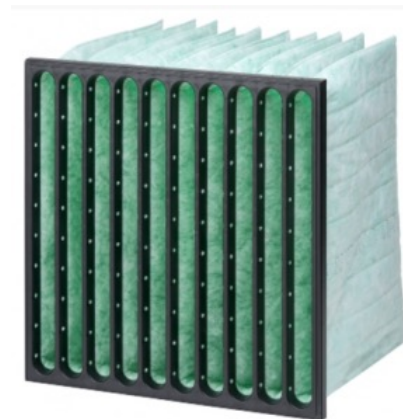


Suodatus

- Sähkösuodattimet
 - Hiukkaset sähkövarataan
 - Kerätään vastakkaismerkkisiin elektrodeihin
 - Läpi päässeet varautuneet hiukkaset tarttuvat pintoihin
 - Pieni painehäviö
 - Automaattipuhdistus vedellä
 - Ei sovellu ulkoilmasuodattimeksi
 - Likaantuessaan teho heikkenee olennaisesti
 - Käytetään savukaasujen puhdistamiseksi mm. puuta polttavissa tehtaissa

Suodatus

- Suodattimista puhutaan myös niiden ominaisuuksien mukaan
- Nämä suodattimet voivat olla karkea-, hieno tai HEPA-suodattimia tai niissä voi olla kahta eri suodatusluokkaa
- Tasosuodattimet
 - Yleensä muovireunukset, jonka keskellä pehmeä suodatinkangas, voi olla myös kennomainen
 - Yleinen pienissä iv-koneissa, kuten omakotitalojen tulo-poistokoneissa
- Pussisuodattimet
 - Muovi tai metallikehikko, jossa pusseja
 - Yleinen tulo-poistokoneissa, isommat kohteet kuten liike- ja teollisuuskiinteistöt, koulut, päiväkodit...



Suodatus

- Kaasujen suodatus
 - Yleisin aktiivihili (orgaaniset kaasut)
 - Aktivoitu alumiinioksidi (epäorgaaniset kaasut)
 - Vielä paljon tutkittavaa



Esisuodatus

- Esisuodatus tarpeen hieno, HEPA-, ja sähkösuodattimille
- Pidentää kalliin hieno tai HEPA-suodattimen käyttöikää
- Yleensä karkeasuodatin
- Pitää puhtaampana suodattimien välisen kanavan
- Esisuodatus on koneessa ilman liikesuunnan mukaan ennen lämmönvaihdinta

Suodattimen valinta

- Suodattimen valinnassa on hyvä ottaa huomioon
 - Suodattimen rakenne ja mitat
 - Tehollinen suodattimen pinta-ala
 - Otsapintanopeus
 - Paine-ero puhtaana
 - Suositeltu vaihdon paine-ero
 - Suodattimen pölynsitomiskyky/luokka

Suodattimien vaihto

- Suodattimien vaihdosta/huollosta on pidettävä huolta
- Lika/pöly lisää suodattimen tiheyttä ja kasvattaa painehäviötä
 - Painehäviötä seurataan paine-eromittarilla tai silmämääräisesti
 - Kun paine-ero kasvaa 2-3 kertaiseksi alkupainehäviöstä, suodatin on vaihdettava
- Tehdään yleensä 2krt/vuosi
 - Hyvä pitää kirjaa
- Asennus tehtävä huolella
 - suodatin oltava tiiviisti urassa / kehyksessä
 - materiaalin oltava ehjä
 - oikea suodatinluokka
 - oikea määrä pusseja suodattimessa
 - pussit oltava pystysuorassa
 - ei ohivirtoja, mitä korkeampi luokka, sitä tärkeämpää on estää ohivirtaus
 - alkupainehäviö

Suodatusluokat

- Suodatusluokat ovat uudistuneet standardin uudistumisen myötä kesällä 2018
 - Pääluokat ovat ISO ePM_{10} , $ePM_{2,5}$, ePM_{10} ja Coarse
- Testaustapa muuttui standardin myötä, eikä suodatusluokat (vanha vs. uusi) täsmää tai ole keskenään verrannollisia
 - Uudessa standardissa mitataan eri hiukkasten läpäisevyyttä

Puhdastiloissa hiukkasia on 1000/m³, kun taas kaupungeissa hiukkasia voi olla jopa 100 000 000 000/m³.

Suodatusluokat

- Suodatusluokka valitaan kolmen kriteerin avulla
 - ulkoilman laatutason arvioiminen
 - tuloilman laatutason määrittäminen, että sisäilman laatu toteutuu
 - suodattimien valinta niin, että tuloilman laatutaso toteutuu
- [Suodatusluokan valinta yleisilmanvaihdon sovellukseen](#)
- Vanhat suodatusluokat ovat edelleen (osittain) käytössä
- Vanhat suodatusluokat
 - karkeasuodattimet: EU1 – EU4, G1 – G4
 - hienosuodattimet: EU5 – EU9, M5-M6, F7 – F9
 - Mikro- eli HEPA – suodattimet EU9 – EU15

Lämmöntalteenotto

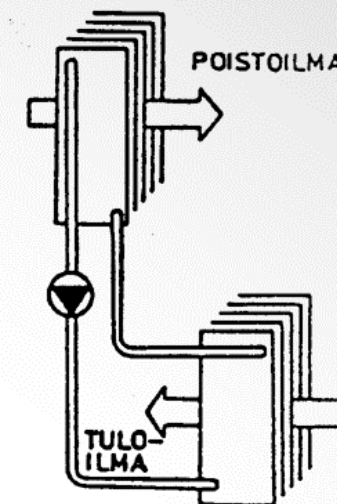
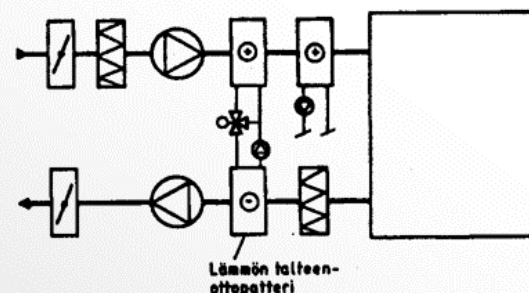
- Eli LTO-laitteet
- Lämmöntalteenotossa poistuvasta ilmasta siirretään lämpöenergiaa takaisin tuloilmaan
 - Vähentää ilmanvaihdon aiheuttamaa lämpöhäviötä
 - Energiatehokkuus
- Järjestelmälle ilmoitetaan hyötysuhde %
 - Lämpötilahyötysuhteet ovat yleisesti 40-80%
- Järjestelmät jaetaan neste- ja ilmakiertoisiin laitteisiin
- Erilaisia lämmönsiirtimiä: levy-, neste- ja lämpöä varaavat lämmönsiirtimet
- 2000-luvulla käytännössä kaikissa uusissa koneissa, lähes pakollinen 2003 lähtien

Lämmöntalteenottojärjestelmät

- Neste yleensä vesi-glukoli- seos
 - Glykoli 30-40%
- Lämpö siirtyy erillisten nestepattereiden kautta
 - Tulo- ja poistokanavissa omat
 - Lämpö siirtyy nesteeseen ja kulkee putkiston kautta koneesta toiseen
 - Tulo- ja poistokoneen ei tarvitse olla lähekkäin
- Liike- ym. isot kiinteistöt
- Tehokkuus 50-70%



EPÄSUORAT REKUPERATIIVISET lämmönsiirtimet esim. nestekiertoinen

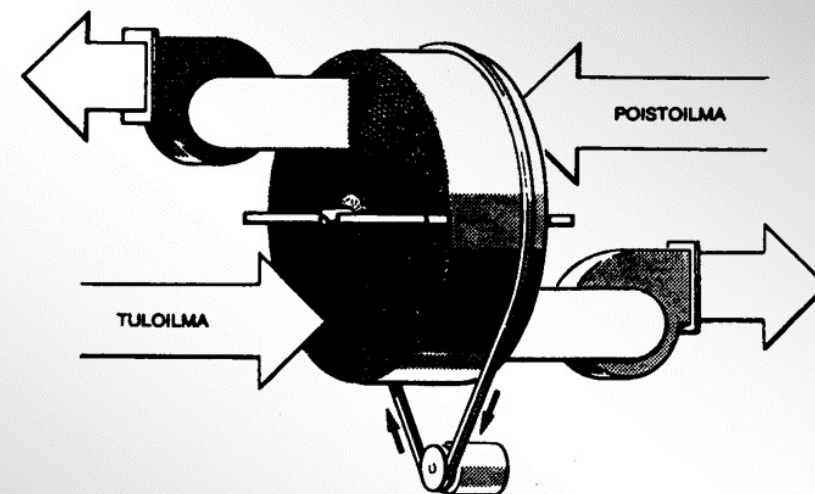


Lämmöntalteenottojärjestelmät

- Varaava järjestelmä varaa lämpöä johonkin massaan, yleensä metalliin
- Pyörivässä kennossa ilmavirrat ohjautuvat pyörivän metallimassan läpi
 - Lämpö varastoituu pyörivään massaan
 - Siirtyy pyörivän massan siirtämänä suoraan
- Tehokkuus yli 70%, mikä ei kuitenkaan ole maksimaalinen
 - Massa ei ole koskaan täysin viileä tai lämmin
- Haittana
 - hajujen siirtyminen poistoilmasta tuloilmaan
 - Kosteutta jää massan pintaan
 - Mikrobin kasvu
 - Kosteuden siirtyminen ulkoilmaan/sisäilmaan
 - Jäätymisen estäminen lisäenergialla
 - Ilmat sekoittuvat
 - Pyörivä kenno vaatii laakeroinnin huoltamista ja uusimista aika-ajoin
- Varaavia järjestelmiä olemassa myös kiinteällä kennolla
- Kaiken kokoiset iv-koneet



REGENERATIIVISET lämpöävaraavat lämmönsiirtimet

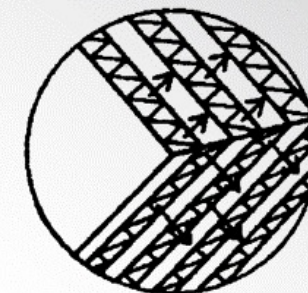
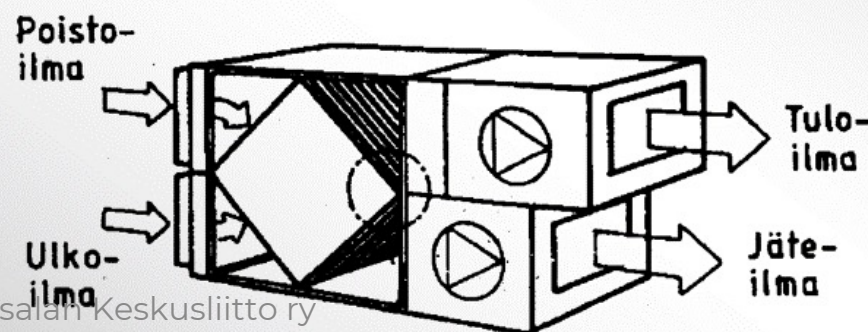


Lämmöntalteenottojärjestelmät

- Ilmat ohjataan ristiin, välissä lämpöä johtava metallilevy
- Etuna vähäinen ilmojen sekoittuminen
- Ongelmana
 - veden kondensoituminen metallilevyn pintaan, kun lämpötilaero suuri
 - Veden jäätymisen estäminen vaatii lisäenergiaa
 - Kennoston likaantuminen
 - Mikrobin kasvaminen, jos kosteutta
- Yleisiä omakotitaloissa ja huoneistokohtaisissa laitteissa
- Tehokkuus 40-60%
- Ei haju tai bakteeri haittoja
- Massatuotannon vuoksi yleisesti edullinen



SUORAT REKUPERATIIVISET levylämmönsiirtimet



Jälkilämmitys/viilennyspatteri

- Tuloilmaa on myös mahdollista lämmittää/jäähdyttää
 - Yleistä suuremmissa ilmanvaihtojärjestelmissä
 - Esim. teollisuus- ja suuret kiinteistöt
- Lämmitetään/jäähdytetään tuloilma ennalta säädettyyn lämpötilaan
- Patteri on vesikiertoinen
- Ilmanvaihdon lämmitys/viilennys on kiinteistön muusta lämmityksestä erillisenä piirinä

Ilmanvaihdon huolto

- Käyttöönotto
 - Rakennuksen käyttöönoton yhteydessä tehdään rakennusvalvonnan määrittelemät käyttöönottotarkastukset ja mittaukset
 - Käyttöönottotarkastuksessa varmistetaan, että laitteisto
 - toimii oikein ja turvallisesti, on käyttövalmis
 - on puhdas
 - ja ilmavirrat on säädetty vaatimusten ja suunnitelmien mukaan
- Vuosi- ja määräaikaishuollot, esimerkiksi
 - Suodatinhuolto (yleisesti ottaen tehtävä 2krt/vuosi)
 - Konehuollot

Ilmanvaihdon huolto

- Puhdistus
 - 10 vuotta - asuinrakennukset, tavanomaiset kohteet
 - 5 vuotta - koulut, päiväkodit, sairaalat, vanhustentalot
 - 1 vuotta - Ravintoloiden keittiöiden rasvapoistot
- Mittaus- ja säätö
 - Puhdistuksen yhteydessä suositellaan ilmavirtojen mittausta ja säätöä
- Seuranta
 - Automatiikan ja energiatehokkuuden seuranta
 - Seurannan avulla huomataan myös viat helpommin
- Raportointi

Ilmanvaihdon osuus
koko Suomen
energiakulutuksesta on
noin 10%.

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden vaikutus sisäilmaan

- Ulkoilman ha pölypitoisuuteen vaikuttavat
 - Vuodenaika
 - Viikonpäivä
 - Vuorokaudenaika
 - Paikkakunta
 - Sijainti mm. liikenne ja muut epäpuhtaudet
 - Mittauspisteen sijainti mm. korkeus maasta
 - Erikoistilanteet ja muut huomiotavat mm. siitepölyaika, kovat pakkaset, katujen siivous

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden vaikutus sisäilmaan

- Sisäilmaan vaikuttavat tekijät
 - Miten ulkoilma otetaan sisälle ja miten se käsitellään ennen sitä
 - Sisällä tapahtuva toiminta
 - Ihmiset, koneet, prosessit
 - Rakennus- ja sisustusmateriaalit
 - Päästöt eli emissiot

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden vaikutus sisäilmaan

- Sisäilman epäpuhtaudet
 - Rakennusmateriaalit
 - Rakennuslevyt/formaldehydi
 - Tekstiilit, kokolattiamatot
 - Kiviaines/sora/maapohja
 - Radon
 - Huonekalut
 - Liimat, lakat
 - Saumaus- ja tiivistysaineet
 - Pinnoitteet
 - Liimat, lakat, maalit
 - Formaldehydi
 - Orgaaniset yhdisteet
 - Myös palotilanteessa huomioitavaa
 - polyuretaani kehittää myrkyllistä kaasua palaessaan
- Ihminen
 - Hengitys = hiilidioksidi, hajut jne.
 - Vaatteet
 - Hiukkaset
 - Pöly
 - hajut
 - Tupakointi
 - Kosmetiikka-aineet
- Prosessit, teollisuus
 - Koneet, laitteet
 - Sähkö
 - Otsoni
 - Pöly
 - Kuumuus
 - kaasut, käryt
 - Valmistus
 - Ruoka
 - muu toiminta
 - Remontit, rakentaminen

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden vaikutus sisäilmaan

- Ulkoilman epäpuhtaudet
 - Maanpinnassa suurimmat pitoisuudet
 - N. 10 metrin korkeudessa pitoisuus puolittuu
- Luonto
 - Siitepölyt, allergeenit
 - Ilman biologiset epäpuhtaudet
- Liikenne
 - Pölyt
 - Hiilidioksidit
 - Typpioksidit
 - Raskasmetallit
- Teollisuus
 - Päästöt
 - Jäteilmat
 - Myrkyt
- Likainen poistoilma
 - Sairaalat
 - Ravintolat, keittiöt
 - Muut kiinteistöt
- Tupakansavu
- Epäorgaaniset kaasut

Radon

- Radiumin kaasumainen hajoamistuote
 - On maaperässä ja kiviaineksen sisällä
 - Vapautuu ilmaan
 - Puoliintumisaika 1622 vuotta
 - Säteilyä mitataan Bq/m³ (1 Bq = 1 becquerel = 1 hajoaminen sekunnissa)
 - Radioaktiivisuus aiheuttaa keuhkosyöpää
 - Keskimääräiset arvot suomessa 20 Bq/m³
 - Esiintyy kalliossa, sorassa, rakennusmateriaaleissa (kiviaineksesta valmistetut), pohjavedessä
 - Torjunta
 - Ilmastoinnin, paine-erojen avulla

Hiilidioksidi

- CO₂
- Uloshengityksessä vapautuva hajuton kaasu
- ppm-yksikkö
- Sisäilmastoluokituksessa tavoiterajat
 - Usein ilmanvaihdon automatiikka on ohjelmoitu tehostumaan 900 ppm raja-arvon kohdalla.

Ihmistä alkaa haukotuttamaan, kun hiilidioksidipitoisuus on n. >1200 ppm.

Formaldehydi

- Teollisuuskemikaali
- Lastulevyt, laminaatit, päällysteet, paperituotteet ym.
- Aiheuttaa ärsytystä silmiin ja hengitysteihin
- Aineelle on annettu 8 tunnin HTP-arvoksi (Haitalliseksi todettu pitoisuus) 0,37 mg/m³
- Ainetta ei voida biomonitoroida (biologisen altistumisen mittaaminen) eli se liukenee nopeasti
- SFS-merkintä

Tupakointi

- Aktiivinen ja passiivinen
- Aiheuttaa hengityseli- ja sydänsairauksia sekä syöpää
- Suurin sisäilmaan liittyvä kansanterveysongelma
- Tupakan epäpuhtaudet
 - Terva
 - Nikotiini
 - Hiilimonoksidi
- Aiheuttaa erityistä haittaa allergisille, keuhkosairaille ja lapsille

Hiukkaskoot

- Pölyt $< 100 \mu\text{m}$
- Huurut $< 1 \mu\text{m}$
- Savut $\sim 0,4 - 0,3 \mu\text{m}$
- Bakteerit $\sim 0,4 - 5 \mu\text{m}$
- Virukset $\sim 0,005-0,1 \mu\text{m}$
- Sieni-itiöt $0,5-10 \mu\text{m}$
- Siitepöly $10-100 \mu\text{m}$
- Terveydelle haitallisimmat hiukkaset ovat kooltaan $< 2 \mu\text{m}$

Mikro (tunnus μ) on SI-järjestelmän kerrannaisyksikön etuliite, joka tarkoittaa miljoonasosaa (10^{-6}). Esimerkiksi mikrometri (μm) on miljoonasosa metriä (m) ja siten $1\,000\,000 \mu\text{m} = 1 \text{ m}$.

KIITOS