

Tommi Hyrkäs

# Teollisuushallin ilmastoinnin uudistaminen

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennustekniikan ko.

Suuntautumisvaihtoehto: LVI-tekniikka

Tekijä: Tommi Hyrkäs

Työn nimi: Teollisuushallin ilmastoinnin uudistaminen

Ohjaaja: Eero Kulmala

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: 13

---

Työssä perehdyttiin teollisuushallin ilmastoinnin nykytilaan tutustumalla olemassa oleviin ilmanvaihtopiirustuksiin, energiankulutushistoriaan sekä mittaamalla ilmamäärät. Ilmanvaihtopiirustukset sekä mittaukset osoittivat molemmat, että ilmanvaihto oli suunniteltu ja toteutettu haitallisen ylipaineiseksi. Vanhan ilmanvaihtojärjestelmän tekninen ikä oli tullut vastaan, sillä sen ikä oli jo 40 vuotta.

Kohteeseen suunniteltiin uusi ilmastointijärjestelmä laitevalintoineen. Ilmanjakotavaksi valittiin syrjäyttävä ilmanjako siitakin huolimatta, että halli myös lämpiää tuloilmalla. Yleensä syrjäyttävä ilmanjako ei toimi silloin kun tuloilmaa käytetään lämmitykseen, sillä lämmin ilma pyrkii ylöspäin suoraan poistoilmalaitteisiin. Tämä ratkaistiin kuitenkin uudentyypisellä tuloilmalaitteella, joka hyödyntää suurella lähtönopeudella puhallettavaa kantosuihkua ohjaamaan myös yllilämpöisen ilman alaspäin oleskeluvyöhykkeelle.

Lämmityksen mitoituksessa ei ollut käytössä tarkkoja pohjatietoja rakenteiden U-arvoista ja tuotantoprosessissa syntyy voimakkaita lämpökuormia. Mitoituksen lähtökohdaksi otettiin vaihtoehtoinen malli ja hyödynnettiin lämmitysenergian kulutushistoriaa. Kulutushistoria yhdistettiin Ilmatieteen laitoksen keskilämpötilahistoriaan, jonka avulla saatiin ratkaistua lämmitystehon tarve sekä tuloilman lämpötila mitoitusilanteessa.

Lopputuloksena saatiin uuden järjestelmän ilmanvaihtopiirustukset sekä laitevalinnat mitoitusilanteeseen. Ilmastoinnin uudistamisen kustannukset laskettiin Takukustannuslaskentaohjelmalla, ottaen huomioon kaikki hankkeeseen kohdistuvat kulut, mukaan lukien hanketehtävät, vanhan järjestelmän purkamiset, rakennusaputyöt, ym. Investoinnin takaisinmaksuajan laskemisessa huomioitiin myös aivan liian harvoin huomioon otettava ilman laadun paranemisen vaikutuksena saatava tuottavuuden nousu. Takaisinmaksuajaksi saatiin 5,2 vuotta, mikä on jo erittäin kohtuullinen.

Avainsanat: sisäilma, ilmanvaihto, ilmastointi, teollisuus, tuottavuus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: HVAC Engineering

Author: Tommi Hyrkäs

Title of thesis: Renewal of the air conditioning of an industrial building

Supervisor: Eero Kulmala

Year: 2013

Number of pages: 40

Number of appendices: 13

---

The study examines the current state of the air conditioning of an industrial building by examining the existing ventilation drawings, the history of energy consumption and by measuring the air flow rates. The ventilation drawings as well as measurements showed both that the ventilation was planned and carried out harmfully overpressurized. The technical age of the old ventilation system had been reached decades ago, since the age of the system was already 40 years.

A new air conditioning system was planned to the building, and all of the product selections were made. Displacement air distribution was selected as the way of air distribution, despite the fact that the hall is heated by supply air. In general, displacement air distribution does not work when the supply air is used for heating, as the warm air tends to rise up directly to the exhaust air devices. However, this issue was resolved with a new type of an air supply device, which utilizes a high velocity jet to guide the overheated air down to the occupied zone.

There was no accurate data available of the thermal resistance of the structures, and the production process produces intense heat loads. So an alternative method was taken as the starting point of the design of heating. The heating energy consumption history was combined with the average temperature history from the Finnish Meteorological Institute, which were used to resolve the heating power demand as well as the supply air temperature in design conditions.

The end result was a new ventilation system design with drawings and product selections. Air conditioning costs were calculated with Taku-cost calculation program, taking into account all the expenses allocated to the project, including the project tasks, the old system disassembly, auxiliary construction work etc. The investment payback period calculation also took into consideration the increase in productivity by improvement of the air quality, which is all too rarely taken into account. The payback period was calculated to be 5.2 years, which is very reasonable.

Keywords: indoor air, ventilation, air conditioning, industry, productivity

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO .....	8
2 LÄHTÖTIEDOT .....	9
2.1 Inhan Tehtaat Oy .....	9
2.2 Nykytilanne .....	10
2.3 Mittaukset.....	11
3 ILMASTOINTI .....	13
3.1 Uudistamistavan valinta .....	13
3.2 Ilmanvaihdon mitoitus .....	13
3.3 Ilmalämmityksen mitoitus .....	14
3.4 Ilmanjako.....	21
3.5 Päätelaitteet ja kanavisto .....	25
3.6 Ilmankäsittelylaitteisto .....	28
3.7 Oviverhot.....	31
3.8 Ilmatilojen rajaus .....	32
4 ILMASTOINNIN KUSTANNUKSET .....	33
4.1 Järjestelmän kustannukset.....	33
4.2 Saatavat säästöt .....	33
4.3 Takaisinmaksuaika.....	35
5 YHTEENVETO.....	37
LÄHTEET .....	38
LIITTEET .....	40

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Inhan Tehtaat Oy .....	9
Kuvio 2. Hymy –tuloilmaelimen tasanopeuskäyrät ( $dt=+3^{\circ}\text{C}$ ). .....	23
Kuvio 3. Hymy –tuloilmaelimen tasanopeuskäyrät ( $dt=0^{\circ}\text{C}$ ). .....	24
Kuvio 4. Hymy –tuloilmaelimen tasanopeuskäyrät ( $dt=-3^{\circ}\text{C}$ ). .....	24
Kuvio 5. Hymy –tuloilmaelimen mitat ja rakenne. $L=1500\text{ mm}$ ja $D=250\text{mm}$ . .....	25
Kuvio 6. USR –poistoilmasäleikkö. ....	26
Kuvio 7. Jeven Lumikilpi –ulkosäleikkö. ....	26
Kuvio 8. Dragon -ulostruphujottaja.....	27
Kuvio 9. EYMA-2 –ulostruphujottaja. ....	27
Kuvio 10. Ilmanvaihtokoneen huoltotilan sijoitus ja mitoitus-esimerkki.....	29
Kuvio 11. Levylämmönsiirrin. ....	30
Kuvio 12. Pyörivä regeneraattori.....	31
Taulukko 1. Lämmitysenergiankulutus.....	15
Taulukko 2. Ilmalämmityksen mitoitus. ....	18
Taulukko 3. LTO:sta saatavat säästöt.....	34
Taulukko 4. Tuottavuuden nousun vaikutukset.....	35

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Hitsaushuurut</b>	Hitsausprosessissa syntyviä epäpuhtauksia.
<b>Ilmankäsittelylaitteisto</b>	Koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä, jolla käsitellään ilmaa vaatimusten mukaiseksi ja vaihdetaan tilan ilmaa. Sillä voidaan suodattaa epäpuhtaudet pois ilmasta, ilmaa voidaan lämmittää, jäähdyttää, kosteuttaa ja sekoittaa.
<b>Ilmanvaihto</b>	Tarkoittaa rakennuksen sisäilman (vanhan ilman) poistamista ja korvaamista uudella raittiilla ilmalla.
<b>Ilmastointi</b>	Ilmastointi on ilmanvaihtoa laajempi käsite ja kattaa ilmanvaihdon lisäksi suodatuksen, lämmityksen, jäähdytyksen, kostutuksen ja kuivatuksen.
<b>Isoterminen tuloilma</b>	Tasalämpöinen, samanlämpöinen kuin sisäilma.
<b>Kantosuihku</b>	Suurella lähtönopeudella puhallettava ilmasuihku, jonka avulla pyritään kuljettamaan ilmamassaa pidemmälle/haluttuun suuntaan.
<b>Konvektiovirtaukset</b>	Lämpötilaerojen aiheuttamien tiheyserojen johdosta syntyviä ilmavirtauksia.
<b>Kuukulkija</b>	Henkilönostin, ajettava puomilavanostin, joka on yleensä dieselkäyttöinen.
<b>LTO</b>	Lämmöntalteenotto, esim. lämpimän poistoilman lämpöenergian siirto kylmän ulkoilman lämmittämiseen ennen huonetilaan puhallusta.
<b>Oleskeluvyöhyke</b>	Alue jolla oleskellaan, eli lattiasta n. 2 metrin korkeuteen ulottuva alue.
<b>Oviverho</b>	Oviaukkoon puhallettava ilmasuihku, jolla pyritään estämään kylmän ulkoilman ja lämpimän sisäilman sekoittuminen avattaessa isoja ovia. Oviverhoina käytetään myös



# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tehdä selvitys työnantajani Inhan Tehtaat Oy:n tuotantotilan ilmanvaihdon nykyisestä tilanteesta ja tehdä suunnitelma ilmanvaihdon parantamiseksi. Nykyinen ilmanvaihto ei ole alun perin suunniteltu nykyiseen käyttötarkoitukseen eikä täytä ilmanvaihdon nykyvaatimuksia.

Sisäilman laaduttomuus, lämmöntalteenoton puuttuminen, ilmanvaihdon säätömahdollisuuksien rajallisuus ja ilmanvaihdon teknisen iän tullessa vastaan on tullut aika miettiä vaihtoehtoja ilmanvaihdon uudistamiseksi. Ilmanvaihdon uudistamisella ei saavuteta pelkästään sisäilman laadun parannusta, vaan sillä voidaan saavuttaa myös merkittäviä käyttökustannussäästöjä lämmöntalteenoton ja energiatehokkaampien puhaltimien avulla. Sisäilman laadulla tiedetään myös olevan merkittävä vaikutus työn tuottavuuteen.

Työn tuloksena Inhan Tehtaat Oy saa ehdotuksen ilmanvaihtojärjestelmän uudistamiseksi, valmiit suunnitelmat laitevalintoineen sekä kustannuslaskelman takaisinmaksuaikoineen.



## 2 LÄHTÖTIEDOT

### 2.1 Inhan Tehtaat Oy

Vuonna 1841 perustettu Inhan Tehtaat Oy kuuluu Fiskars-konserniin ja on Euroopan suurin alumiiniveneiden valmistaja. Inhan Tehtaiden valmistamia tuotteita ovat ratakiskojen kiinnitystarvikkeet, Buster-alumiiniveneet sekä uusimpana tuotteenaan alumiinirunkoiset lasikuitusustalla olevat Drive-veneet.



Kuvio 1. Inhan Tehtaat Oy  
(Fiskars Oyj 2013).

Kuviossa 1 on ilmakehän kuva Inhan Tehtaiden tehdasalueesta. Oikeassa yläkulmassa näkyvässä hallissa (B-halli) toimii veneiden osavalmistus ja takomo. Keskimmäisessä ja suurimmassa hallissa (A-halli) toimii veneiden runkojen hitsaus, maalaa- mo sekä suurin osa veneiden varustelusta. Vasemmalla, joen rannassa olevassa hallissa (C-halli) toimii osa veneiden varustelusta.

Tässä työssä keskitytään A-hallin tuotantotilojen ilmanvaihtoon, pois-lukien maa-laamo.

## 2.2 Nykytilanne

A-halli on rakennettu vuosina 1973–1974 ja nykyiset ilmanvaihtolaitteet ovat edelleen alkuperäiset. Ilmanvaihdon vaatimukset ovat kuitenkin tänä päivänä aivan eri tasolla kuin 70-luvulla eikä nykyinen järjestelmä täytä mitenkään nykyvaatimuksia.

Tuotantoprosessin aiheuttamat päästöt sisäilmaan tulevat pääasiassa alumiinihitsauksesta sekä uretaanivalusta. Hitsaamon huonon sisäilman aistii ja auringon paistaessa sisään pystyy näkemään epäpuhtauksien leijailevan sisäilmassa. Hitsauksessa sekä uretaanivalussa käytetään kuitenkin raitisilmamaskeja, joiden ansiosta hitsareiden veren alumiinipitoisuudet ovat pysyneet alhaisella tasolla.

Hallissa on sekoittava ilmanjako, mikä helposti johtaa kohtuuttoman suuriin ilmamääriin, jos ilman epäpuhtauksien pitoisuuksien halutaan pysyvän kohtuullisella tasolla. Yleisilmanvaihdon lisäksi hallissa on hitsauspaikoilla ja uretaanivalupaikoilla kohdepoistot. Kohdepoistot ovat kömpelöitä eikä niiden käyttö ole kovin aktiivista, kuitenkin kohdepoistot ovat päällä noin 18 tuntia päivässä puhaltamassa lämpöä harakoille.

Ilmanvaihto on toteutettu erillisillä tuloilmakoneilla, jotka on varustettu sekoittimilla, joiden avulla alun perin on sekoitettu yksi kolmasosa sisäilmaa tuloilmaan. Nykyään sekoituspellit ovat kuitenkin kiinni ja kaikki ilma tulee ulkoa. Jokaisessa tuloilmakoneessa on vesikiertoinen lämmönvaihdin, jonka avulla tuloilma lämmitetään. Poisto on toteutettu huippuimureilla. Ilmanvaihdon käyntiaika on keskimäärin 18 t/vrk, 5 vrk/vko ja 46 vkoa/vuosi.

Halli lämpiää tuloilmalämmityksellä, jonka tukena on kiertoilmakoneita. Ilmanvaihdossa ei ole minkäänlaista lämmöntalteenottoa, jossa piileekin ilmanvaihdon uusimisen ja takaisinmaksuajan kannalta suurin energiansäästöpotentiaali. Lämpö tuotetaan pääasiassa Vapon pellettikattilalla ja huipputarpeet katetaan vanhoilla öljykattiloilla.

Käytettävissä olevat ilmanvaihtopiirustukset (Liite 1) on piirretty sähköiseen muotoon vuonna 2002 ja piirustukset ovatkin jääneet kehityksen jalkoihin. Piirustukset eivät enää vastaa nykytilannetta: huippuimureita on poistettu käytöstä ja tuloilmakoneiden sekoituspellit on suljettu siten, että kaikki ilma otetaan ulkoa. Piirustuksia

tutkittaessa oli hämmästyksellinen suuri, kun ilmamäärät laskettiin yhteen: halli on alun perin suunniteltu haitallisen ylipaineiseksi, tuloilmaa tuodaan sisälle noin 30 % enemmän kuin mitä poistetaan. Yleensä ilmanvaihto mitoitetaan hieman alipaineiseksi, tulo-/poistoilman suhteen tulisi olla noin 0,95. Tämän lisäksi tilannetta on todennäköisesti pahennettu entisestään, kun huippuimureita on poistettu käytöstä ja tuloilmakoneiden sekoituspellit suljettu. Tämä antoi aiheita tarkempaan tutkimukseen, joten kaikki ilmamäärät käytiin mittaamassa.

### 2.3 Mittaukset

Mittauksia varten varattiin kuukulkija, jonka avulla saataisiin mitattua tuloilmamäärät ulkopuolelta suoraan ulkoilmasäleiköistä. Mittausjärjestelyt oli onnistuttu tekemään juuri koko talven kylmimmälle päivälle (-29 °C), edellisenä ja seuraavana päivänä olisi ollut vain 7–10 astetta pakkasta, mutta kuukulkija oli varattu juuri tälle päivälle.

Ulkoilmasäleikön koosta riippuen tehtiin joko 12 tai 20 mittausta säleikköä kohden jakamalla säleikön pinta-ala 12 tai 20 mitattavaan alueeseen. Huippuimurit mitattiin sisäpuolelta ja niiden pienen pinta-alan vuoksi 6 mittausta imuria kohden oli riittävä määrä. Mittaukset tehtiin TSI Airflow LCA501 -siipipyöranemometrillä.

Kohdepoistot mitattiin poraamalla reiät kohdepoistot yhdistäviin kanaviin, jolloin välttyttiin jokaisen yksittäisen poiston mittaamiselta. Näiden mittaukset tehtiin TSI Airflow TA460 -kuumalanka-anemometrillä, jonka mittapään tyyppi oli 964 Probe.

Mitatuista ilman nopeuksista laskettiin keskiarvo jokaiselle tuloilmalaitteelle ja huippuimurille. Ilmamäärät saatiin selville kertomalla nopeuden keskiarvo kanavan pinta-alalla. Mittauspöytäkirja on liitteenä (Liite 2).

Suuri osa tuloilmalaitteiden mitatuista tuloksista vastasi piirustuksiin merkittyjä arvoja (kun otti huomioon, että sekoituspellit olivat kiinni), mutta osa tuloilmalaitteista oli sammutettuna ja oli muuttunut jopa poistoilmalaitteiksi hallin ylipaineisuuden takia. Suuressa osassa huippuimureista virtasi ulos lähes kaksi kertaa niin paljon ilmaa kuin piirustuksiin ja konekortteihin oli merkitty, mikä johtunee kovan pakkasen aiheuttaman lämpötilaeron ja hallin reippaan ylipaineen yhteisvaikutuksesta.

Lopuksi laskettiin tulo- ja poistoilmavirrat yhteen ja tuloilmavirraksi saatiin 17,50 m<sup>3</sup>/s, poistoilmavirraksi 14,14 m<sup>3</sup>/s ja kohdepoistot yhteensä 2,65 m<sup>3</sup>/s. Tästä laskettiin tulo- ja poistoilmavirran suhteeksi 1,04, eli sisälle tuodaan 4 % enemmän kuin mitä poistetaan. Tämän lisäksi halli jaettiin kahteen osastoon: varusteluosastoon, mikä on niin sanottu puhtaampi puoli, jossa on vain kokoonpanotyötä sekä hitsaamoon, joka on niin sanottu likaisempi puoli, jossa pääasiassa hitsataan ja tehdään uretaanivalua.

Hitsaamon tulo- ja poistoilmavirran suhteeksi tuli 1,12 eli selvästi ylipaineinen. Varusteluosaston tulo- ja poistoilmavirran suhteeksi taas tuli 0,86 eli selvästi alipaineinen. Vielä kun tulkitsee mittauksia tarkemmin, pystyy hahmottamaan ilmavirtauksien kulkureitin: suurin osa hitsaamon tuloilmasta tulee jokirannan puoleisesta seinästä ja suurin osa poistosta taas tapahtuu vastakkaiselta puolelta. Tällä vastakkaisella seinällä on kulkuaukko maalaamoon, josta taas on kulkuaukko varustelun puolelle. Näiden kulkuaukkojen ovet ovat lähes aina avoimia.

Tämä johtaa väistämättä siihen tilanteeseen, että ilma virtaa hitsaamon jokirannan puoleiselta seinältä kohti vastakkaista seinää, josta likainen ilma pyrkii tilan selkeän ylipaineen vuoksi myös maalaamon puolelle. Varusteluosaston ollessa selkeän alipaineinen voisi olettaa, että hitsaamon puolelta tuleva likainen ilma pyrkisi maalaamon kautta varusteluosastoon. Käytäntö osoitti kuitenkin toisin, ei tarvinnut edes mitata paine-eroja osastojen välillä: riitti, että meni seisomaan oviaukkoihin. Sen verran suuri ilmavirta oviaukoissa kävi, että pystyi suoralta kädeltä todentamaan ilmavirran suunnan olevan molemmissa oviaukoissa maalaamoon päin. Toisin sanoen, maalaamossa on vielä suurempi alipaine kuin varusteluosastossa. Nämä ilmavirrat on saatava hallintaan ja tasapainotettava tilojen väliset paine-erot.

## 3 ILMASTOINTI

### 3.1 Uudistamistavan valinta

Ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmien keskimääräinen tekninen käyttöikä rasisusluokka 1:ssä on noin 10–15 vuotta ja rasisusluokka 2:ssa noin 20–25 vuotta (LVI 01-10424 2008, 23–26). A-hallin ilmastoinnin käyttö vastaa lähes luokkaa 1, joten järjestelmän teknisen käyttöiän voidaan olettaa olevan noin 20 vuotta. Nykyisen laitteiston ikä on jo noin 40 vuotta, joten jo pelkästään tällä perusteella voidaan hylätä vanhan järjestelmän elvyttämisyrietykset. Tähän kun vielä lisätään ilman laaduttomuus, lämmöntalteenoton puute, laitteiston säädöttömyys ja puhaltimien energianhaaskaus, voidaan suoraan todeta, että vanha järjestelmä on purettava ja rakennettava täysin uusi järjestelmä.

### 3.2 Ilmanvaihdon mitoitus

Ilmanvaihdolla pyritään hallitsemaan sisäilman laatua. Laatuvaatimukset riippuvat tilan käyttötarkoituksesta ja siellä tapahtuvasta toiminnasta. Vaatimus lähtee joko tilassa oleskelevista ihmisistä, rakenteiden asettamista vaatimuksista tai tilassa tapahtuvasta työprosessista ja -laitteista. (Seppänen 2008, 31.) Tässä tapauksessa vaatimus lähtee tilassa tapahtuvasta työprosessista eli alumiinin hitsaamisesta ja uretaaninvalusta. Näiden aiheuttamien päästöjen poistaminen vaatii huomattavasti suuremman ilmavirran kuin mitä tilassa oleskelevat ihmiset muuten tarvitsisivat.

Koska hallissa tehdään keskiraskasta tehdastyötä, on Suomen rakentamismääräyskokoelman mukaan minimiulkoilmavirta  $1,5 \text{ (l/s)/m}^2$  (RakMK D2 2012, 30). Varusteluosaston pinta-ala on noin  $1795 \text{ m}^2$  ja hitsaamon pinta-ala noin  $3834 \text{ m}^2$  eli yhteensä  $5629 \text{ m}^2$ . Minimiuulkoilmavirta olisi siis näin laskettuna  $1,5 \text{ (l/s)/m}^2 * 5629 \text{ m}^2 = 8443,5 \text{ l/s} = 8,44 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tämä ei kuitenkaan nykyaikaisessa teollisuusilmanvaihdossa riitä vaan valitaan  $3 \text{ (l/s)/m}^2$ , jolloin varmistetaan, että ilmavirrat riittävät päästöjen poistamiseen, tilojen lämmittämiseen sekä mahdolliseen kesäaikaiseen jäädytykseen. Tällöin ulkoilmavirraksi muodostuu  $16,89 \text{ m}^3/\text{s}$  ja mitoite-

taan rakennus hieman alipaineiseksi, kun käytetään tulo-/poistoilmasuhteena 0,95, jolloin poistoilmavirraksi muodostuu 17,78 m<sup>3</sup>/s. Osiossa 3.3 Taulukossa 2 esitetään, kuinka ilmavirrat jakautuvat varusteluun ja hitsaamoon, kun ne jaetaan pinta-alojen suhteessa.

### 3.3 Ilmalämmityksen mitoitus

Koska halli lämpiää tuloilmalla, täytyy tämä huomioida ilmapatterin tehon määrityksessä. Toinen kiinnostava tekijä lähinnä ilmanjakoon liittyvässä määrittelyssä on tuloilman lämpö mitoitustilanteessa.

Tehon määrittäminen ei ollutkaan ihan helppo juttu: hallin rakenteista ei ole tarkkaa dokumentaatiota eikä näille pysty määrittelemään tarkkoja U-arvoja ja hallin nostovien vilkkaan käytön aiheuttamien lämpöhäviöiden määrittely on hakuammuntaa. Hallissa on myös runsaasti tuotantoprosessiin liittyviä lämpökuormia, kuten hitsausta, uretaanivalumuottien lämmityselementit ja paineilman kuivain.

Tähän otettiin erilainen lähestymistapa: hyödynnettiin lämpöenergian kulutus-historiaa. Hallin lämmitykseen kuluva energia oli olemassa mitattua dataa vuosien takaa. Laskelmissa hyödynnettiin Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D5 olevia kaavoja (RakMK D5 2007). Taulukossa 1 on laskelmat, jotka tehtiin hyödyntäen exceliä. Mitatusta datasta valittiin vuodelta 2010 ja 2011 joulukuun, tammikuun sekä helmikuun kulutuslukemat. Vuodelta 2012 valittiin vain tammikuun ja helmikuun lukemat, sillä joulukuun luvut puuttuivat. Ilmatieteen laitoksen sivuilta löytyi vastaavien ajankohtien kuukausittaiset keskilämpötilat Jyväskylän lentoaseman sääasemalla (Ilmaston vuositilastot 2013). Tämän jälkeen laskettiin jokaiselle kuukaudelle pituus tunneissa ( $\Delta t$ ). Sisälämpötilana ( $t_s$ ) on pidetty 17 °C ja laskelmissa on käytetty mitattuja tulo- ja poistoilmavirtoja ( $q_v$ , tulo ja  $q_v$ , poisto) sekä 18 h vuorokautista käyntiaikaa ( $t_d$ ) ja 5 vrk viikottaista käyntiaikaa ( $t_v$ ). Lämmöntalteenottoa ei nykyisessä järjestelmässä ole, siksi LTO:n vuosihyötysuhteena ( $\eta$ ) on käytetty lukua 0.

Taulukko 1. Lämmitysenergiankulutus.

ts	Hiv			td	0,75 tv	0,71		
[°C]	[W/K]	qv, poisto	16,79 m3/s	r	1 na	0		
17	10794	qv, tulo	17,50 m3/s	Qjoht+				
Pinta-ala	1795	3834	5629	Jyväskylän sääasema	Qvuotoilma	Hjoht+		
Varustelu	Hitsaamo	Yhteensä	Keskilämpötila	Δt	Qiv	-Qlämpökuormat	Hvuotoilma	
Energiankulutus	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[°C]	[h]	[kWh]	[kWh]	[W/K]
<b>2012, koko vuosi</b>	<b>295,0</b>	<b>630,1</b>	<b>925,1</b>					
2012, Tammikuu	71,1	151,9	223,0	-9,5	744	212806	10159	515
2012, Helmikuu	66,6	142,3	208,9	-11,5	696	214101	-5248	-265
<b>2011, koko vuosi</b>	<b>299,0</b>	<b>638,6</b>	<b>937,6</b>					
2011, Tammikuu	55,3	118,1	173,4	-8	744	200760	-27343	-1470
2011, Helmikuu	73,3	156,6	229,9	-15	672	232105	-2241	-104
2011, Joulukuu	35,5	75,8	111,3	0	744	136517	-25191	-1992
<b>2010, koko vuosi</b>	<b>352,0</b>	<b>751,8</b>	<b>1103,8</b>					
2010, Tammikuu	57,1	122,0	179,1	-16	744	265004	-85942	-3500
2010, Helmikuu	52,1	111,3	163,4	-12	672	210345	-46963	-2410
2010, Joulukuu	64,6	138,0	202,6	-14	744	248943	-46362	-2010

Kaavaa 1 käyttäen laskettiin ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö Hiv.

$$H_{iv} = \rho_i c_{pi} q_{v,poisto} t_d r t_v (1 - \eta_a) \quad (1)$$

jossa

Hiv ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K

ρi ilman tiheys, 1,2 kg/m<sup>3</sup>

cpi ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)

qv, poisto poistoilmavirta, m<sup>3</sup>/s

td ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24h

tv ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk

r muuntokerroin, joka ottaa huomioon ilmanvaihtolaitoksen vuorokautisen käyntiajan

ηa ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde tai keskimääräinen hyötysuhde laskentajaksolta.

Tämän jälkeen laskettiin jokaiselle tarkastelukuukaudelle ilmanvaihdon tarvitsema energia  $Q_{iv}$  kaavalla 2.

$$Q_{iv} = \sum (H_{iv} (T_s - T_u) \Delta t) / 1000 \quad (2)$$

jossa

$Q_{iv}$	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia, kWh
$H_{iv}$	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Tämän jälkeen vähennettiin toteutuneista kulutuslukemista ilmanvaihdon tarvitsema energia, jolloin jäljelle jää käytännössä rakenteiden läpi johtuva ( $Q_{joht}$ ) ja vuotoilman lämmittämiseen tarvittava ( $Q_{vuotoilma}$ ) energia vähennettynä lämpökuormilla ( $Q_{lämpökuormat}$ ). Tuloksena on vuoden 2012 tammikuuta lukuun ottamatta negatiivinen luku, mikä tarkoittaa, että lämpökuormat lähes aina ylittävät rakenteiden läpi johtuvan ja vuotoilman lämmittämiseen tarvittavan energian. Tämän on myös käytäntö osoittanut, sillä tuloilmakoneiden tuloilman mitatut lämpötilat kovimmilla pakkasilla on tuloilmalaitteesta riippuen ollut +15...+22 °C, mikä on hyvin riittänyt ylläpitämään huonelämpötilan +17...+18 °C:ssa. Toisin sanoen muut lämpöhäviöt kuin ilmanvaihdon tarvitsema lämpöenergia ovat mitättömän pieniä.

Yhdistämällä rakenteiden läpi johtuvan lämpöenergian kaavan (kaava 3) ja vuotoilman lämmityksen tarvitseman energian kaavan (kaava 4) saadaan ratkaistua rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö + vuotoilman ominaislämpöhäviö ( $H_{joht} + H_{vuotoilma}$ ). Tämä ei täysin pidä paikkaansa, sillä tässä on mukana myös lämpökuormat, mutta tällä päästään riittävän lähelle totuutta, kun pidetään tosiasiat mielessä.



$$Q_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000 \quad (3)$$

jossa

$Q_{\text{joht}}$	rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia, kWh
$\sum H_{\text{joht}}$	rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö, W/K
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

$$Q_{\text{vuotoilma}} = H_{\text{vuotoilma}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000 \quad (4)$$

jossa

$Q_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh
$H_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman ominaislämpöhäviö, W/K
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Vain 2012 tammikuun lukema otetaan jatkolaskelmissa huomioon, sillä muissa luku on negatiivinen. Taulukossa 2 esitetään tuloilmapatterin tehon, tuloilman mitoituslämpötilan sekä tulo- ja poistoilmavirtojen määritykset jaettuna varusteluun ja hitsaamoon. Nämä on jaettu erikseen, koska varusteluosaston ja hitsaamon ilmastointi on järkevää hoitaa kahdella eri koneella useastakin syystä: hitsaamossa on huomattavasti suuremmat lämpökuormat sekä epäpuhtauslähteitä ja näissä osastoissa voidaan työskennellä eri vuoroissa, jolloin on järkevää, että näiden ilmanvaihtoa voidaan ohjata erikseen.

Taulukko 2. Ilmalämmityksen mitoitus.

ts [°C]	tu,mit [°C]	Pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	qv,tulo /m <sup>2</sup> [(l/s)/m <sup>2</sup> ]		
17	-29	5629	3		
qv, poisto [m <sup>3</sup> /s]	Tulo-/poistosuhde R	qv, tulo [m <sup>3</sup> /s]	np,mit	nt,mit	Ttulo,mit [°C]
17,78	0,95	16,89	0,37	0,39	21,7
Hjoht+Hvuotoilma [W/K]	φjoht+vuotoilma [W]	Hiv [W/K]	φiv [W]	φtuloilmapatteri [W]	
1000	46000	13448	618597	664597	
	[kW]		[kW]	[kW]	
	46		619	665	
Varustelu	Pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	φtuloilmapatteri [kW]	qv, poisto [m <sup>3</sup> /s]	Tulo-/poistosuhde R	qv, tulo [m <sup>3</sup> /s]
	1795	212	5,39	0,95	5,12
Hitsaamo	Pinta-ala [m <sup>2</sup> ]	φtuloilmapatteri [kW]	qv, poisto [m <sup>3</sup> /s]	Tulo-/poistosuhde R	qv, tulo [m <sup>3</sup> /s]
	3834	453	11,50	0,95	10,93

Tehdashallin huonelämpötilan tulee olla keskiraskaassa työssä 17 °C (RakMK D2 2012, 6). Halli sijaitsee säävyöhykkeellä 2, jossa ulkoilman mitoituslämpötila on -29 °C (RakMK D5 2007, 56). Taulukossa 1 laskettu 2012 tammikuun Hjoht+Hvuotoilma on 515 W/K, mutta koska tämä sisältää myös lämpökuormia, käytetään laskelmissa varmuuden maksimoimiseksi 1000 W/K.

Yhdistämällä johtumislämmitystehon kaava (Kaava 5) ja vuotoilman lämmitystehon kaava (Kaava 6) saadaan ratkaistua niiden vaatima yhteisteho.

$$\phi_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_{u,\text{mit}}) \quad (5)$$

jossa

$\phi_{\text{joht}}$  johtumislämmitysteho, W

$\sum H_{\text{joht}}$  rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö, W/K

$T_s$  sisäilman lämpötila, °C

$T_{u,\text{mit}}$  mitoittava ulkoilman lämpötila, °C.

$$\phi_{\text{vuotoilma}} = H_{\text{vuotoilma}} (T_s - T_{u,\text{mit}}) \quad (6)$$

jossa

$\phi_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho, W
$H_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman ominaislämpöhäviö, W/K
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_{u,\text{mit}}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C

Seuraavaksi lasketaan ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö  $H_{iv}$  mitoitustilanteessa kaavalla 7.

$$H_{iv} = \rho_i c_{pi} q_{v,\text{poisto}} (1 - \eta_{p,\text{mit}}) \quad (7)$$

jossa

$H_{iv}$	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
$\rho_i$	ilman tiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)
$q_{v,\text{poisto}}$	poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$\eta_{p,\text{mit}}$	lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde mitoitusolosuhteissa.

Lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde  $\eta_{p,\text{mit}}$  lasketaan kaavalla 8. Koska tuotantoprosessissa ei synny kosteuskuormia ja ilma on suhteellisen kuiva, voidaan tehontarpeen laskennassa käyttää jäteilman lämpötilaa 0 °C (RakMK D5 2007, 54).

$$\eta_{p,\text{mit}} = \frac{T_s - T_{\text{jäte,mit}}}{T_s - T_{u,\text{mit}}} \quad (8)$$

jossa

$\eta_{p,\text{mit}}$	lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde mitoitusolosuhteissa
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_{\text{jäte,mit}}$	jäteilman lämpötila mitoitusolosuhteissa, °C
$T_{u,\text{mit}}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C.

Koko rakennuksen ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho  $\phi_{iv}$  lasketaan kaavalla 9.

$$\phi_{iv} = H_{iv} (T_s - T_{u,mit}) \quad (9)$$

jossa

$\phi_{iv}$	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, W
$H_{iv}$	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_{u,mit}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C.

Tuloilman jälkilämmityspatterin tehon  $\phi_{tuloilmapatteri}$  täytyy kattaa ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho  $\phi_{iv}$  sekä johtumislämmitysteho  $\phi_{joht}$  ja vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho  $\phi_{vuotoilma}$ , eli tuloilmapatterin tehoksi tulee yhteensä 665 kW.

Tuloilman lämpötila ( $T_{tulo,mit}$ ) mitoitustilanteessa saadaan selville käyttämällä kaavaa 10.

$$\phi_{tuloilmapatteri} = \rho_i c_{pi} q_{v,tulo} (T_{tulo,mit} - T_{u,mit} - \eta_{t,mit} (T_s - T_{u,mit})) \quad (10)$$

jossa

$\phi_{tuloilmapatteri}$	tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarve, W
$\rho_i$	ilman tiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)
$q_{v,tulo}$	tuloilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$T_{tulo,mit}$	tuloilman lämpötilan asetusarvo mitoitusolosuhteissa, (yleensä 15 ... 18 °C) °C
$\eta_{t,mit}$	lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhde mitoitusolosuhteissa
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_{u,mit}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C.

Lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhde mitoitusilanteessa  $\eta_{t, mit}$  lasketaan kaavalla 11.

$$\eta_{t, mit} = \frac{\eta_{p, mit}}{R} \quad (11)$$

jossa

$\eta_{t, mit}$  lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhde mitoitusilanteessa

$\eta_{p, mit}$  lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde mitoitusilanteessa

R tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan

Tuloksena saadaan tuloilman lämpötilaksi mitoitusilanteessa 21,7 °C. Eli tuloilman lämpötila on maksimissaan n. 5 °C yllämpöistä.

Pinta-alalla jaettuna saadaan varusteluosaston tuloilmapatterin tehoksi 212 kW, tuloilmavirraksi 5,12 m<sup>3</sup>/s ja poistoilmavirraksi 5,39 m<sup>3</sup>/s sekä hitsaamon tuloilmapatterin tehoksi 453 kW, tuloilmavirraksi 10,93 m<sup>3</sup>/s ja poistoilmavirraksi 11,50 m<sup>3</sup>/s.

### 3.4 Ilmanjako

Ilmanjaon tavoitteet määräytyvät ilman laadun ja lämpöolosuhteiden mukaan. Seppäsen (2008, 153) mukaan ilman laadun kannalta pyritään siihen, että

- tilassa syntyvät epäpuhtaudet eivät leviä laajalle tilassa tai muihin tiloihin
- epäpuhtaudet poistuvat mahdollisimman nopeasti tilasta
- ilma vaihtuu nopeasti oleskelyvyöhykkeellä
- ilman virtaussuunta on epäpuhtauslähteistä kohti poistoilmaelimiä.

Ilmanjako voidaan toteuttaa kolmella eri periaatteella: sekoittavalla, laminaarisella, tai syrjäyttävällä virtauksella (Seppänen 2008, 153-154).

**Sekoittava ilmanjako.** Sekoittavassa ilmanjaossa pyritään tuloilma sekoittamaan mahdollisimman tehokkaasti huoneilmaan. Tämä saadaan aikaan käyttämällä ilmasuihkuja, joissa on suuri lähtönopeus, jopa useita metrejä sekunnissa. Tällöin huoneilmakin imeytyy mukaan ilmasuihkuun ja sekoittuu tuloilmaan. Tuloksena

ovat tasaiset olosuhteet ja ilman laatu on lähes samanlainen koko huonetilassa. Poistoilman tila on myös sama kuin huonetilan ilman. Sekoittavia ilmavirtauksia syntyy myös lämpötilaeroista johtuen, muun muassa lämpöpatterit ja ikkunapinnat aiheuttavat voimakkaita konvektiovirtauksia. Sekoittava ilmanjako soveltuu tiloihin, joissa ei ole voimakkaita pistemäisiä epäpuhtauslähteitä. Ominaistuloilmavirta sekoittavassa ilmanjaossa on tyypillisesti noin  $1\text{--}3\text{ m}^3/\text{h m}^3$ .

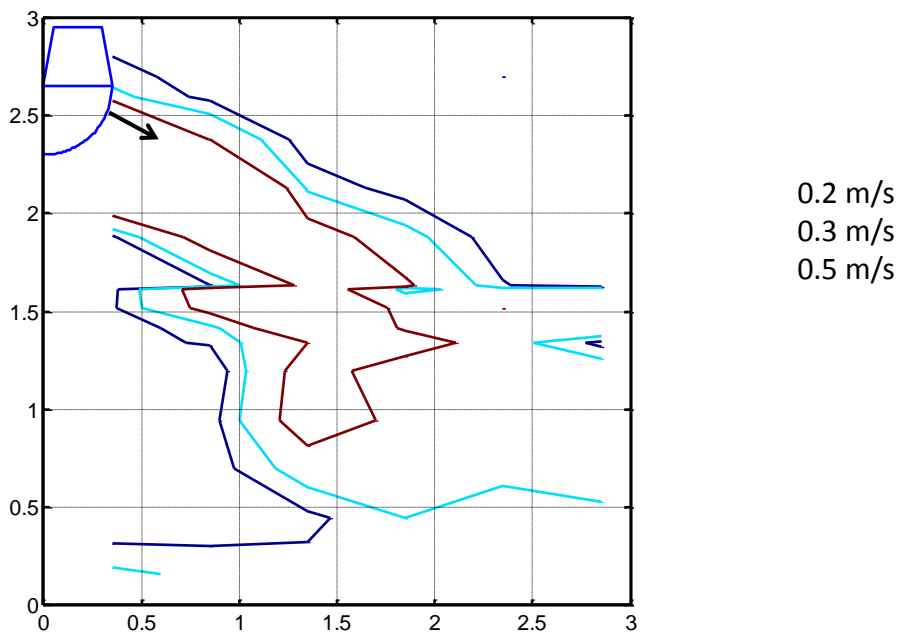
**Laminaarinen ilmanjako.** Laminaarisessa ilmanjaossa pyritään saamaan tasainen ilmavirta koko tilaan. Halutulle alueelle saadaan lähes tuloilman tasaiset olosuhteet. Ilmanjaossa käytetään suuria pintoja, joista ilma johdetaan tasaisesti koko huonetilaan. Ilma voi virrata vaaka- tai pystysuunnassa. Laminaarista ilmanjakoa käytetään kun pyritään tarkkaan lämpötilan hallintaan tai erityisen puhtaaseen tilaan. Tuloilmalaitteena voidaan käyttää myös ilman suodatinta, jonka läpi ilma johdetaan tilaan. Laminaarinen ilmanjako on hyvä keino saada suuria ilmanvaihtuvuuksia vedottomasti. Ominaistuloilmavirta laminaarisessa ilmanjaossa on tyypillisesti noin  $10\text{--}100\text{ m}^3/\text{h m}^3$ .

**Syrjäyttävä ilmanjako.** Syrjäyttävässä ilmanjaossa pyritään epäpuhtauksien ja lämpötilojen kerrostumiseen. Tavoitteena on saada oleskeluvyöhykkeelle hyvät olosuhteet, jolloin tilan muissa osissa sallitaan korkeat epäpuhtauspitoisuudet ja poikkeavat lämpöolosuhteet. Syrjäyttävässä ilmanjaossa tuloilma tuodaan pienellä nopeudella suoraan oleskeluvyöhykkeelle ja pyritään välttämään tuloilman sekoittamista huoneilmaan. Onnistumisen edellytyksenä on yleensä huoneilman lämpötilaan nähden alilämpöinen tuloilma, jolloin se tiheyseronsa vuoksi jää oleskeluvyöhykkeelle. Tuloilmalaitteet ovat yleensä suurikokoisia ja lattialle asennettavia. Syrjäyttävää ilmanjakoa käytetään erityisesti tiloissa, joissa syntyy paljon epäpuhtauksia tai lämpöä joita ei haluta sekoittaa oleskeluvyöhykkeen ilmaan. Syrjäyttävää ilmanjakoa on käytetty eniten teollisuushalleissa ja muissa korkeissa tiloissa.

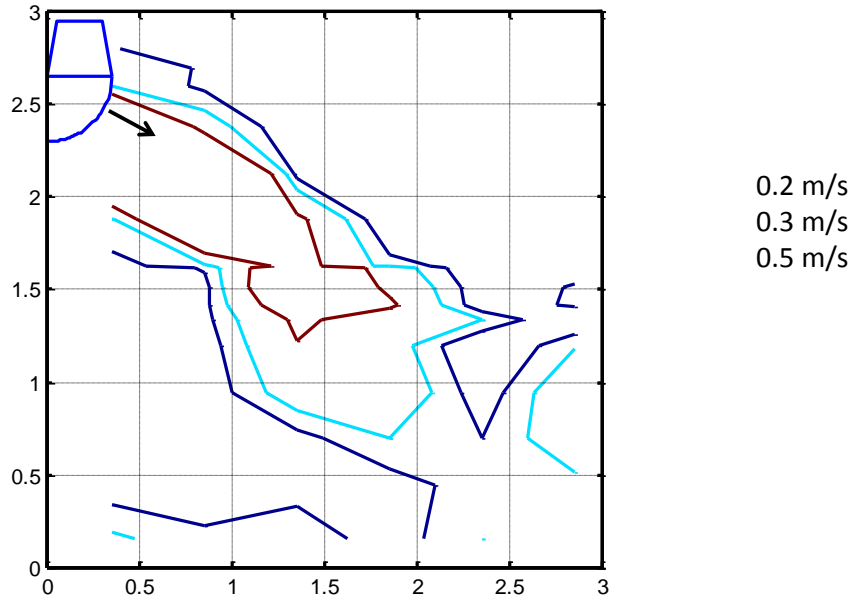
**Ilmanjakoperiaatteen valinta kohteeseen.** Sekoittava ilmanjako voisi soveltua varusteluosastoon, sillä siellä ei ole suuria epäpuhtauslähteitä, joten ilman sekoittuminen ei olisi ongelma. Hitsaamoon en pidä sekoittavaa ilmanjakoa vartenotettavana vaihtoehtona, sillä siellä pistemäisiä epäpuhtauslähteitä on paljon. Sekä varusteluun että hitsaamoon soveltuisi parhaiten syrjäyttävä ilmanjako, koska sillä varmistettaisiin epäpuhtauksien poistuminen ja saadaan raikas tuloilma oleskelu-

vyöhykkeelle. Ilmalämmitys on kuitenkin yleensä ongelma syrjäyttävässä ilmanjaoissa.

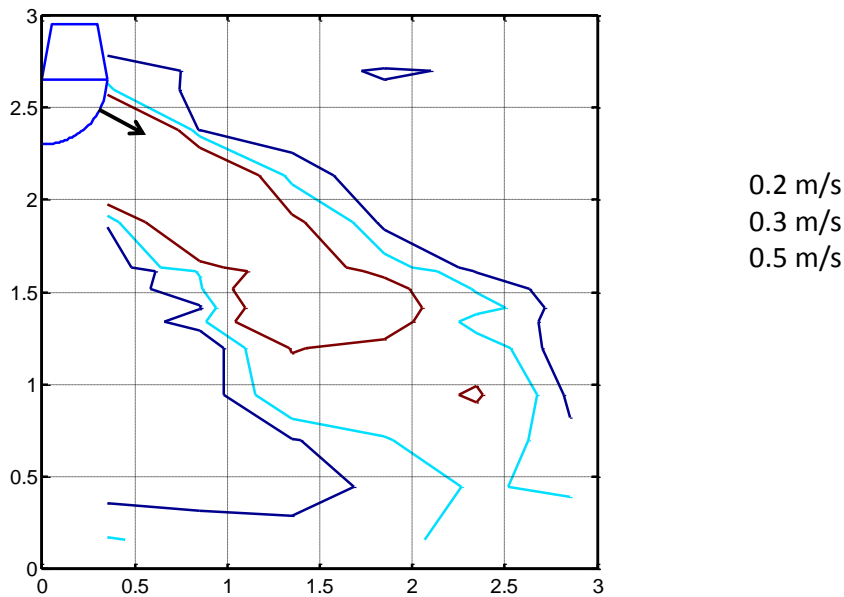
Projektiopintojeni aikana törmäsin PSL Oy:n kehittämään Hymy systeemi-ilmastointijärjestelmään. Mielenkiintoisin osa tätä järjestelmää on yhteistyössä VTT:n kanssa kehitetty uusi ilmanjakotapa. Uudessa ratkaisussa käytetään puhallussuihkua piennopeusilmanjaon yhteydessä, jolloin alaspäin suunnatun kantosuihkun avulla voidaan kompensoida termisiä nostevoimia (Salminen & Kulmala 2012, 375). Kuvioista 2, 3 ja 4 voidaan havaita, että tuloilmaelin on melko tunteeton tuloilman lämpötilalle. Käytetyt ilmavirrat ovat 300 l/s ja vaaka- sekä pystyakselien mitat ovat metreinä. Kuviossa 2 on mittaustulos ylälämpöisellä tuloilmalla, kuviossa 3 isoteremisellä tuloilmalla ja kuviossa 4 alilämpöisellä tuloilmalla.



Kuvio 2. Hymy-tuloilmaelimen tasanopeuskäyrät ( $dt=+3$  °C). (Salminen & Kulmala 2012, 378).



Kuvio 3. Hymy-tuloilmaelimen tasanopeuskäyrät ( $dt=0\text{ °C}$ ).  
(Salminen & Kulmala 2012, 378).



Kuvio 4. Hymy-tuloilmaelimen tasanopeuskäyrät ( $dt=-3\text{ °C}$ ).  
(Salminen & Kulmala 2012, 379).

Tämä kyseinen Hymy systeemin ilmastointijärjestelmä asennettiin erään paikallisen teollisuusyrityksen uuteen halliin sekä vanhempaan halliin ja heidän käyttöko-

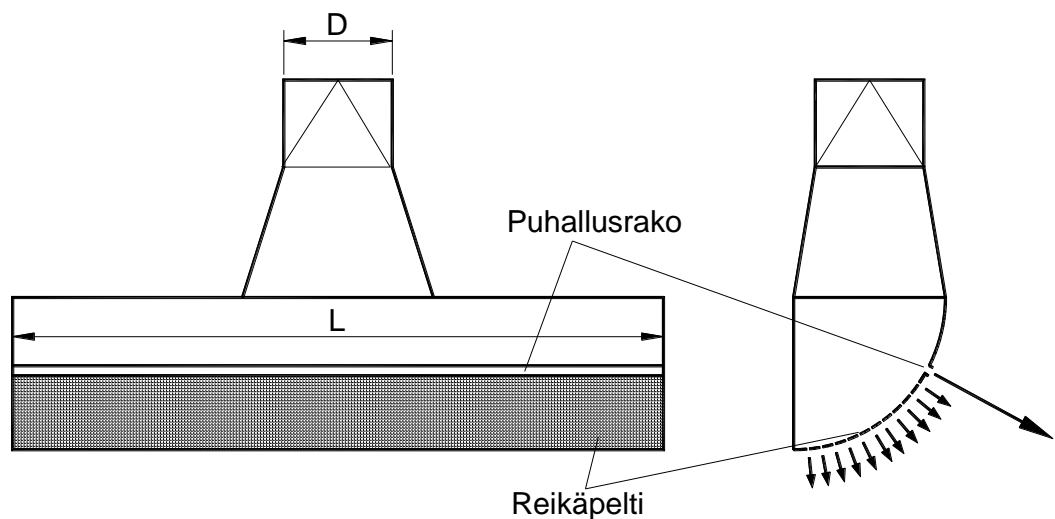


kemuksensa on ollut erittäin myönteinen. Tämä uusi ilmanjakotapa on kiistatta paras mahdollinen vaihtoehto myös Inhan Tehtaiden halliin.

### 3.5 Päätelaitteet ja kanavisto

**Tuloilmalaitteet.** Perinteisesti syrjäyttävässä ilmanjaossa käytetään suuria lattialle asennettavia piennopeustuloilmalaitteita. Nämä ovat kömpelöitä ja vievät suuren lattiapinta-alan, mikä vaikeuttaa niiden käyttöä teollisuudessa. Ne ovat myös herkkiä häiriövirtauksille mitä teollisuudessa esiintyy paljon. Piennopeustuloilmalaitteet eivät myöskään sovellu tuloilmalämmitykseen.

Edellisessä osiossa mainitun Hymy-tuloilmalaitteen (Kuvio 5) kiistattomia etuja ovat pieni koko sekä sen soveltuvuus tuloilmalämmitykseen. Pienen koon ansiosta tuloilmalaitteen sijoittelu on hyvin vapaata eikä se seinälle asennettavana vie ollenkaan lattiapinta-alaa. Tämä siis valitaan Inhan Tehtaiden halliin. Hymy-tuloilmalaitteen tuotekortti on liitteenä (Liite 3).

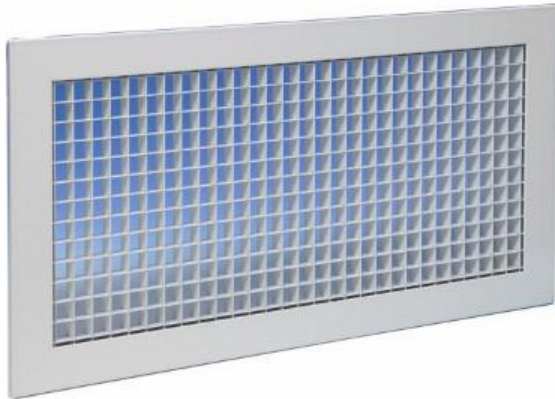


Kuvio 5. Hymy-tuloilmalaitteen mitat ja rakenne.  $L=1500$  mm ja  $D=250$  mm. (Salminen & Kulmala 2012, 376).

Varusteluosastossa on muutama sellainen paikka, johon ei Hymy-tuloilmalaitetta saa sijoitettua varastohyllyjen takia. Näihin paikkoihin laitetaan Swegon BOCa-piennopeuslaitteet, jotka myös toimivat ilmalämmityksen kanssa käyttäen talviaikaan ilmasuihkua ohjaamaan tuloilmaa alaspäin. Tämä ohjaussuihku säädetään

käyttöön joko käsin tai sähkömoottorilla. BOCa-tuloilmalaitteen tuotekortti on liitteenä (Liite 4).

**Poistoilmalaitteet.** Suurten ilmavirtojen vuoksi kohteeseen soveltuu poistoilmalaitteiksi kattoon sijoitettavat Fläkt Woodsin USR-poistoilmasäleiköt säätösalla varustettuna (Kuvio 6). Poistoilmasäleikön tuotekortti löytyy liitteistä (Liite 5).



Kuvio 6. USR-poistoilmasäleikkö.  
(Fläkt Woods Oy 2013a, 1).

**Ulkoilmalaitteet.** Ulkosäleiköiksi valitaan Jeven Lumikilpi -ulkosäleikkö (Kuvio 7), sillä se ehkäisee tehokkaasti lumen ja veden pääsyn kanavistoon. Säleikön tuotekortti on liitteenä (Liite 6).



Kuvio 7. Jeven Lumikilpi -ulkosäleikkö.  
(Jeven Oy 2013a, 1)

Ilmanotto sijoitetaan varusteluosastossa hallin päätyseinälle, joka on koilliseen päin ja hitsaamossa sivuseinälle, joka on luoteeseen päin. Näin saadaan kesälläkin varjon puolelta raikasta ilmaa. Sijoituskorkeus on noin 3 m katonrajasta alaspäin.

**Jäteilmalaitteet.** Jäteilmalaitteeksi hitsaamoon valitaan Jeven Dragon (Kuvio 8), joka sopii hyvin suurille ilmavirroille. Laitteen tuoterakenne estää tehokkaasti sadeveden pääsyn kanavistoon. Dragonin tuotekortti löytyy liitteistä (Liite 7).



Kuvio 8. Dragon-ulospuhallushajottaja.  
(Jeven Oy 2013b, 1).

Varustelun jäteilmalaitteeksi valitaan Fläkt Woodsin EYMA-2 (Kuvio 9), jonka rakenne myös estää sadeveden pääsyn kanavistoon. EYMA-2-ulospuhallushajottajan tuotekortti löytyy liitteistä (Liite 8).



Kuvio 9. EYMA-2-ulospuhallushajottaja.  
(Fläkt Woods Oy 2013b, 1).

Koska poistoilma on luokkaa 4, sijoitetaan jäteilmalaitte varusteluosastossa katolle vähintään 12 metrin päähän ulkoilmalaitteesta ja hitsaamossa vähintään 20 metrin päähän ulkoilmalaitteesta (RakMK D2 2012, 13).

**Kanavisto.** Ilmanvaihtokanavistona käytetään kuumasinkitystä teräksestä valmistettua pyöreää kierresaumakanavaa, esimerkiksi Fläkt Woodsin Veloduct-kanavaa (Liite 9). Kanavat mitoitetaan käyttäen suunnitteluohjelman mitoitusominaisuutta tai kanavakohtaista mitoituskäyrästä käyttäen (Liite 9, sivu 3). Kanavistossa voidaan sallia suuremmat nopeudet, sillä käyttökohteessa äänitasot ovat muutenkin korkeat eikä kanaviston ääni tähän enää juuri vaikuta.

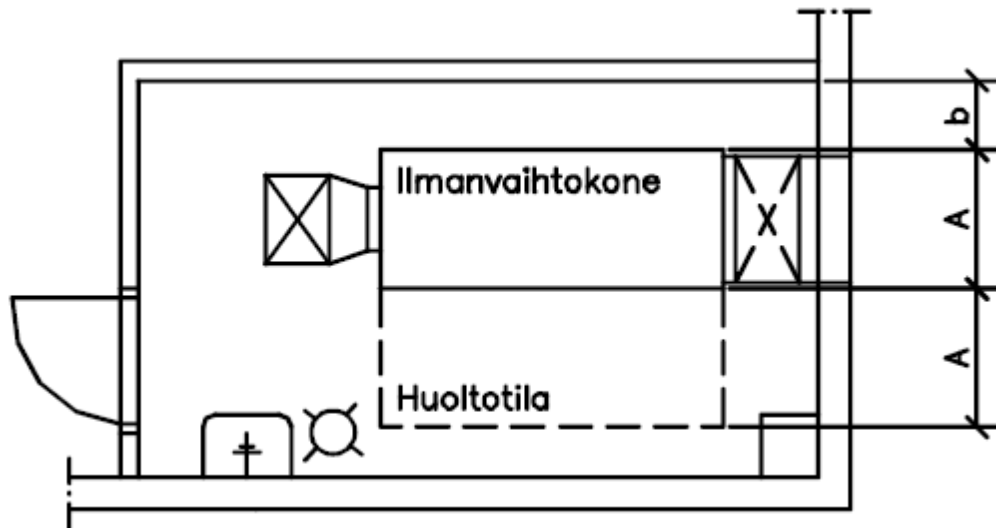
**Kohdepoistot.** Koska veneen hitsauksessa kohdepoistot ovat kömpelöitä, eikä niitä edes käytetä ja nyt uudella ilmanvaihtojärjestelmällä pyritään tekemään syrjäyttävä ilmanjako, jää kohdepoistot tarpeettomiksi. Uudessa järjestelmässä pyritään ohjaamaan hitsaushuurut suoraan yleisilmanvaihdon poistoihin, jolloin saadaan siitäkin lämmöt talteen. Jäljelle jätetään edelleen uretaanivalumuottien kohdepoistot, eli kohdepoistotarve olisi edelleen noin 1,5 m<sup>3</sup>/s.

### 3.6 Ilmankäsittelylaitteisto

Ilmankäsittelylaitteistoiksi valitaan Koja Future -laitteet (Liitteet 10 ja 11), jotka valitaan valmistajan omalla valintaohjelmalla. Varusteluosaston laitteiston mitoituksessa käytettävät ilmamäärät ovat 5,2 m<sup>3</sup>/s tuloilmaa ja 5,4 m<sup>3</sup>/s poistoilmaa. Hitsaamon vastaavat luvut ovat 11,1 m<sup>3</sup>/s tuloilmaa, 10,2 m<sup>3</sup>/s ((11,1 m<sup>3</sup>/s / 0,95) – kohdepoisto 1,5 m<sup>3</sup>/s) poistoilmaa. Tuloilman lämpötilaksi mitoitusilanteessa asetetaan 22 °C. Tulo- ja poistoilmakanavistoille varataan molemmille 500 Pa painehäviötä.

Varusteluosaston laitteiston fyysiseksi kooksi tulee (pit. x lev. x kork.) 6,9 m x 2,55 m x 3,5 m ja hitsaamon laitteiston 7,35 m x 3,32 m x 3,5 m. Tämän lisäksi tulee varata tilaa laitteistojen huoltoa sekä kanavalähtöjä varten. Varusteluosaston laitteistoa varten joudutaan rakentamaan taso koillisen päätyseinän ja maalaamon seinän nurkkaan. Hitsaamossa laitteiston fyysinen koko aiheuttaa sijoitusongelmia ja siinä joudutaan tekemään sellainen kompromissi, että se sijoitetaan lounaan

puoleiselle päätyseinälle nykyisen sähköverstaan tilalle, jolloin se vaatii verstaan purkamisen. Laitetasoja suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon huoltotilantarve kuviossa 10 esitetyllä tavalla. A on ilmanvaihtokoneen leveys ja b on 0,4 kertaa ilmanvaihtokoneen korkeus tai vähintään 400 mm.

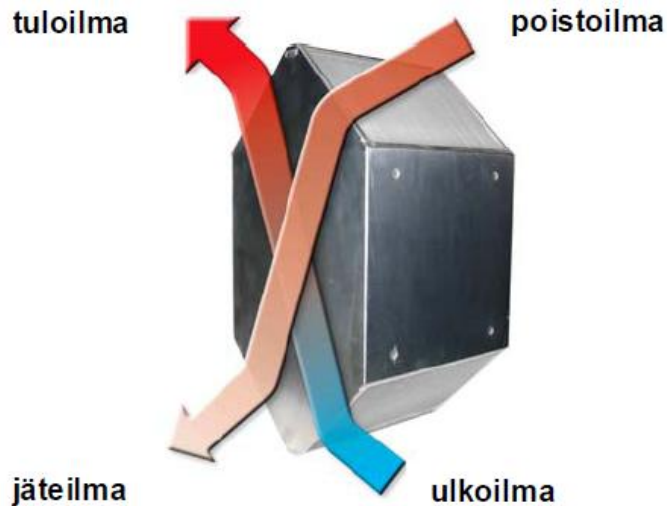


Kuvio 10. Ilmanvaihtokoneen huoltotilan sijoitus ja mitoitus esimerkki. (RakMK D2 2012, 21).

Laitteistojen tuloilmapattereiden tehoksi Kojan mitoitusohjelma määrittelee varusteluun 153,7 kW (212 kW) ja hitsaamoon 378,5 kW (453 kW). Suluissa ilmoitetaan aiemmin laskemani tehontarpeet. Kojan mitoitusohjelma laskee patteritehot aiemmin laskemaani pienemmäksi johtuen tehokkaammasta lämmöntalteenotosta.

**Lämmöntalteenotto.** Käytössä olevia lämmöntalteenottolaitteita on kolme erityyppistä: levylämmönsiirrin, nestekiertoinen lämmönsiirrin sekä pyörivä regeneraattori.

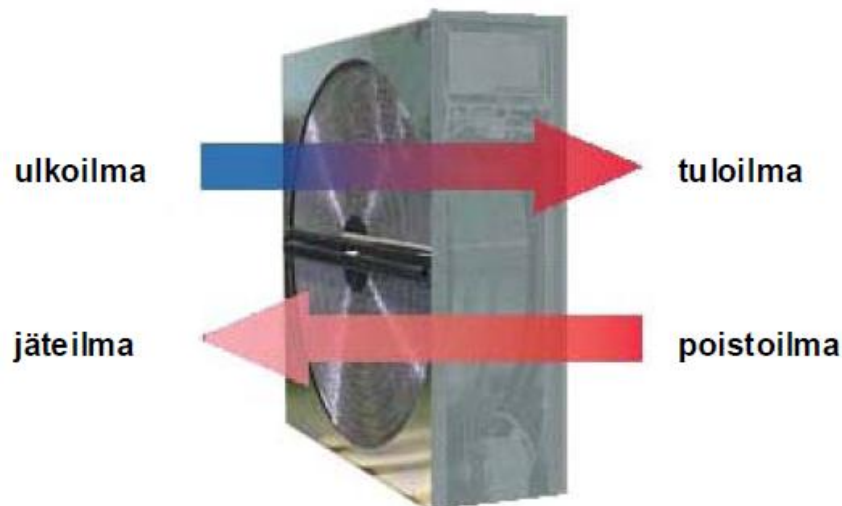
Levylämmönsiirrin (kuvio 11) koostuu levypakasta, jossa joka toisessa levyvälissä virtaa tuloilma ja joka toisessa poistoilma. Lämpö siirtyy levyjen läpi ilmavirrasta toiseen (Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto asunnoissa 2010, 2). Virtaus tapahtuu ristivirtauksena tai vastavirtauksena. Tulo- ja poistoilma eivät ole koskaan toisiinsa kosketuksissa, joten levylämmönsiirrin ei myöskään siirrä kosteutta tuloilman ja poistoilman välillä. Levylämmönsiirtimien lämpötilasuhde on yleensä 55–65 %.



Kuvio 11. Levylämmönsiirrin.  
(Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto asunnoissa 2010, 2).

Nestekiertoinen lämmönsiirrin koostuu tuloilmakanavassa ja poistoilmakanavassa olevista lamellipattereista, joiden välillä kierrätetään lämmönsiirtonestettä, joka on yleensä vesi-etyleeniglykoliseosta. Tulo- ja poistoilma eivät ole koskaan toisiinsa kosketuksissa, joten myöskään kosteutta ei siirry tuloilman ja poistoilman välillä. Järjestelmän etuna on se, ettei tulo- ja poistoilmakanavia tarvitse välttämättä johdattaa samaan paikkaan, kun lämmönsiirto tapahtuu nestekierron avulla. Järjestelmän lämpötilahyötysuhde on 45–60 % (Seppänen, O 2008, 287).

Pyörivä regeneraattori (Kuvio 12) koostuu pyörivästä kennostosta, jossa lämmin poistoilma varaa kennoja puolen kierroksen verran ja siirtyessään kylmän tuloilman puolelle kennot puolestaan luovuttavat lämpönsä ulkoilmavirrälle (Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto asunnoissa 2010, 2). Tulo- ja poistoilma kulkee samaa reittiä pitkin, joten käytännössä tuloilmaan sekoittuu murto-osa poistoilmasta, jolloin mukana voi siirtyä kosteutta ja epäpuhtauksia. Pyörimisestä johtuen LTO:n jäätymisherkkyys on vähäistä, mikä parantaa vuosihyötysuhdetta. Regeneraattorin lämpötilahyötysuhde on 70–85 %.



Kuvio 12. Pyörivä regeneraattori.  
(Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto asunnoissa 2010, 2).

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 (RakMK D2 2012, 17) mukaan otettaessa lämpöä talteen luokan 4 poistoilmasta on yleensä käytettävä virtaavan väliaineen välityksellä toimivaa lämmöntalteenottoa, jossa tulo- ja poistoilma eivät sekoitu. Mutta samalla seuraavassa kohdassa mainitaan, että jos ilmanvaihtokone palvelee vain yhtä tilaa, voidaan lämmöntalteenoton lämmönsiirtimen tyyppi valita vapaasti vaikka poistoilma olisi luokkaa 3 tai 4. Tämä edellyttää kuitenkin, että tuloilma on riittävän puhdasta takaamaan ilman laadulle asetetut vaatimukset.

Käyttämällä automaattipesutoiminnolla varustettua poistoilman sähkösuodatinta saadaan poistoilmasta suurin osa hitsaushuuruista ja muista epäpuhtauksista vaittomasti poistettua, jolloin regeneratiivinen lämmöntalteenottokenno voidaan valita kohteeseen.

### 3.7 Oviverhot

Koko hallissa on käytössä vain yksi ovipuhallin, joka on juuri asennettu. Tämän toimintaan eivät kuitenkaan työntekijät ole tyytyväisiä, mutta sen toimimattomuus ei todennäköisesti johdu laitteesta itsestään, vaan sen selittää ilmanvaihdon nykyinen tila. Juuri kyseisessä tilassa eli varusteluosastossa alipaine on niin suuri, että aina nosto-oven avauduttua aukosta imeytyy hurja määrä kylmää ilmaa sisään. Ilmanvaihdon uusimisen ja tasapainotuksen jälkeen tämäkin ovipuhallin

varmasti toimii. Sen jälkeen suosittelisin asentamaan muihinkin usein avattavaan oveen ovipuhaltimet (Ovet A2, A4, A5 ja A6), sillä ovipuhaltimien käyttö pudottaa oven avaamisen aiheuttaman energiankulutuksen puoleen ja työntekijöiden työolot sekä viihtyvyys paranevat.

### **3.8 Ilmatilojen rajaus**

Suuret ilmatilat tulisi jakaa pienempiin osiin ilmavirtojen hallitsemiseksi. Tähän soveltuisi esimerkiksi rullaovet liiketunnistimilla, jolloin ne avautuisivat aina automaattisesti, kun joku liikkuu ovea kohti. Rullaovet aukeavat nopeasti, joten niiden kiinni oleminen ei haittaa kenenkään toimintaa. Vähintään maalaamon ja varustelun sekä maalaamon ja hitsaamon välillä tulisi tällaiset ovet olla, jolloin näiden tilojen ilmamassat eivät sekoittuisi kovin helposti. Suosittelisin kuitenkin hitsaamon keskellä menevän väliseinän aukkoihin asennettavan myös tällaiset.



## 4 ILMASTOINNIN KUSTANNUKSET

### 4.1 Järjestelmän kustannukset

Järjestelmän kustannukset laskettiin Haahtelan Taku-kustannuslaskentaohjelmalla. Laskennan tuloste ja korjausohjelma on liitteenä (Liite 12). Takun avulla voidaan huomioida kaikki hankkeeseen liittyvät kustannukset, kuten hankkeen johto, aputyöt, vanhan järjestelmän purkutyöt, rakennuksen rakenteiden muutokset, suunnitelmien ja hintojen muutosten varaukset. Taku on turvallinen vaihtoehto budjettihinnan laskemiseen: kun hanketta johdetaan oikein, voidaan olla melko varmoja, ettei budjettia ylitetä. Laskennan tuloksena saadaan hankkeen kokonaiskustannukseksi 718 000 €, alv 0%.

### 4.2 Saatavat säästöt

Säästöt perustuvat lämmöntalteenotosta saatavaan energiansäästöön. Tähän otetaan mukaan vielä tarkastelu, jossa huomioidaan ilman laadun paranemisen vaikutuksesta saatava tuottavuuden nousu.

Lämmöntalteenotosta saatava energiansäästö lasketaan aiemmin esitetyillä kaavoilla 1 ja 2. Lämmöntalteenoton kautta menevä poistoilmavirta on noin 15,6 m<sup>3</sup>/s ja lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on pyörivällä kennolla noin 70 %. Laskelmat ovat taulukossa 3. Lämmöntalteenotosta saadaan siis 875 751 kWh vuodessa energiaa talteen. Jos käytetään pelletin kustannuksena 0,06 €/kWh, saadaan vuodessa säästettyä n. 52 500 €.

Taulukko 3. LTO:sta saatavat säästöt.

<b>Ts</b> [°C]	<b>Hiv, Ito</b> [W/K]	<b>qv, poisto</b>	15,60 m <sup>3</sup> /s	<b>td</b>	0,75	<b>tv</b>	0,71
17	7020			<b>r</b>	1	<b>na</b>	0,7
<b>Jyväskylä</b>							
<b>Kuukausi</b>	<b>Tu</b> [°C]	<b>Δt</b> [h]	<b>ΔT</b> [°C]	<b>Qiv, Ito</b> [kWh]			
Tammikuu	-10,6	744	27,6	144151			
Helmikuu	-12,2	672	29,2	137749			
Maaliskuu	-2,58	744	19,6	102264			
Huhtikuu	0,2	720	16,8	84914			
Toukokuu	10,3	744	6,7	34993			
Kesäkuu	14,9	720	2,1	10614			
Heinäkuu	15	744	2,0	10446			
Elokuu	14,8	744	2,2	11490			
Syyskuu	7,97	720	9,0	45641			
Lokakuu	1,73	744	15,3	79753			
Marraskuu	-0,59	720	17,6	88907			
Joulukuu	-6,9	744	23,9	124827			
<b>Koko vuosi</b>				<b>875751</b>			
<b>Pelletin hinta</b> [€/kWh, alv 0%]		<b>Säästö yhteensä</b> [€/vuosi, alv 0%]					
0,06		52545					

Usean tutkimuksen mukaan muun muassa ilman laadulla on myös yhteys työn tuottavuuteen sekä sairauspoissaoloihin. Yhteys tuottavuuteen voidaan määritellä seuraavalla tavalla: "Subjektiiivisesti ilmaistujen yleisoireiden 10%:n keskimääräinen absoluuttinen muutos vastaa 1,0 %:n muutosta työsuorituksissa (tuottavuudessa)". Yhteys sairauspoissaoloihin voidaan määritellä seuraavasti: "Subjektiiivisesti ilmaistujen ärsytysoireiden 10 %:n keskimääräinen absoluuttinen muutos vastaa 0,7 %:n muutosta sairauspoissaoloissa." (Seppänen 2006, 25.) Yleisoireisiin kuuluvat väsymys, pään raskaalta tuntuminen, päänsärky, pahoinvointi, huihaus sekä keskittymisvaikeudet. Ärsytysoireisiin puolestaan kuuluvat silmien, nenän ja kurkun ärsytys sekä yskä. (Seppänen, O 2006, 25.)

Suomessa työn tuottavuus on keskimäärin 50 000 € vuodessa työntekijää kohden (Seppänen 2006, 31) ja hallissa työskentelee noin 85 työntekijää. Laskelmat ovat taulukossa 4, jossa on laskettu tuottavuuden nousut euromääräisinä, jos tuotta-

vuus nousee 1 %, 2 % tai 3 %. Tehdään varovainen oletus, että investoimalla uuteen ilmastointijärjestelmään saadaan edellä mainittujen oireiden esiintyvyys vähenemään reilut 10 %, jolloin vaikutus kokonaistuottavuuteen (työsuoritukset + sairauspoissaolot) olisi noin 2 %. Tällöin säästöä kertyisi vuositasolla noin 85 000 euroa.

Taulukko 4. Tuottavuuden nousun vaikutukset.

Työn arvo		
€/hlö/a	hlöä	€/a
50000	85	4250000
Tuottavuuden nousu		
1 % €/a	2 % €/a	3 % €/a
42500	85000	127500

Investoinnista saatavat säästöt olisivat siis yhteensä 52 500 € + 85 000 € = 137 500 € vuodessa.

### 4.3 Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksuaika ilman korkotuottovaatimusta lasketaan yksinkertaisesti jakamalla hankkeen kokonaiskustannus investoinnista saatavilla kokonaissäästöillä:

$$TMA = \frac{718\,000\ \text{€}}{137\,500\ \text{€}} = 5,2\ \text{vuotta}$$

Jos investoinnille asetetaan korkotuottovaatimus, saadaan takaisinmaksuaika laskettua hyödyntäen kaavaa 12. Takaisinmaksuaika saadaan kun lasketaan missä ajassa nettotuottojen nykyarvo on hankintamenon suuruinen.

$$\text{Nykyarvo} = \text{nettotuotto} \times \frac{(1+a)^b - 1}{a \times (1+a)^b} \quad (12)$$

jossa

Nykyarvo nettotuottojen yhteinen alkuarvo, €

nettotuotto investoinnista saatava vuosittainen tuotto – kulut, €

a laskentakorkokanta, %

b investointiaika, vuotta

Täten jos investoinnille halutaan 5 %:n korkotuotto, saadaan takaisinmaksuajaksi noin 6,2 vuotta. Tämäkin vain sillä oletuksella, että investoinnin jäännösarvo on 0 €. Todellisuudessa järjestelmän arvo 6,2 vuoden jälkeen on vielä satoja tuhansia euroja, joten todellinen takaisinmaksuaika on lähempänä tuota aiemmin laskettua 5,2 vuotta.

## 5 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli laatia selvitys A-hallin ilmanvaihdon nykytilanteesta ja tehdä suunnitelma ilmanvaihdon parantamiseksi kustannusarvioineen. Nykyinen järjestelmä mitattiin ja aistinvaraisesti tunnusteltiin ilman laatua. Mittaukset osoittivat nykyisen järjestelmän ylläpitävän haitallista ylipainetta hallissa ja ilman laatu todettiin aistinvaraisesti ala-arvoiseksi. Tämän lisäksi nykyisessä laitteistossa ei ole lämmöntalteenottoa ja laitteiston ikä (40 vuotta) tulee väkisin vastaan. Laitteisto kokonaisuudessaan täytyy hylätä ja rakentaa kokonaan uusi ilmastointijärjestelmä.

Tämän työn tuloksena määriteltiin uusi ilmastointijärjestelmä laitevalintoineen. Uudesta järjestelmästä tehtiin ilmanvaihtopiirustukset (Liite 13) ja laskettiin järjestelmän budjettihinta. Uudesta järjestelmästä saadaan suorina tuottoina lämmöntalteenoton kautta saatu energiansäästö sekä epäsuorina tuottoina tuottavuuden paraneminen. Nämä puettiin luvuiksi ja laskettiin takaisinmaksuajaksi noin 5,2 vuotta.

Suosittelen ilmastoinnin uusimista pikaisesti, jotta se saadaan mahdollisimman pian tuottamaan. Uudella järjestelmällä on runsaasti myönteisiä vaikutuksia muun muassa työhyvinvointiin, viihtyvyyteen ja yrityksen imagoon.

## LÄHTEET

- Fiskars Oyj. 2013. Inhan Tehtaat Oy. [Valokuva]. Helsinki: Fiskars Oyj:n valokuva-arkisto
- Fläkt Woods Oy. 2013a. [Verkkojulkaisu]. Turku: Fläkt Woods Oy. [Viitattu 1.3.2013]. Saatavissa: <http://www.flaktwoods.fi/c1c4d0dd-7ef0-4ad4-b19d-1bc63d35f37b>
- Fläkt Woods Oy. 2013b. [Verkkojulkaisu]. Turku: Fläkt Woods Oy. [Viitattu 1.3.2013]. Saatavissa: <http://www.flaktwoods.fi/28f827c7-962f-45b8-83f2-164986476089>
- Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto asunnoissa. 2010. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: LVI-talotekniikkateollisuus ry. [Viitattu 3.3.2013]. Saatavissa: [http://www.teknologiateollisuus.fi/file/8902/28\\_lto\\_vuosihyotysuhde07072010.pdf.html](http://www.teknologiateollisuus.fi/file/8902/28_lto_vuosihyotysuhde07072010.pdf.html)
- Ilmaston vuositilastot. 2013. [Verkkosivu]. Helsinki: Ilmatieteen laitos. [Viitattu 1.3.2013]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>
- Jeven Oy. 2013a. [Verkkojulkaisu]. Mikkeli: Jeven Oy. [Viitattu 1.3.2013]. Saatavissa: [http://www.jeven.com/mvhome/homepage\\_image.html?img\\_id=1302&did=298&lang=fi&selected\\_item\\_id=0&page\\_category\\_id=75352](http://www.jeven.com/mvhome/homepage_image.html?img_id=1302&did=298&lang=fi&selected_item_id=0&page_category_id=75352)
- Jeven Oy. 2013b. [Verkkojulkaisu]. Mikkeli: Jeven Oy. [Viitattu 1.3.2013]. Saatavissa: [http://www.jeven.com/mvhome/homepage\\_image.html?img\\_id=1270&did=298&lang=fi&selected\\_item\\_id=0&page\\_category\\_id=75352](http://www.jeven.com/mvhome/homepage_image.html?img_id=1270&did=298&lang=fi&selected_item_id=0&page_category_id=75352)
- LVI 01-10424. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Helsinki: Rakennustieto. [Viitattu 1.3.2013]. Saatavissa LVI net -kortistosta. Vaatii käyttöoikeuden.
- RakMK D2. 2012. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. [Verkkosivu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 28.2.2013]. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf)
- RakMK D5. 2007. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. [Verkkosivu]. Helsinki: Ympäristöministeriö. [Viitattu 1.3.2013]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/29520-D5-190607-suomi.pdf>
- Seppänen, O. 2006. Sisäympäristön terveys- ja tuottavuusvaikutukset. Forssa: Talotekniikka-Julkaisut Oy.

Seppänen, O. 2008. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Anjalankoski: Suomen LVI-liitto ry.

Salminen, H. & Kulmala I. 2012. Uusi ilmanjakoratkaisu teollisuuteen. Teoksessa: Säteri J. & Backman H. (toim.) Sisäilmastoseminaari 2012. [Verkojulkaisu]. Espoo: Sisäilmayhdistys ry, Aalto yliopisto, SIY Sisäilmatieto Oy, 375-379. [Vii-tattu 2.3.2013]. Saatavissa:  
[http://www.sisailmayhdistys.fi/files/attachments/seminaari2012/sem2012\\_raportti-nettiin.pdf](http://www.sisailmayhdistys.fi/files/attachments/seminaari2012/sem2012_raportti-nettiin.pdf)

## LIITTEET

Liite 1. Nykyisen järjestelmän ilmanvaihtopiirustukset.

Liite 2. Mittauspöytäkirja.

Liite 3. Hymy-tuloilmalaitteen tuotekortti.

Liite 4. BOCa-tuloilmalaitteen tuotekortti.

Liite 5. USR-poistoilmasäleikön tuotekortti.

Liite 6. Lumikilpi-ulkosäleikön tuotekortti.

Liite 7. Dragon-ulospuhallushajottimen tuotekortti.

Liite 8. EYMA-2-ulospuhallushajottimen tuotekortti.

Liite 9. Veloduct-kanavan tuotekortti.

Liite 10. Hitsaamon Koja Future -ilmankäsittelylaitteen tekniset tiedot.

Liite 11. Varustelun Koja Future -ilmankäsittelylaitteen tekniset tiedot.

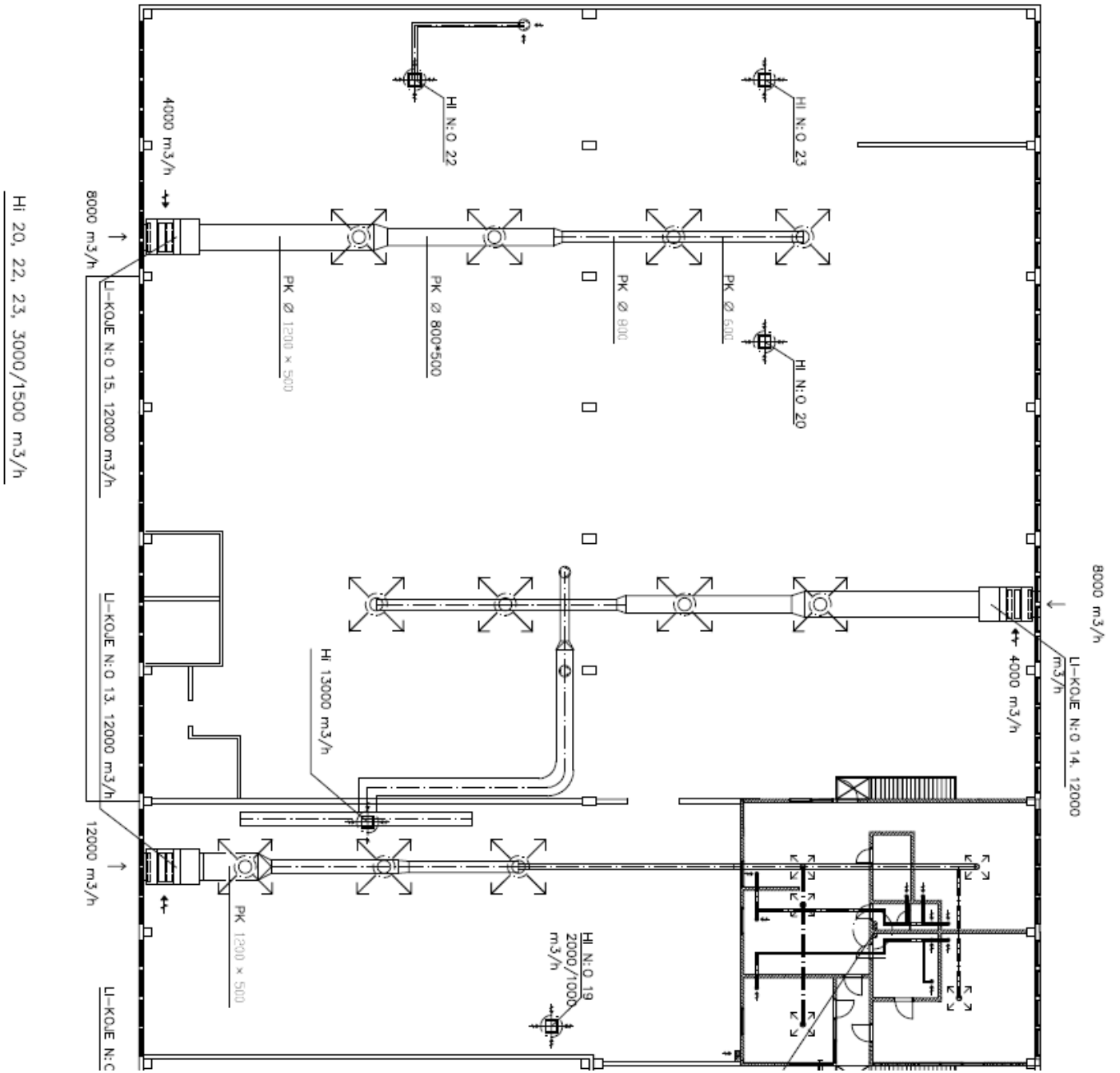
Liite 12. Järjestelmän kustannukset ja korjausohjelma.

Liite 13. Uuden järjestelmän ilmanvaihtopiirustukset.

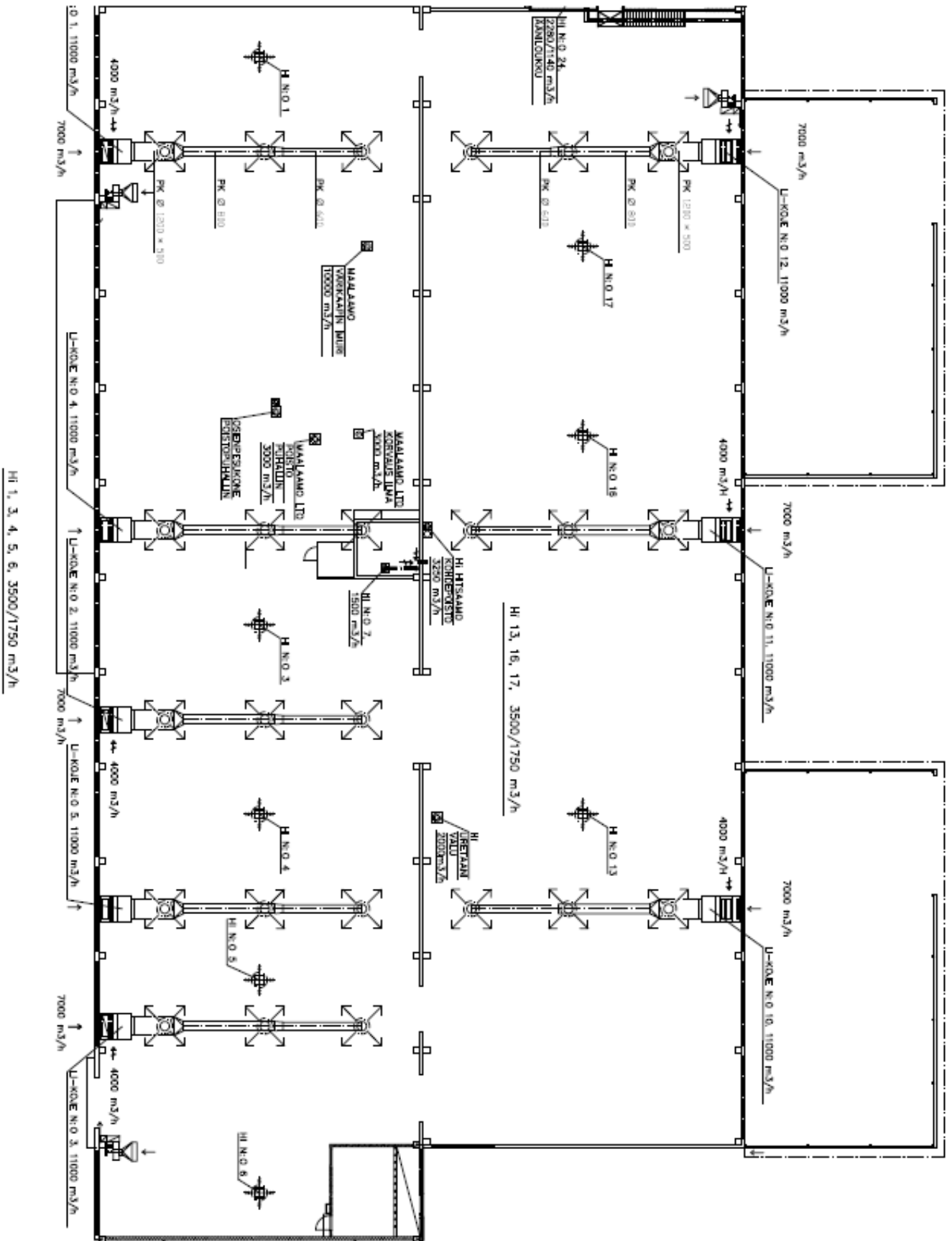


# LIITE 1 Nykyisen järjestelmän ilmanvaihtopiirustukset

## Varusteluosasto



Hitsaamo



## LIITE 2 Mittauspöytäkirja

### MITTAUSPÖYTÄKIRJA

Pvm. 18.1.2013  
Ulkolämpötila -29 °C

Mittalaitteet  
Siipipyörää nemometri: TSI Airflow LCA501  
Kuimalanka-anemometri: TSI Airflow TA460 ja 964 Probe -mittapää

#### Tuloilmakojeet (m/s)

Nro 3	Mitat (x*y): 1200 x 600			Keskianvo
3,7	3,2	3,2	3,4	4,1 m/s
4,5	4,4	4,4	4,2	2,93 m3/s
4,7	4,5	4,4	4,3	10562 m3/h

Nro 2	Mitat (x*y): 1200 x 600			Keskianvo
3,9	3,6	3,8	4,0	4,5 m/s
4,9	4,6	4,9	4,9	3,22 m3/s
5,1	5,1	4,5	4,4	11599 m3/h

Nro 5	Mitat (x*y): 1200 x 600			Keskianvo
3,9	3,4	3,6	3,6	4,2 m/s
4,3	4,4	4,6	4,0	3,01 m3/s
4,7	4,6	4,7	4,3	10822 m3/h

Nro 4	Mitat (x*y): 1200 x 600			Keskianvo
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 m/s
0,0	0,0	0,0	0,0	0,00 m3/s
0,0	0,0	0,0	0,0	0 m3/h

Nro 1	Mitat (x*y):		1200 x 600	
4,1	3,7	4,0	3,7	
5,1	4,9	5,0	5,0	
5,1	4,8	4,7	4,7	

Keskjarvo  
4,6 m/s  
3,29 m3/s  
11837 m3/h

Nro 13	Mitat (x*y):		1500 x 700	
-1,2	-1,0	-1,0	-1,0	
-0,1	0,0	-0,2	-0,4	
0,0	0,0	0,0	0,0	

Keskjarvo  
-0,4 m/s  
-0,43 m3/s  
-1544 m3/h

Nro 15	Mitat (x*y):		1400 x 500	
4,2	3,6	3,4	3,8	
4,9	4,6	4,9	4,9	
5,7	5,8	5,7	5,7	

Keskjarvo  
4,8 m/s  
3,34 m3/s  
12012 m3/h

Nro 14	Mitat (x*y):		1400 x 500 (2kpl)	
0,8	0,9	0,7	1,3	1,2
0,7	0,7	1	1	1,1
0,8	0,8	1	1	1,1
0,7	0,7	0,9	1,1	0,9

Keskjarvo  
0,9 m/s  
1,29 m3/s  
4637 m3/h

Nro 12	Mitat (x*y):		1400 x 500	
0,5	0,5	0,4	0,4	
0,7	0,7	0,6	0,6	
0,7	0,6	0,6	0,4	

Keskjarvo  
0,6 m/s  
0,39 m3/s  
1407 m3/h

Nro 11	Mitat (x*y):		1400 x 500	
0,9	0,9	1,0	1,0	
1,0	1,0	0,9	0,9	
1,0	1,0	1,1	1,1	

Keskjarvo  
1,0 m/s  
0,69 m3/s  
2478 m3/h

Nro 10	Mitat (x*y):	1400 x 500	
-0,7	-0,7	-0,6	-0,7
-0,3	-0,3	-0,3	-0,1
-0,4	0	0	0,3

Keskiarvo

-0,3 m/s

-0,22 m3/s

-798 m3/h

**TULOILMAKOJEET, YHTEENVETO**

Nro 3	2,93 m3/s	Nro 5	3,01 m3/s	<b>Yhteensä</b>	
Nro 2	3,22 m3/s	Nro 4	0,00 m3/s		17,50 m3/s
Nro 1	3,29 m3/s	Nro 13	-0,43 m3/s		63012,30 m3/h
Nro 15	3,34 m3/s	Nro 14	1,29 m3/s		
Nro 12	0,39 m3/s	Nro 11	0,69 m3/s		
Nro 10	-0,22 m3/s				

**Poistoilmakojeeet (m/s)**

Nro 6      400 x 400

Mitat (x*y / Ø):	
5,3	5,9      4,3
4,9	4,0      4,5

Keskisarvo  
4,8    m/s  
0,77   m3/s  
2774   m3/h

Nro 5      Ø 500

Mitat (x*y / Ø):	
4,3	5,8      5,3
5,0	4,1      4,3

Keskisarvo  
4,8    m/s  
0,94   m3/s  
3393   m3/h

Nro 4      400 x 400

Mitat (x*y / Ø):	
9,5	10,0    9,7
9,4	9,6      9,9

Keskisarvo  
9,7    m/s  
1,55   m3/s  
5578   m3/h

Nro 3      400 x 400

Mitat (x*y / Ø):	
1,2	1,4      1,2
1,4	1,2      1,1

Keskisarvo  
1,3    m/s  
0,20   m3/s  
720    m3/h

Nro 1      400 x 400

Mitat (x*y / Ø):	
10,5	10,4    9,1
8,6	10,2    8,5

Keskisarvo  
9,6    m/s  
1,53   m3/s  
5501   m3/h

Nro 17      500 x 500

Mitat (x*y / Ø):	
10,4	9,0      4,3
6,3	5,1      5,1

Keskisarvo  
6,7    m/s  
1,68   m3/s  
6080   m3/h

Nro 16		Mitat (x*y / Ø):		Ø 500		Keskianvo		Nro 13		Mitat (x*y / Ø):		500 x 500		Keskianvo	
4,7	4,3	4,9	4,8	4,7	4,9	4,7	m/s	7,6	4,7	7,5	8,0	6,0	6,0	6,6	m/s
						0,93	m3/s							1,66	m3/s
						3334	m3/h							5970	m3/h
Nro 19		Mitat (x*y / Ø):		500 x 500		Keskianvo		Nro 22		Mitat (x*y / Ø):		500 x 500		Keskianvo	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	m/s	6,5	9,5	5,3	6,7	9,0	4,5	6,9	m/s
						0,00	m3/s							1,73	m3/s
						0	m3/h							6225	m3/h
Nro 23		Mitat (x*y / Ø):		500 x 500		Keskianvo		Nro 20		Mitat (x*y / Ø):		500 x 500		Keskianvo	
5,0	6,2	4,7	5,7	7,6	7,3	6,1	m/s	5,4	8,2	5,9	7,0	7,2	5,7	6,6	m/s
						1,52	m3/s							1,64	m3/s
						5475	m3/h							5910	m3/h

**POISTOILMAKOJEET, YHTEENVETO**

Nro	Mitat (x*y / Ø):	Keskianvo	Yhteensä
Nro 6	0,77 m3/s	0,94 m3/s	0,94 m3/s
Nro 4	1,55 m3/s	0,20 m3/s	14,14 m3/s
Nro 1	1,53 m3/s	1,68 m3/s	50909,74 m3/h
Nro 16	0,93 m3/s	1,66 m3/s	
Nro 19	0,00 m3/s	1,73 m3/s	
Nro 23	1,52 m3/s	1,64 m3/s	

**KOHDEPOISTOT**

MAG runkohitsaus		Mitat: Ø 300		Keskiarvo		Uretaanivalu+hitsaus		Mitat: Ø 300		Keskiarvo	
11,4	12,5	12,7	12,7	12,0	m/s	29,0	25,5	23,3	23,3	25,6	m/s
12,5	11,4	11,2	11,2	0,84	m3/s	25,3	24,9	25,5	25,5	1,81	m3/s
				3041	m3/h					6510	m3/h

**KOHDEPOISTOT, YHTEENVETO**

MAG runkohitsaus 0,84 m3/s  
 Uretaanivalu+hitsaus 1,81 m3/s  
**Yhteensä** 2,65 m3/s  
 9551,07 m3/h

**YHTEENVETO, KAIKKI**

Tulo 17,50 m3/s  
 Poisto 14,14 m3/s  
 Kohdepoisto 2,65 m3/s  
**Tulo / poistosuhde** 1,04

**YHTEENVETO, VARUSTELU**

Tulo 4,20 m3/s  
 Poisto 4,89 m3/s  
 Kohdepoisto 0 m3/s  
**Tulo / poistosuhde** 0,86

**YHTEENVETO, HITSAAMO**

Tulo 13,31 m3/s  
 Poisto 9,25 m3/s  
 Kohdepoisto 2,65 m3/s  
**Tulo / poistosuhde** 1,12

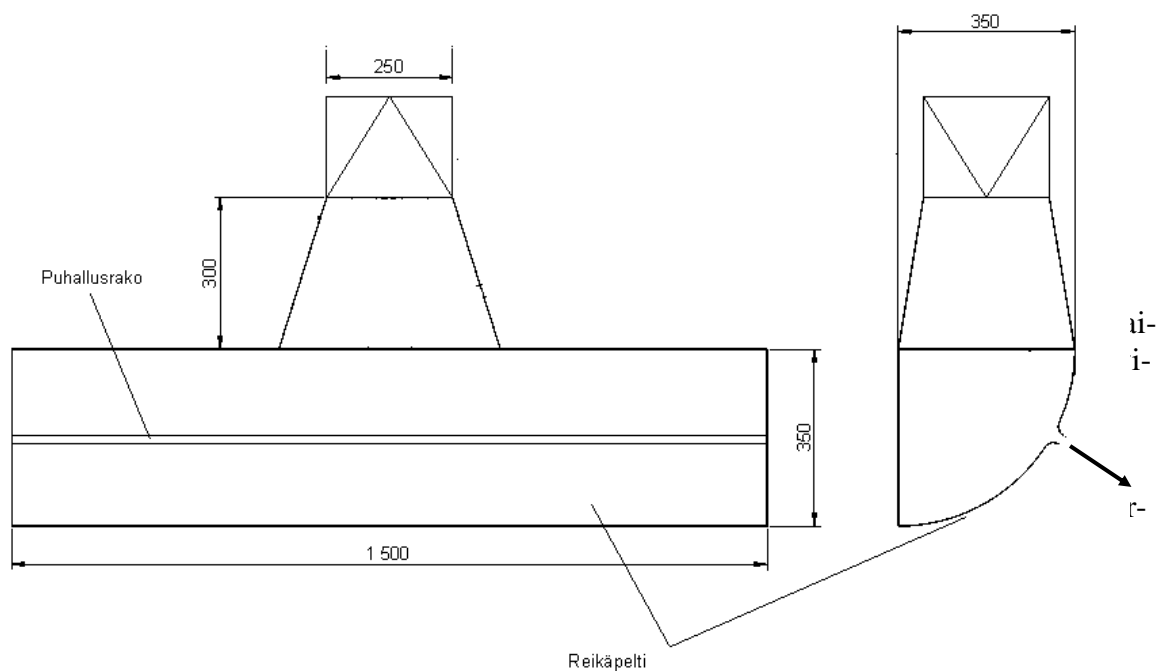


## LIITE 3 Hymy-tuloilmalaitteen tuotekortti

### HYMY-TULOILMALAITE

#### Tuotekuvaus

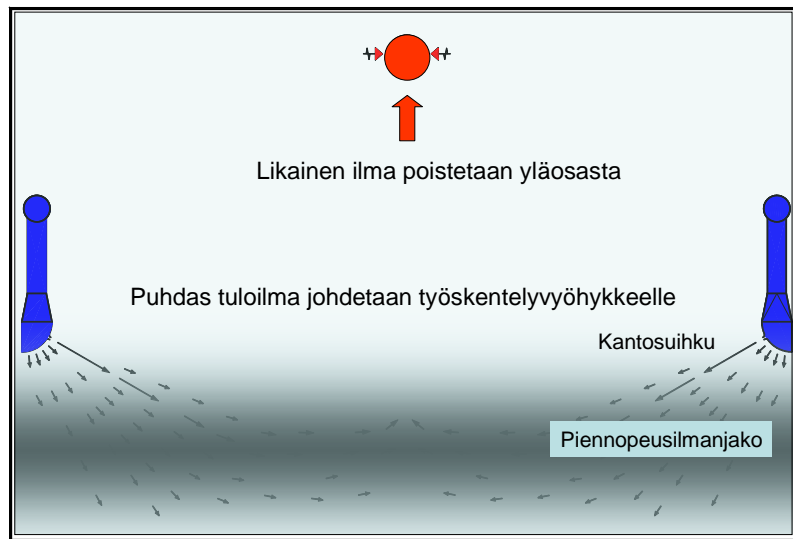
Hymy tuloilmalaite on teollisuuskäyttöön suunniteltu ratkaisu syrjäytysilmanvaihtoon. Se on omiaan vaativissa kohteissa, missä tarvitaan tehokasta huuhteluvaikutusta ja häiriövirtauksille tunteetonta ilmanvaihtoa. HYMYssä on yhdistetty ainutlaatuisesti puhallussuihku piennopeusilmanjakoon, minkä ansiosta puhdas tuloilma voidaan johtaa hallitusti työskentelyvyöhykkeelle huomattavasti pidemmälle kuin perinteisillä piennopeusilmanjakolaitteilla. Tuloilma voi olla jopa ylitämpöistä. HYMY on suunniteltu ripustettavaksi seinälle n. 2,5 – 3 metrin korkeudelle, minkä ansiosta lattiapinta-alaa voidaan käyttää vapaasti.



#### Ominaisuudet

- Tunteeton sisäilman häiriövirtauksille
- Alhainen painehäviö
- Suuri ilmavirta
- Joustava sijoitus
- Ei vie lattiapinta-alaa
- Seinällä suojassa trukkien ym kolhuilta
- Vähämeluinen

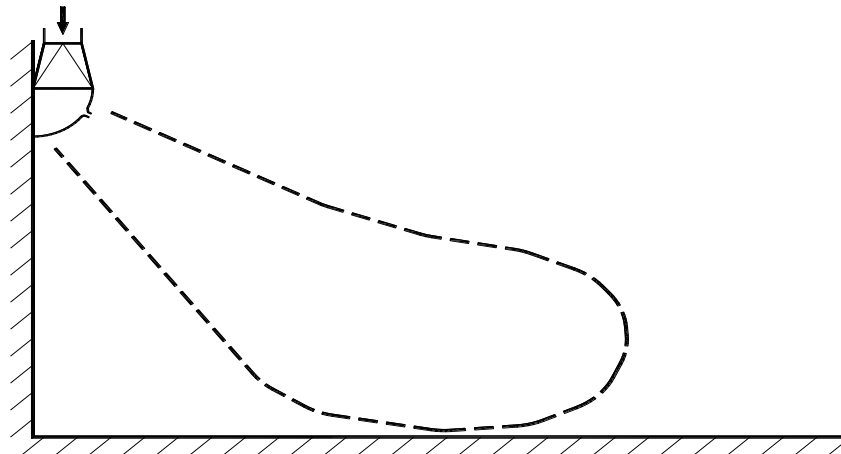
## Toiminta



*HYMY-ilmanvaihtojärjestelmän toimintaperiaate. Puhdas tuloilma huuhtelee työskentelyaluetta ja auttaa johtamaan likaisen poistoilman rakennuksen yläosaan.*

Hymyn toiminta perustuu kahden eri tuloilmanjaon yhdistämiseen. Kantosuihku on rakomainen puhallussuihku kun taas piennopeuksinen syrjäyttävä ilma tulee alhaisella nopeudella rei'itetyn otsapinnan kautta. Puhallussuihkun tehtävänä on ohjata puhdasta tuloilmaa halutulle alueelle. Suihkun liikemäärän avulla puhdasta tuloilmaa saadaan johdettua pidemmälle kuin pelkällä piennopeusilmanjaolla. Ainutkertaisen rakenteensa ansiosta tuloilma voi olla myös ylitämpöistä.

Ratkaisun avulla voidaan tuoda raitisilmaa hallitusti työskentelyvyöhykkeelle. Vapautuvat epäpuhtaudet kulkeutuvat ylös hallin yläosaan, josta likainen ilma poistetaan. Oleskeluvyöhyke pysyy siten koko ajan puhtaampana, kuin sitä ylempänä oleva ilma.

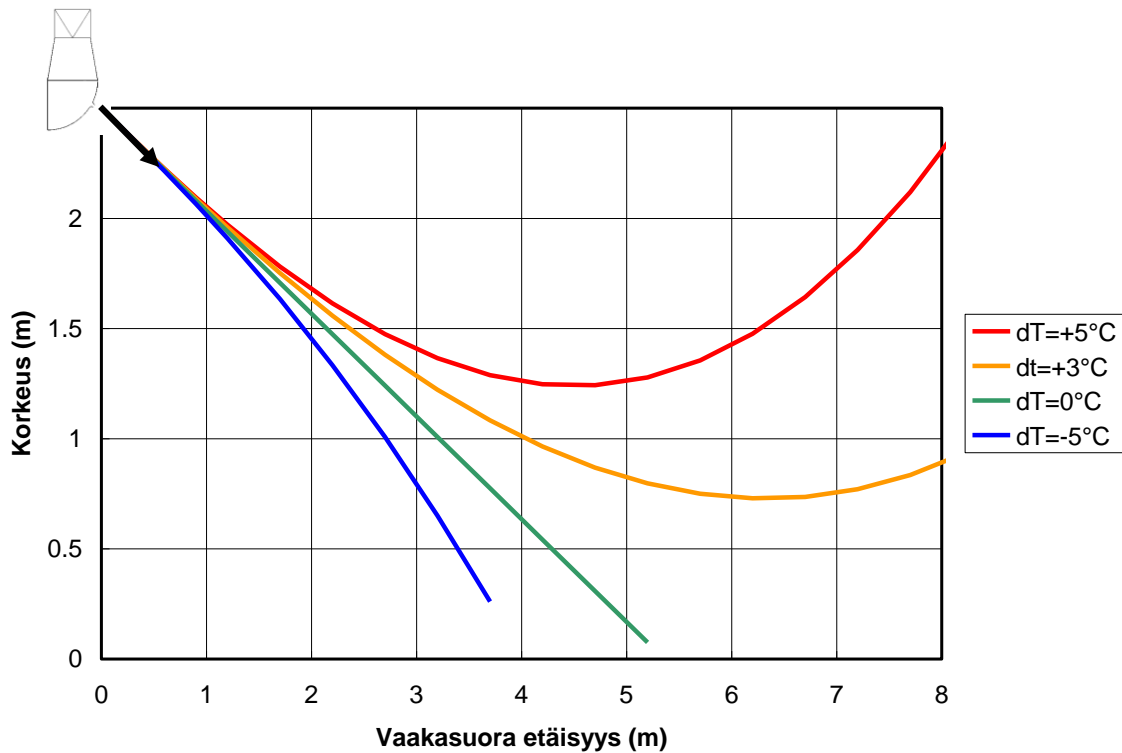


Tasanopeuskäyrä isothermisellä tuloilmalla

## Toiminta-alue

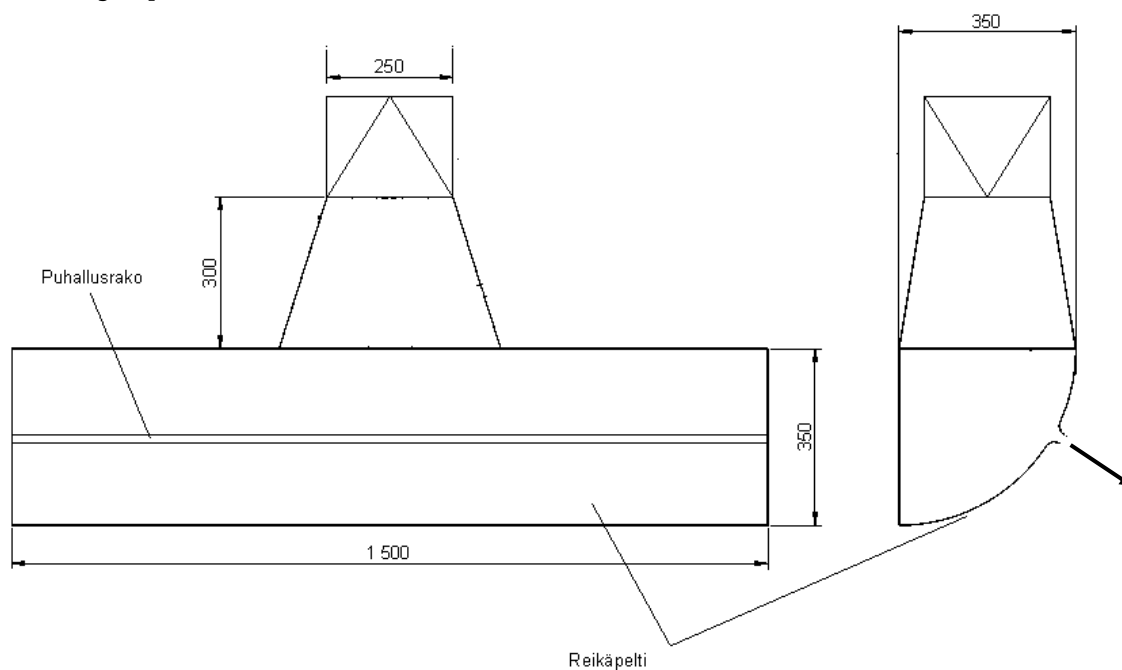
Ilmavirta 150 – 350 l/s. Lämpötilaero -10 .. +5 °C

## Heittokuvio



*HYMY tuloilmalaitteen heittokuvio eri tuloilman lämpötiloilla. Tuloilmavirta 350 l/s.*

## Mitat ja paino



*Hymy tuloilmalaitteen mitat*

Paino: 17 kg

## Materiaali ja pintakäsittely

Kotelo: sinkitty/polttomaalattu teräs

Etulevy: rei'itetty teräslevy

## LIITE 4 BOCa-tuloilmalaitteen tuotekortti

# BOC

Piennopeuslaite BOOSTER-toiminnolla



BOC

### Lyhyesti

- ▶ Ilmalämmitteisiin tiloihin
- ▶ Sähkömoottori tai käsisäätö
- ▶ Korkeisiin tiloihin
- ▶ Ei vie lattiatailaa
- ▶ Sisältyy MagiCAD-tietokantaan

### Pikavalintataulukko

BOC Koko	ILMAVIRTA - ÄÄNITASO		
	30 dB(A)	35 dB(A)	40 dB(A)
200	180	215	250
250	260	300	350
315	375	440	510
400	590	690	790
500	910	1015	1300
630	1400	1600	1800

Tiedot pellin ollessa auki ja huonevaimennuksen ollessa 16 dB.  
(150 m<sup>2</sup> ekvivalenttia absorptioalaa. Taulukon ääniarvot edellyttävät vähintään 4 kanavahalkaisijan pituista suojaetäisyyttä ennen tuloilmalaitetta.)

**Swegon**

## Tekniset ominaisuudet

### Rakenne

BOC on suunniteltu korkeisiin tiloihin, esim. myymälä-, teollisuus- ja urheiluhalleihin. Sen on kahdeksankulmainen ja sen yläosassa lähinnä liitäntäosaa on Swegonin ainutlaatuiset aerodynaamiset suuttimet.

Alaosassa on rei'itetty irrotettava otsalevy. Sen takana on ilmanjakolevy, joka on varustettu Swegonin muuntuvalulla hajotuskuviojärjestelmällä Varizon®.

Suutinosan ja rei'itetyn osan välillä on säätöpelti, jota käytetään joko sähkömoottorilla (1) tai käsin (2). Katso kuva 1.

BOC asennetaan seinälle tai lattialle toimitukseen sisältyvillä sokkeleilla.

### Maateriaali ja pintakäsittely

BOC on valmistettu sinkitystä teräslevystä. Suuttimet on valmistettu ABS-muovista. Koko tuloilmalaitte on poltto-maalattu mattaharmaa RAL 7037. Laitte voidaan toimittaa vaihtoehtoisesti myös seuraavissa vakioväreissä: Valkoalumiini RAL 9006, mattamusta RAL 9005, harmaa alumiini RAL 9007, vakiovalkoinen RAL 9010, valkoinen (signal white) RAL 9003 (NCS 0500), sekä galvanoituuna mallina.

### Mukauttaminen

Vakiokokojen lisäksi laitetta toimitetaan erikoismittaisina. Ota yhteys Swegonin edustajaan lisätietoja varten.

### Lisävarusteet

#### Säädettävä mittayksikkö

CRM1. Säädettävä mittayksikkö ilmamäärän säätöön (4). Katso kuva 1.

#### Pikaliitospanta

FSR. Pikaliitospanta (5). Katso kuva 1.

#### Ohjausyksikkö

VHC. Vaihtaa sekä alilämpöiselle että yllilämpöiselle tuloilmalle tarkoitettujen moottoriohjattujen ilmalaitteiden puhallussuunnan. Ohjaava parametri on tuloilman ja huoneilman välinen lämpötilaero. Katso erillinen VHC-esite (1). Katso kuva 2.

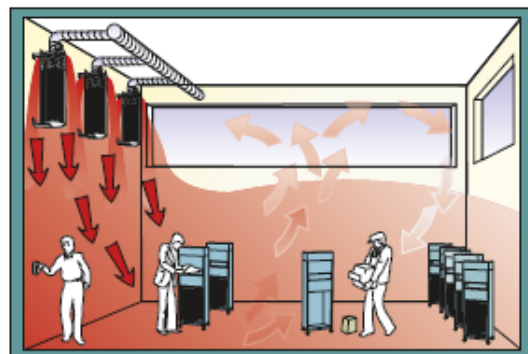
### Asennus

Toimituksen sisältämät kiinnityssokkelit (3) kiinnitetään seinään ja BOC-yksikköön. Katso kuva 1.

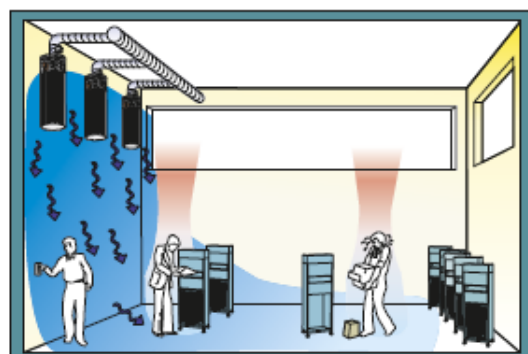
### Käyttö

BOC on suunniteltu asennettavaksi 2,5 – 5 m:n korkeuteen lattiasta laitteen alareunaan mitattuna. Korkeus suhteutetaan laitteen koon, ilmamäärään ja lämpötilan alenemisen mukaan, ks. tekniset tiedot. Säätöpeltiä ohjataan helposti ilmankäsittelykoneen signaalilla, joka kertoo kulloisenkin tuloilman lämpötilan. Ohjaussignaali voidaan saada myös kanava-anturista.

Huomaa että mitoitusohjelmissa ääniarvot on laskettu 150 m<sup>2</sup> vaimennuspinnalla. Kanavaliitostapaan on kiinnitettävä erityistä huomiota ettei äänitaso nouse yli halutun. Katso kuva 4.



Lämmitysperiaate.



Jaähdytysperiaate.

**Säätö**

Ilmavirtausta tasataan säädettävällä mittayksiköllä (4) joka asetetaan BOC:ia edeltävään kanavaan. Kuva 1.

**Huolto**

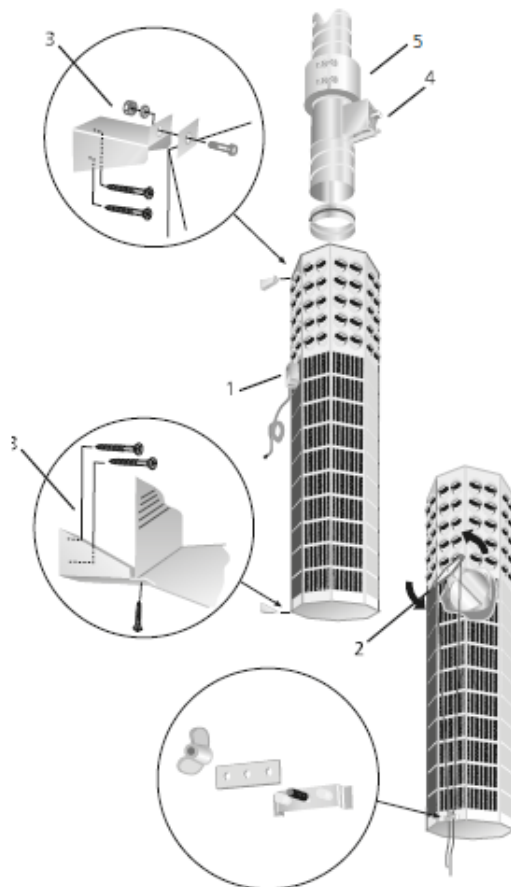
Kanavan pinta puhdistetaan tarvittaessa haalealla vedellä ja astianpesuaineella. Tuloilmalaite puhdistetaan sisäpuolelta irrottamalla rei'itetyt otsalevyt.

**Ympäristö**

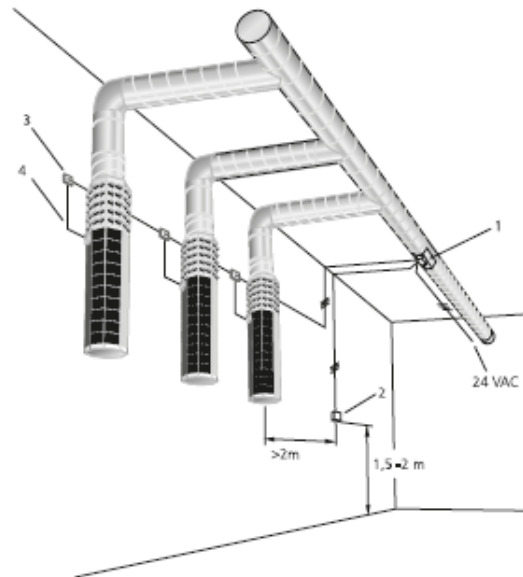
Materiaaliselostus löytyy kotisivuiltamme internetistä, [www.swegon.fi](http://www.swegon.fi).

**Kytkenä**

VHC liitetään 24 V AC syöttöjännitteeseen. Kytkenä tehdään kuvien 2 ja 3 kytkentäkaavioiden mukaisesti.



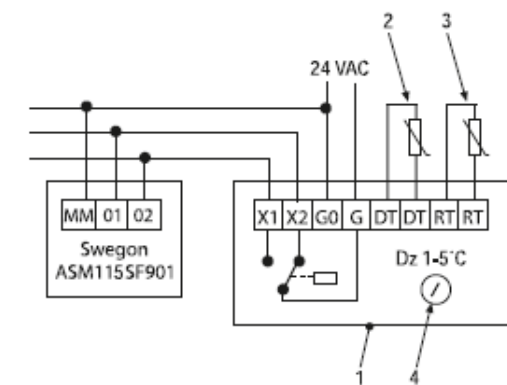
Kuva 1. Asennus.



Kuva 2. BOC ja VHC.

Selitykset kuvaan 2:

- 1 = Kanavalämpötila-anturilla varustettu ohjausyksikkö VHC.
- 2 = Huonelämpötila-anturi.
- 3 = Kytkenärasia, ei sisälly toimitukseen.
- 4 = Kiinteästi asennettu moottorijohto 0,4 m.



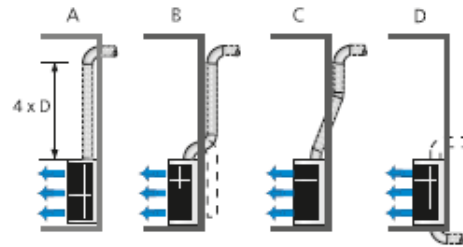
Kuva 3. Kytkenäkaavio esittää kytkentää Sauterin peltimoottorilla varustettuun tuloilmalaitteeseen.

Selitykset kuvaan 3:

- 1 = Ohjausyksikkö VHC.
- 2 = Kanavalämpötila-anturi, sisälly toimitukseen (DT).
- 3 = Huonelämpötila-anturi, sisälly toimitukseen (RT).
- 4 = Vaihtolämpötilan asettelu.

## Tekniset tiedot

- Äänitiedot dB(A) koskevat huonetta, jonka ekvivalentti absorptioala on 150 m<sup>2</sup> äänitaso mitattu 2 m laitteesta. Laite liitetty kanavaan jossa vähintään 4 kanavahalkaisijan pituinen suojaetäisyys ennen tuloilmalaitetta.
- Sähkömoottorin tiedot Sauter ASM 115 SF901  
 Syöttöjännite AC 24 V ±20%, 50...60Hz  
 Syöttöjännite DC 24 V ±20 %  
 Tehon kulutus 4,8 W 8,7 VA  
 Käyntiaika 60/120 sek (50 Hz)



### Taulukko. Kanavaliitännät.

m/s	Kanavaliitännät			
	A	B	C	D
4-5 m/s	+ 2	+ 6	+ 3	+ 3
6-8 m/s	+ 4	+ 10	+ 6	+ 6

Kuva 4. Esimerkkejä miten eri liitostavat vaikuttavat äänenkehitykseen.

Vaikutus äänitasoon (dB) eri kanavaliitännöillä ja ilmannopeuksilla

## Äänitiedot - BOC

### Äänitehotaso $L_w$ (dB)

#### Taulukko $K_{ck}$

Koko BOC	Keskitaajuus (oktaavikaista) Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
200	17	15	16	15	12	2	-12	-14
250	15	17	16	18	11	0	-13	-15
315	15	17	16	18	10	-2	-13	-10
400	18	18	19	16	9	-3	-14	-12
500	18	17	18	16	10	-2	-13	-11
630	19	20	19	16	8	-3	-11	-7
Ero ±	2	2	2	2	2	2	2	2

### Äänenvaimennus $\Delta L$ (dB)

#### Taulukko $\Delta L$

Koko BOC	Keskitaajuus (oktaavikaista) Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
200	16	12	6	2	2	3	5	4
250	15	10	5	2	2	3	4	5
315	14	9	4	1	0	1	2	2
400	10	6	4	1	1	1	1	1
500	8	4	3	1	1	1	1	1
630	6	3	2	1	1	1	0	0
Ero ±	2	2	2	2	2	2	2	2



## Mitoituskäyrästöt – BOC – Tuloilma

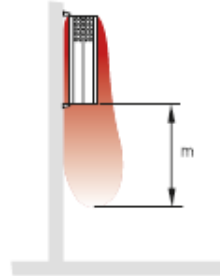
### Ilmavirta – Heittopituus – Lämmitetyt ilmavirrat

- Käyrästöjä ei saa käyttää säätöön.
- Käyrästöt osoittavat ilmavirtauksen tunkeutumissyvyyden huoneessa tuloilmalaitteen alareunasta laskettuna.

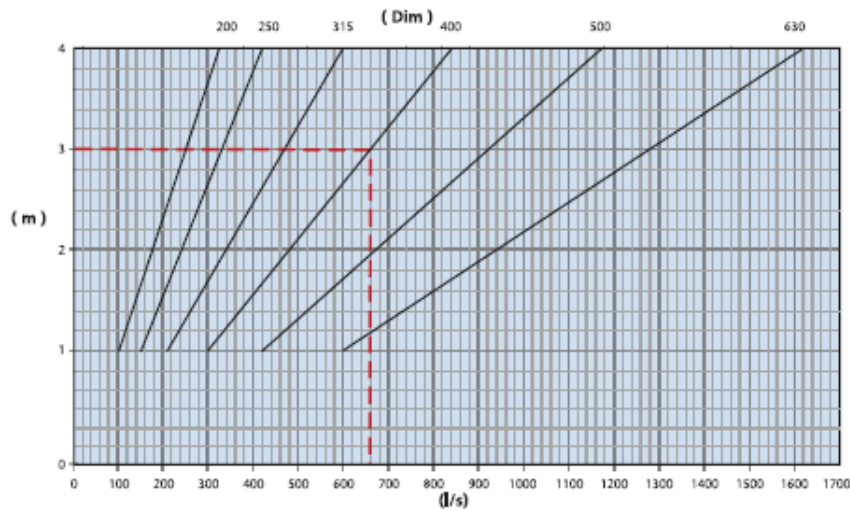
Esimerkki:

BOC 400:n tunkeutumissyvyys on 3,0 m ilmavirtauksella 660 l/s ilman ylälämpötilan ollessa +5 K.

Jos ylälämpötilaksi halutaan +10 K, tunkeutumissyvyyttä pienennetään kertoimella 0,66 eli  $3,0 \text{ m} \times 0,66 = 1,98 \text{ m}$ .

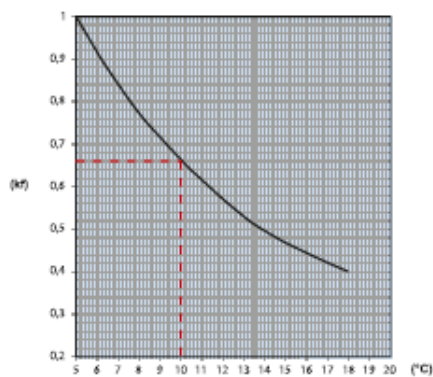


### Käyrästö 1. Tunkeutumissyvyys (m) ylälämpötilassa +5 °C.



BOC

### Käyrästö 2. Korjauskerroin muille ylälämpötiloille (kf)



## Mitoituskäyrästöt – BOC – Tuloilma - Asennus seinään

### Ilmavirta – Lähivyöhyke – Alilämpöiset ilmavirrat

- Käyrästöjä ei saa käyttää säätöön.
- Käyrästöt esittävät lähivyöhykettä  $a_{0,20}$  ja  $b_{0,20}$  erikokoisilla tuloilmalaitteilla, ilmavirtauksilla ja asennuskorkeuksilla. Lähivyöhyke tarkoittaa etäisyyttä ilmasuihkun nopeusrajapintaan ilmannopeudella 0,2 m/s ilmoitetulla  $\Delta t$ -arvolla.  $\Delta t$  on tässä tapauksessa 1,2 m:n korkeudella lattiasta mitatun huoneilman lämpötilan ja tuloilman lämpötilan erotus, ts. ei poisto- ja tuloilman lämpötilan erotus.
- Esimerkki:  
Päätä asennuskorkeus ja laitteen koko. BOC 315, asennuskorkeus joko 3,2 m  
4 m lähivyöhyke  $a_{0,20}$  &  $b_{0,20}$  ilmavirtauksella 240 l/s  
6 m lähivyöhyke  $a_{0,20}$  &  $b_{0,20}$  ilmavirtauksella 360 l/s
- Muunkokoisista lähivyöhykkeistä voidaan käyttää kaavaa:

$$\frac{q_x}{a_{0,2x}} = \frac{q_{0,2x}}{a_{0,2x}} \quad \text{tai} \quad \frac{q_x}{b_{0,2x}} = \frac{q_{0,2x}}{b_{0,2x}}$$

$q_x$  = valittu ilmavirta

$a_{0,2x}$  = valittu lähivyöhyke

$q_x$  = tunnettu ilmavirta

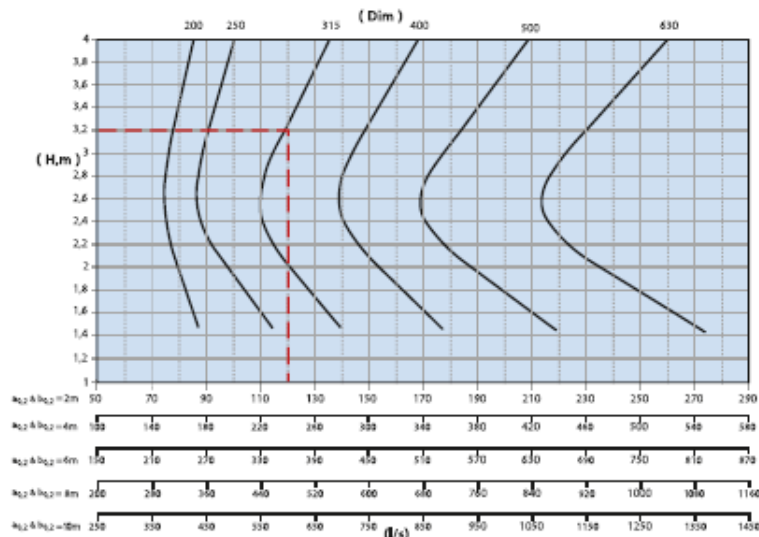
$a_{0,2x}$  = tunnettu lähivyöhyke

- Esimerkki:  $\frac{450}{a_{0,2x}} = \frac{360}{6} = a_{0,2x} = 7,5 \text{ m}$

- Tiedot arvolla  $\Delta t = -6 \text{ K}$  lasketaan seuraavasti:  
 $a_{0,2x} \Delta t = 3 \text{ K} \cdot 1,25$

$$^1) a_{0,2x} = b_{0,2x}$$

### Käyrästö 3. Lähivyöhyke – Seinään asennettu laite ( $\Delta t = 3 \text{ K}$ ).



## Mitoituskäyrästöt - BOC - Tuloilma - Asennus vapaasti kattoon

### Ilmavirta - Lähivyohyke - Alilämpöiset ilmavirrat

- Käyrästöjä ei saa käyttää säätöön.
- Käyrästöt esittävät lähivyohykettä  $a_{0,20}$  erikokoisilla tuloilmalaitteilla, ilmavirtauksilla ja asennuskorkeuksilla.
- Lähivyohyke tarkoittaa etäisyyttä ilmasuihkun nopeusrajapintaan ilmannopeudella 0,2 m/s ilmoitetulla  $\Delta t$ -arvolla.  $\Delta t$  on tässä tapauksessa 1,2 m:n korkeudella lattaiasta mitatun huoneilman lämpötilan ja tuloilman lämpötilan erotus, ts. ei poisto- ja tuloilman lämpötilan erotus.
- Esimerkki:  
Päätä asennuskorkeus ja laitteen koko. BOC 315, asennuskorkeus joko 3,4 m  
4 m lähivyohyke  $a_{0,20}$  ilmavirtauksella 500 l/s  
6 m lähivyohyke  $a_{0,20}$  ilmavirtauksella 750 l/s
- Muunkokoisissa lähivyohykkeissä voidaan käyttää kaavaa:

$$\frac{q_v}{a_{0,2x}} = \frac{q_{v0,2}}{a_{0,2}}$$

$q_v$  = valittu ilmavirta

$a_{0,2x}$  = valittu lähivyohyke

$q_{v0,2}$  = tunnettu ilmavirta

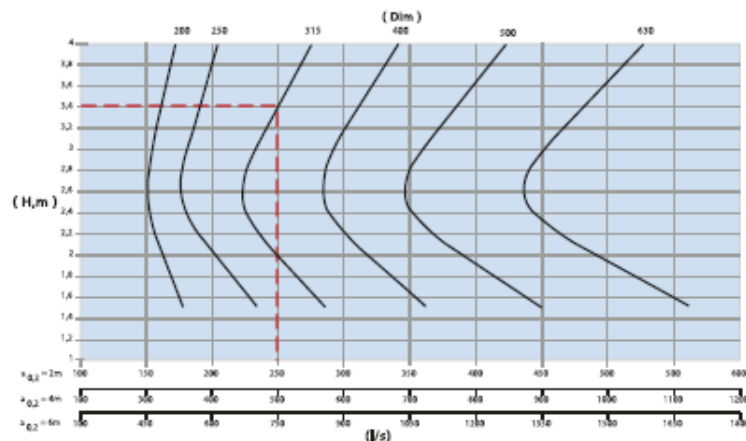
$a_{0,2}$  = tunnettu lähivyohyke

- Esimerkki:

$$\frac{950}{a_{0,2x}} = \frac{750}{6} = a_{0,2x} = 7,6 \text{ m}$$

- Tiedot arvolla  $\Delta t = -6 \text{ K}$  lasketaan seuraavasti:  
 $a_{0,20} \Delta t = 3 \text{ °C} \cdot 1,25$

### Käyrästö 4. Lähivyohyke – Vapaasti asennettu laite ( $\Delta t = 3 \text{ K}$ ).

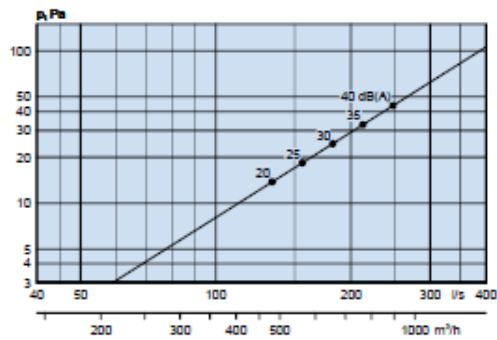


### Mitoituskäyrät - BOC

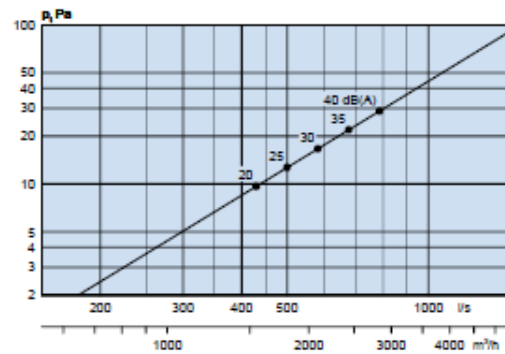
#### Ilmavirtaus – Painehäviö – Äänitaso

- Käyrästä ei saa käyttää säätöön.
- Käyrästä esitetyt tiedot ovat 150 m<sup>2</sup> vaimennuspinnalla, mittaus 2 m laitteesta. Laite liitetty kanavaan jossa vähintään 4 kanavahalkaisijan pituinen suojaetäisyys ennen tuloilmalaitetta
- dB(C) arvo on yleensä 6-9 dB korkeampi kuin dB(A) arvo.
- Käyrästä mittaviiva koskee avointa apupeltiä. Pellin ollessa kiinni äänitaso kohoaa noin 5 dB ja kokonaispaine noin 8 Pa.

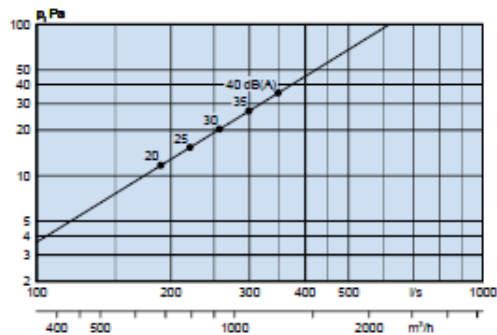
BOC 200



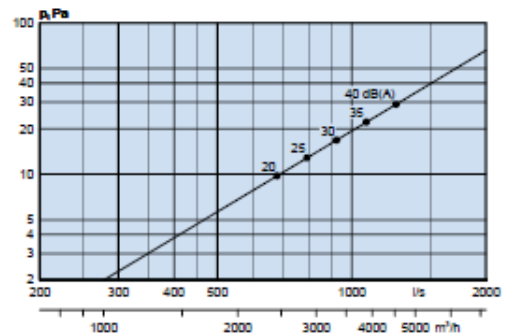
BOC 400



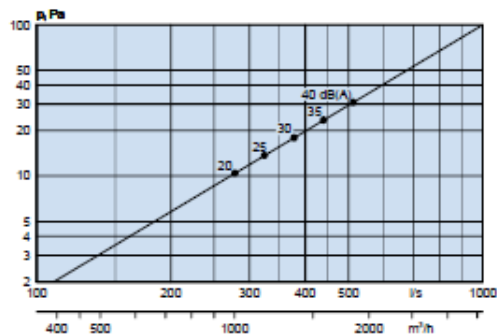
BOC 250



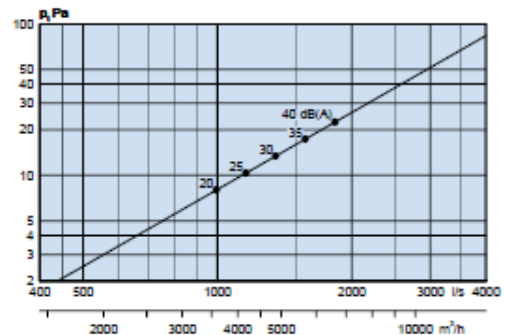
BOC 500



BOC 315



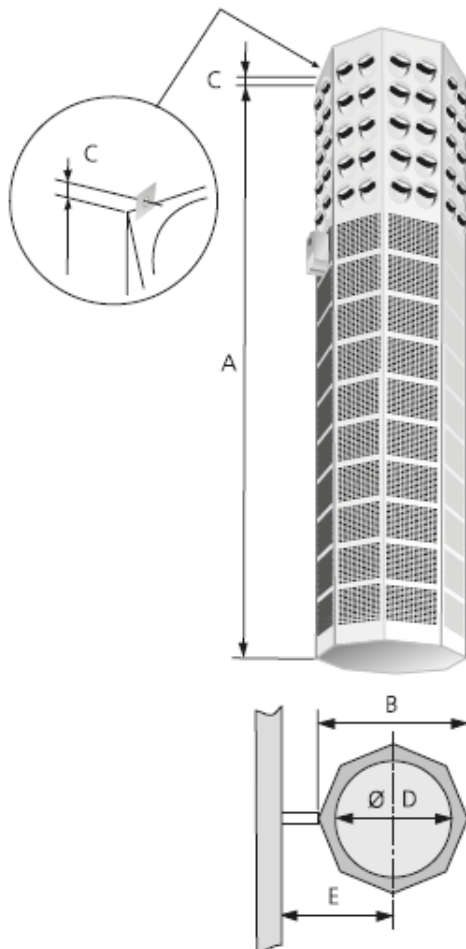
BOC 630



## Mitat ja paino

## BOC

Koko	A	B	C	ØD	E	Paino, kg
200	1300	320	17	200	264	18.0
250	1400	353	17	250	281	21.0
315	1500	381	17	315	295	23.0
400	1600	464	17	400	336	29.0
500	1800	612	17	500	410	35.0
630	2000	762	17	630	485	45.0



Kuva 5. BOC.

## Erittely

## Tuote

Kaksitoiminen tuloilmalaite, jossa Booster-toiminto	BOC	a	-aaa	-b
Versio:				
Koko:	200, 250, 315, 400, 500, 630			
Sähkömoottorikäyttö: 1 (moottori Sauter ASM115 SF901 sisältyy)				
Manuaalikäyttö, MDB: 2				

## Lisävarusteet

Säädettävä mittayksikkö	CRM	c	-a	-bbb	-c		
Versio							
Tyyppi: 1							
Koko:	200, 250, 315, 400, 500, 630						
Ohjauslaitteen: 1 = Manuaalinen pelti kahva							
Ohjausyksikkö					VHC	a	
Versio:							
Pikaliitospanta					FSR	c	-aaa
Versio:							
Koko:	160, 200, 250, 315, 400, 500						

## Laitokuvaus

Swegonin kahdeksankulmainen piennopeuslaite, jossa on sisäänrakennettu vaihtopelti tyyppiä BOC Booster, sisältäen seuraavat toiminnot:

- Säädettävä hajotuskuvio ja lähivyöhyke
- Ei tukkeudu
- Sopii sekä ali- että ylälämpimälle tuloilmalle
- Ripustuskiinnikkeet
- Sisäänrakennettu ilmavirtauksen säädin
- Puhdistettava
- Jauhemaalattu tummanharmaaksi RAL 7037

## Lisätarvikkeet:

Säädettävä mittayksikkö:	CRMc 1 - aaa - 1	xx kpl
Koko:	BOCa aaa - b	xx kpl

## LIITE 5 USR-poistoilmasäleikön tuotekortti

USR Säleikkö



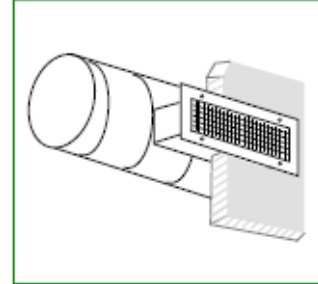
USR säleikkö on tarkoitettu poistoilmalaitteeksi. Säleikkö voidaan asentaa seinään tai kattoon. Se voidaan kiinnittää myös liitäntälaatikkoon TGE. Lisävarusteena on saatavissa myös säätöosa S.

### Pikavalinta

tuloilma ilman liitäntälaatikkoa

Koko (BxH)	Liitäntä TGE kanavaan, Ø mm	Ilmavirta l/s(m <sup>3</sup> /h) äänitasoon oleskelu		
		25 dB(A)	30 dB(A)	35 dB(A)
USR200-100	125	50	58 (209)	67
USR300-100	160	85	98 (353)	120
USR400-100	160	100	120 (432)	140
USR500-100	200	130	150 (540)	170
USR600-100	250	175	200 (720)	225
USR800-100	250	220	250 (900)	290
USR1000-100	250	290	330 (1188)	375
USR300-150	200	130	150 (540)	170
USR400-150	250	175	200 (720)	225
USR500-150	250	220	250 (900)	290
USR600-150	250	250	280 (1008)	330
USR800-150	315	400	400 (1440)	450
USR1000-150	315	480	480 (1728)	540
USR400-200	250	250	280 (1008)	330
USR500-200	315	290	330 (1188)	375
USR600-200	315	350	400 (1440)	450
USR800-200	315	420	480 (1728)	540
USR1000-200	315	500	580 (1980)	760

## USR Säleikkö



### Tuotetiedot

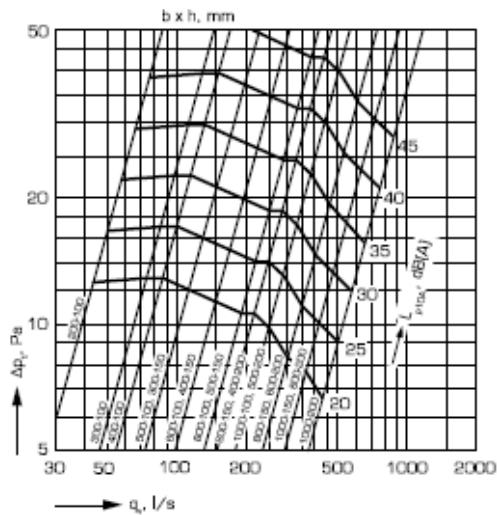
- Tarkoitettu poistoilmalaitteeksi
- Liitäntälaatikolla tai ilman
- Säätöosa lisävarusteena

### Tuotemerkintäesimerkki

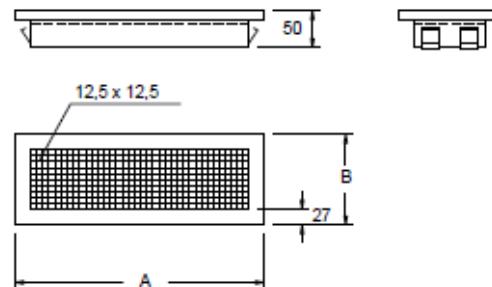
Säleikkö USR-600-100  
Liitäntälaatikko TGE-600-100-A  
Säätöosa S-600-100

## Ilmavirta, painehäviö, äänitiedot, mitat ja painot

### Valintakäyrästä



### Mitat ja painot



Koko	A	B	Paino, kg
200-100	221	121	0,36
300-100	321		0,45
400-100	421		0,54
500-100	521		0,63
600-100	621		0,72
800-100	821		0,90
1000-100	1021		1,09
300-150	321	171	0,53
400-150	421		0,63
500-150	521		0,74
600-150	621		0,85
800-150	821		1,06
1000-150	1021		1,27
400-200	421	221	0,72
500-200	521		0,85
600-200	621		0,97
800-200	821		1,21
1000-200	1021		1,46

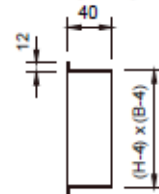
### Äänenvaimennus

Säleikkö ilman liitännälaitteita / säätölappää

Koko	Äänenvaimennus ΔL (dB)						
	Oitaavikaistan keskitäajuus (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
200-100	10	6	2	-	-	-	-
300-100	9	4	2	-	-	-	-
400-100	8	4	1	-	-	-	-
500-100	7	3	1	-	-	-	-
600-100	6	3	1	-	-	-	-
800-100	5	2	-	-	-	-	-
1000-100	4	1	-	-	-	-	-
300-150	8	4	1	-	-	-	-
400-150	7	3	1	-	-	-	-
500-150	6	3	1	-	-	-	-
600-150	5	2	-	-	-	-	-
800-150	4	1	-	-	-	-	-
1000-150	3	1	-	-	-	-	-
400-200	5	2	-	-	-	-	-
500-200	5	2	-	-	-	-	-
600-200	4	1	-	-	-	-	-
800-200	3	1	-	-	-	-	-
1000-200	3	1	-	-	-	-	-
Tot. ±	3	2	2	2	2	2	3

USR:n keskimääräinen äänenvaimennus kanavasta huoneeseen saadaan oheisesta taulukosta.

### Kiinnityskehys K

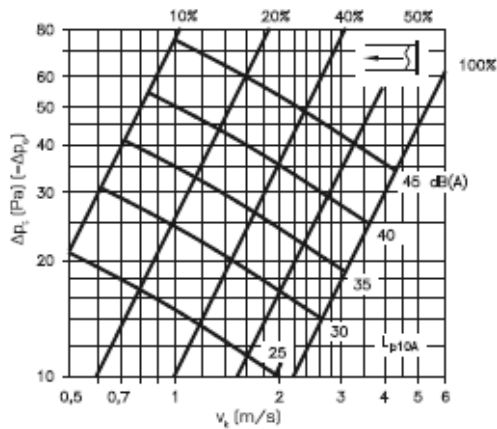


### Säätöosa S



## Säätöosa, laskentaesimerkki

### Säätöosa S, poistoilma



Säätöosan äänitaso:

$$L_{p10A_s} = L_{p10A} + K_A$$

Otsapintanopeus:  $v_k = (q_v / (B \times H)) [(m^3/s)/m^2]$

Otsapinnan ( $A_k$ ) vaikutus äänitasoon:

$A_k = B \times H$	0,03	0,06	0,12	0,2	0,4	$m^2$
$K_A$	$\pm 0$	+3	+8	+11	+15	dB

Säleikön ja säätöosan yhteinen äänitaso:

Säleikön ja säätöosan äänitasojen erotus	0 - 1	2 - 3	4 - 9	$\geq 10$	dB
Lisäys suurempaan äänitasoon	3	2	1	0	dB

### Laskentaesimerkki

1. Ilmantarve on 150 l/s.
2. Huoneen äänitasovaatimus  $L_{pA} \leq 50$  dB(A).
3. Varmistettava, että kanavistoa voidaan säätää.

Ratkaisu:

1. Valitaan säleikkö USR-600-100.
2. Lasketaan sallittu äänitaso  $L_{A10}$  ottaen huomioon todellinen huonevaimennus ja muut huoneessa olevat laitteet, esim. 44 dB(A).

3. Säätöosaa S käytettäessä saadaan:

$$v_k = [(0.15 \text{ m}^3/\text{s}) / (0.6 \times 0.10 \text{ m}^2)] \approx 2.5 \text{ m/s}; A_k = 0.06 \text{ m}^2$$

$$\rightarrow K_A = +3 \text{ dB}$$

Sallittu äänitaso säätöosaan:

$$L_{A10} = 44 - 3 = 41 \text{ dB(A)}.$$

Säleikön ja säätöosan äänitasojen ero on 41 - 21 = 20 dB (Säleikkö ei tässä tapauksessa lisää kokonaisäänitasoa).

Paineensäätöalue säätöosaa S käytettäessä on  $\Delta p_1 = 35$  Pa.



## Rakenne, materiaali, asennus, tuotemerkintä

### Rakenne

USR säleikkö on tarkoitettu poistoilmalaitteeksi. Säleikkö voidaan asentaa seinään tai kattoon. Se voidaan kiinnittää myös liitälataatikkoon TGE. Lisävarusteena on saatavissa myös säätöosa S. USR:ssä on kehys ja kiinteät ruudukkolamellit.

Asennusaukon mitat (BxH, mm) on ilmoitettava tilauksen yhteydessä. Säleikköjen kokoporrastus on leveyssuunnassa 100 mm ja korkeussuunnassa 50 mm, mitta-alueella 200x100 ... 1000x200. Suurempia kokoja on myös saatavissa. Säleiköt, joiden leveys B>1200 ja/ tai korkeus H>600 kootaan useammista säleiköistä (ns. modulimitoitus). Säätöosan S maksimikorkeus on 600 mm. Säätöosat, joiden leveys B>>600 kootaan useammista osista.

### Materiaali ja pintakäsittely

USR säleikön ruudukkolamellit ja kehys on valmistettu alumiinista. Kiinnityskehys K ja säätöosa S on valmistettu kuumasinkitystä teräslevystä, paitsi säätösäleet, jotka ovat alumiinia.

Säleiköt on polttomaalattu. Vakiöväri on valkoinen, RAL-9010.

### Asennus

Säleikkö voidaan asentaa kiinnityskehukseen K tai liitälataatikkoon TGE. Kiinnityksessä käytetään jousia (kaikki koot) tai ruuvinreikiä (koot B ≥ 600 tai H ≥ 300).

### Ohjeet

Asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet toimitetaan jokaisen tuotteen mukana. Ohjeet ovat saatavana myös internetissä sivuilta [www.flaktwoods.fi](http://www.flaktwoods.fi).

### Tekniset tiedot ja mitoitus

Jotta mitoitus voitaisiin suorittaa täydellisesti, kannattaa käyttää Fläkt Woodsin tuotevalintaohjelmaa. Lisätietoja lähimmästä myyntikonttorista.

### Tuotemerkintä

#### Säleikkö

USR-aaaa-bbb

Leveys, mm (aaaa)

Korkeus, mm (bbb)

#### Säleikkö kiinnityskehyksellä

USR-aaaa-bbb-K

Leveys, mm (aaaa)

Korkeus, mm (bbb)

Kiinnityskehys asennettuna (K)

#### Lisävarusteet

##### Liitälataatikko

TGE-aaaa-bbb-c

Säleikköliitännän leveys, mm (aaaa)

Säleikköliitännän korkeus, mm (bbb)

##### Liitännävaihtoehto (c)

A = sivulta

B = takaa

C = ylhäältä / alhaalta

##### Kiinnityskehys

K-aaaa-bbb

Leveys, mm (aaaa)

Korkeus, mm (bbb)

##### Säätöosa

S-aaaa-bbb

Leveys, mm (aaaa)

Korkeus, mm (bbb)

## LIITE 6 Lumikilpi-ulkosäleikön tuotekortti

# Jeven

Rakennukseen DECO AIR Ilman sisäänotto

[www.jeven.fi](http://www.jeven.fi)

## LumiKilpi

Raittiin ilman sisäänottoon  
ilmanottoaukkojen suojaksi

### Käyttö ja toiminta

*LumiKilpi* on tarkoitettu ilman sisäänottoaukkojen suojaksi estämään lumen ja veden pääsy rakennukseen. Profiili- ja kammiorakenteen ansiosta lumi (tuulen nopeus alle 3 m/s) ja vesi erottuvat tehokkaasti ilmavirrasta. *LumiKilven* pää-asiallinen materiaali alumiini, joka osaltaan merkitsee jäätymisvapaata rakennetta. Ilman sisäänotto tapahtuu osaltaan myös lumikilven sivuilta ja pohjasta. Katto-osa on kalteva ulospäin. Pohjaosa on rei'itettyä alumiinia, *LumiKilpi* mitoitetaan vähintään 600 mm korkeammaksi ja leveämmäksi kuin seinässä oleva ilman sisäänottoaukko.

Lumikilven vedenerotusaste 1,2 m/s otsapintanopeudella on yli 99,8 % (VTT:n mittausraportti 5.5.2003).

### Aineet ja pintakäsittely

*Lumikilven* materiaali on happomaalilla pohjamaalattu alumiini. Pintamaalaus (RAL-värit) kaksikerroksinen, ruosteenestopigmentoitu polyuretaani 2-komponenttimaali.



### Tuotemerkintä

Sade- ja lumisuoja	Lumikilpi - 3800 x 1800
Tuote	_____
Leveys	_____
Korkeus	_____

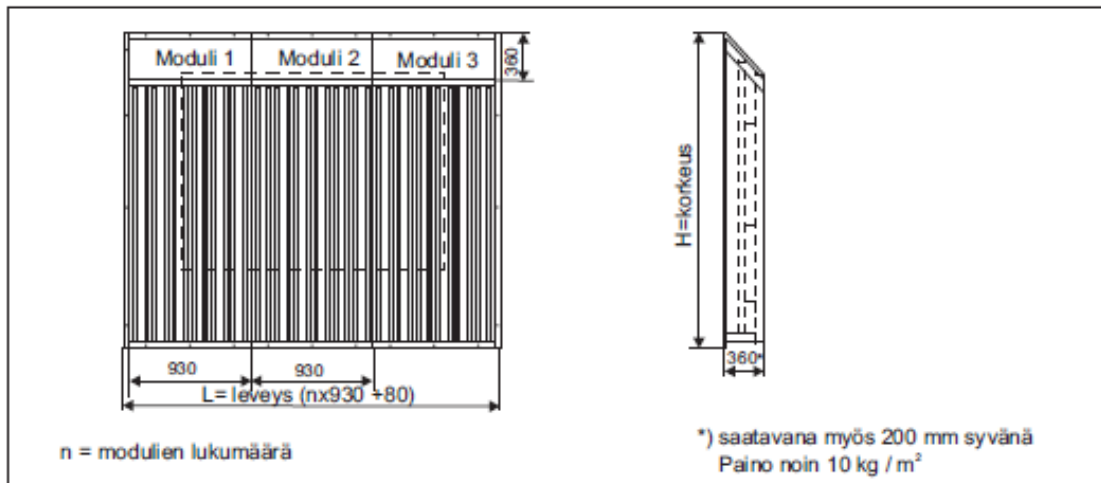
# Jeven

*Lumikilpi*

*Fidätämme oikeudet muutoksiin*

**sivu**  
**7.23**

## Mittatiedot



## Valintataulukko

Ilman nopeus seinässä olevassa aukossa max. 2 m/s. Painehäviö maksimi-ilmavirralla n. 12 Pa

Lumikilven leveys(mm) x korkeus(mm)	Max. Ilmavirta m <sup>2</sup> /s	Kanava-aukon suositeltava koko( mm x mm)	Lumikilven leveys(mm) x korkeus(mm)	Max. Ilmavirta m <sup>2</sup> /s	Kanava-aukon suositeltava koko( mm x mm)
1010x1200	1,0	500x800	5660x2100	9,2	4500x1000
1940x1200	1,7	1300x500	6590x2100	10,8	5000x1000
2870x1200	2,6	2000x500	7520x2100	12,4	6000x1000
3800x1200	3,5	2700x500	8450x2100	13,5	6500x1000
4730x1200	4,4	3400x500	9380x2100	15,2	7000x1000
5660x1200	5,2	4000x500			
6590x1200	6,1	4700x500	1010x2400	1,7	500x1500
7520x1200	7,0	5400x500	1940x2400	3,5	1100x1300
8450x1200	7,8	6000x500	2870x2400	5,2	1600x1300
9380x1200	10,0	6700x500	3800x2400	7,0	2100x1300
			4730x2400	8,7	3400x1000
1010x1500	1,1	500x800	5660x2400	10,5	4500x1000
1940x1500	2,2	1300x700	6590x2400	12,0	5000x1000
2870x1500	3,3	1800x700	7520x2400	13,7	6000x1000
3800x1500	4,4	2500x700	8450x2400	15,2	6500x1000
4730x1500	5,4	3000x700	9380x2400	16,3	7000x1000
5660x1500	6,5	3600x700			
6590x1500	7,7	4300x700	1010x2700	1,9	500x1800
7520x1500	8,7	4800x700	1940x2700	3,9	1000x1500
8450x1500	9,7	5400x700	2870x2700	5,7	1500x1500
9380x1500	10,6	6000x700	3800x2700	7,8	2000x1500
			4730x2700	9,7	2500x1500
1010x1800	1,3	500x1200	5660x2700	11,7	4000x1200
1940x1800	2,6	1000x1000	6590x2700	13,5	6000x1200
2870x1800	3,9	2200x700	7520x2700	15,8	6000x1200
3800x1800	5,2	3000x700	8450x2700	17,1	6500x1200
4730x1800	6,5	3600x700	9380x2700	19,0	7000x1200
5660x1800	7,7	3600x700			
6590x1800	9,0	4800x700	1010x3000	2,2	500x2000
7520x1800	10,4	5800x700	1940x3000	4,0	1000x2000
8450x1800	11,2	6500x700	2870x3000	6,4	1600x1600
9380x1800	12,5	7200x700	3800x3000	8,7	2200x1600
			4730x3000	10,6	2800x1600
1010x2100	1,5	500x1300	5660x3000	13,0	4000x1600
1940x2100	3,1	1000x1300	6590x3000	15,0	4000x1600
2870x2100	4,6	1500x1300	7520x3000	16,8	5000x1600
3800x2100	6,2	2000x1300	8450x3000	19,0	5000x1600
4730x2100	7,7	3300x1300	9380x3000	21,0	6000x1600



### LumiKilpi

Raittiin ilman sisäänottoon  
ilmanottoaukkojen suojaksi

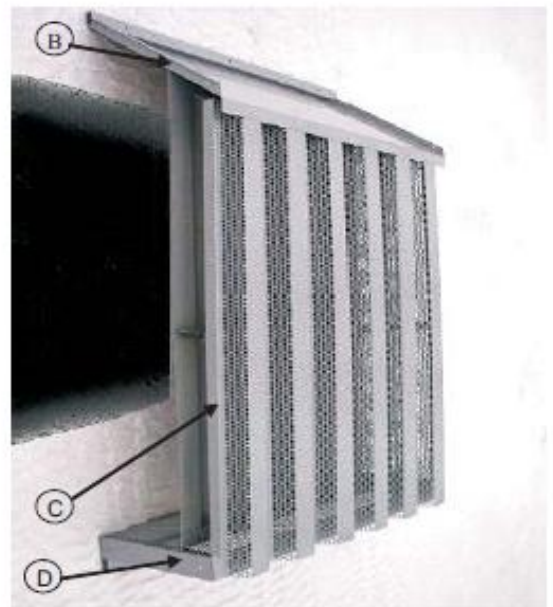
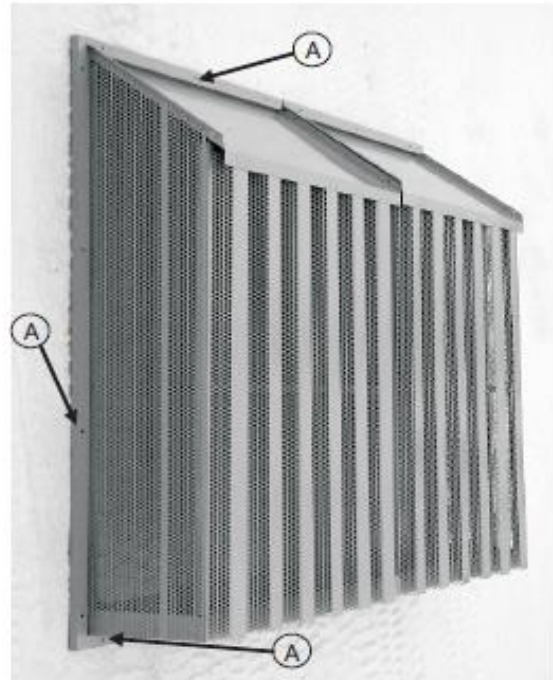
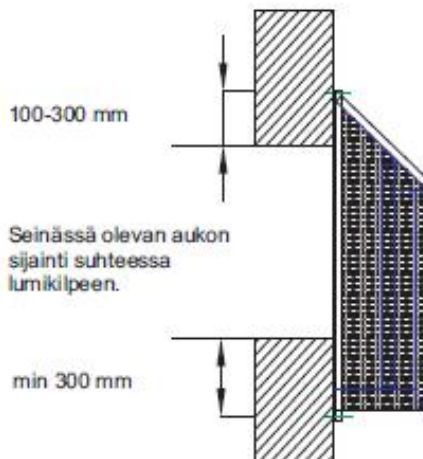
Määritä ja merkitse LumiKilven sijainti suhteessa seinässä olevaan aukkoon.  
Tarvittavat ylitkset: alareuna > 300 mm, yläreuna 100-300 mm ja sivut > 300 mm.

1. LumiKilpi kiinnitetään ruuveilla kiinnitysprofiilista (A) seinään.  
(Kiinnitykseen tarvittavat ruuvit,  $\varnothing 8$  mm, eivät sisälly toimitukseen).
2. Katon ja pohjan kiinnitysprofiilit asennetaan sisäkkäin.



3. Moduilit (H x 930mm) kiinnitetään pulteilla yhteen katosta (B), moduulien välistä kiinnityslistasta (C) ja pohjasta (D).

Moduulit voidaan asentaa yhteen myös ennen seinään kiinnittämistä.  
Moduulien yhdistämisessä tarvittavat pultit,  $\varnothing 6$  mm, sisältyvät toimitukseen.



## LIITE 7 Dragon-ulospuhallushajottimen tuotekortti

# Jeven

Rakennuksesta DECO AIR ilman ulospuhallus

[www.jeven.fi](http://www.jeven.fi)

## Dragon

### Käyttö ja toiminta

Dragon-ulospuhallushajotin on tarkoitettu suurten poistoilmavirtojen ulospuhallukseen rakennuksesta. Dragon sijoitetaan rakennuksen tasakatolle. Dragonin tuoterakenteen ansiosta jäteilma puhalletaan **erittäin suurella nopeudella**, mutta pienellä painehäviöllä suoraan ylöspäin.

Dragonin tuoterakenteeseen kuuluu kaareva, lämpö- ja äänieristetty kansiosa, irrottavalla verkolla varustettu ulospuhallusosa ja säädettävät tukijalat. Tuoterakenne mahdollistaa ulospuhallusaukon sijoituksen rakennuksen katolla optimaaliseen kohtaan arkkitehtuurisista tai muista seikoista johtuen. Dragon sulautuu matalan korkeutensa ansiosta hyvin ympäristöön. Tuoterakenne estää tehokkaasti sadeveden pääsyn poistoilmakanavaan.

Lämpöeristetty selkäosa ja virtausteknisesti edullinen rakenne merkitsee ettei haitallisen kostean jäteilman aiheuttama jäätyminen aiheuta ongelmia. Dragon toimitetaan vakiona kahdesta osasta, jotka liitetään toisiinsa IT-listoin tai asennuslaipoin.

### Aineet ja pintakäsittely

Dragon toimitetaan vakiona kuumasinkitystä teräslevystä. Saatavana myös ruostumattomasta teräslevystä tai maalattuna. Pohjamaalaus happopohjamaalilla, pintamaalaus (RAL-värit) kaksikerroksinen, ruosteestopigmentoitu polyuretaani 2-komponenttimaali.



Jäteilman ulospuhallukseen suoraan ylöspäin



### Tuotemerkintä

Ulospuhallushajotin	Dragon - 1400
Tuote	
Koko	
Muut materiaalit ja pintakäsittely	RST MA
Ruostumaton teräslevy	
Maalattu	

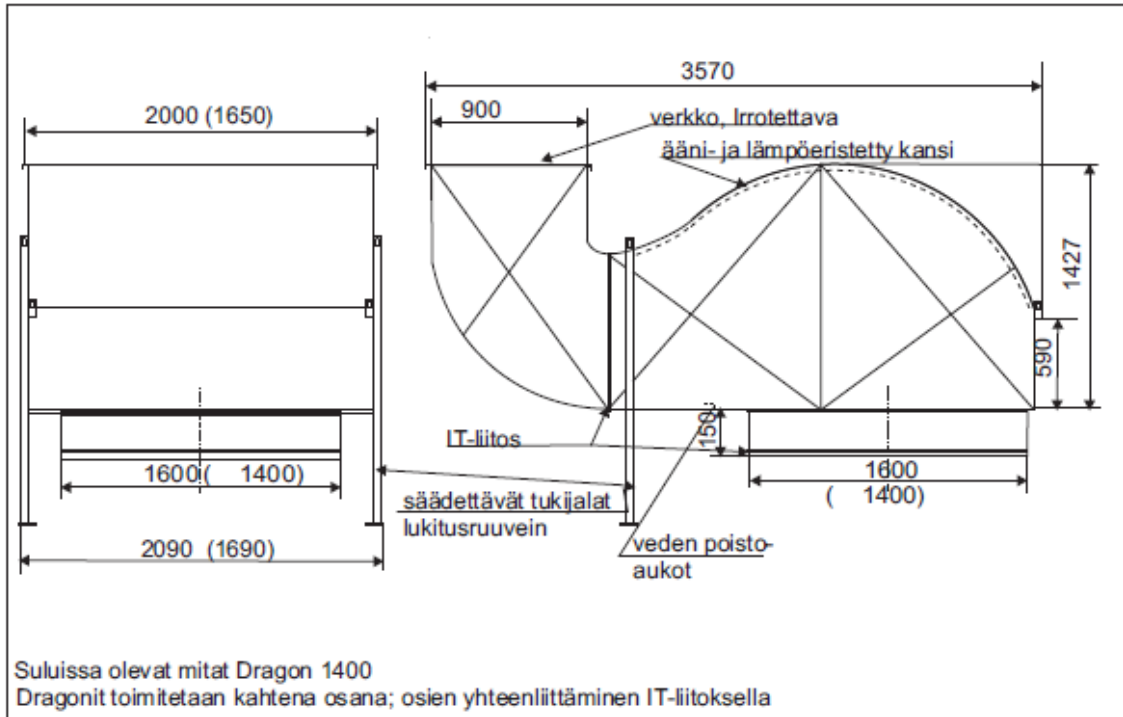
# Jeven

Ulospuhallushajotin Dragon

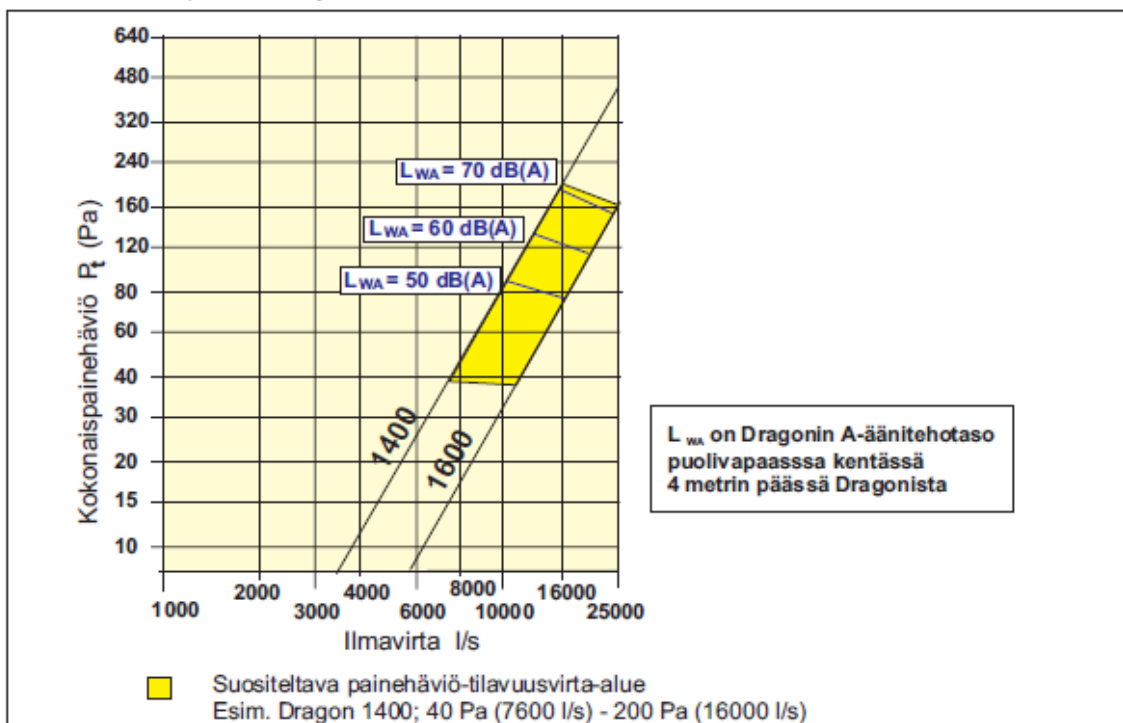
Pidätämme oikeudet muutoksiin

 sivu  
6.31

## Mittatiedot



## Tilavuusvirta, painehäviö ja äänitiedot





## LIITE 8 EYMA-2-ulospuhallushajottimen tuotekortti

Ulospuhallushajotin EYMA-2 ja Ilmanottoilaite DYMA-1

TEKNINEN ESITE

### Yleistä

#### Ominaisuudet

Ilmanvaihdossa tarvittavat, raikasta ilmaa sisään ottava ilmanottoilaite ja käytettyä ilmaa poistava ulospuhallushajotin ovat usein ainoita merkkejä rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmästä. Ilmanottoilaite DYMA-1 ja entisestään parantunut ulospuhallushajotin EYMA-2 ovat suunniteltu sijoitettavaksi nykyaikaisten rakennusten katolle ja sopivat paraatipaikalla tämän päivän arkkitehtuuriin ja muutokieleen. Laitteiden ulkomuodon on suunnitellut teollinen muotoilija Eero Rislakki. EYMA:n mallisuojaan numero on 14829 ja DYMA:n 23833.

#### Materiaali ja pintakäsittely

Sekä ilmanottolaitteen että ulospuhallushajottimen rakennaineena on käytetty alumiinin ja sinkin seoksella päällystettyä teräslevyä. AlZn pinnoitteen massa on AZ 150 g/m<sup>2</sup> (SFS-EN 10327). Materiaali kestää ympäristörasitusluokan C3 (ISO 9223) mukaisissa olosuhteissa laitteille asetetun tavoitteellisen käyttöiän (LVI 01-40044). Ilmanottoilaite ja ulospuhallushajotin toimitetaan tarvittaessa myös laadukkaissa tehdasoloissa valmiiksi maalattuina haluttuun RAL-värisävyyteen.

#### Rakenne ja toiminta

EYMA ulospuhallushajottimen sisäkartiion muotoilun ansiosta sadevesi ei pääse ilmanvaihtojärjestelmään vaikka poistopuhallus on välillä pois toiminnastakin. Sadevesi poistuu vapaasti suojalevyn ja ulkovaipan välisestä tilasta katolle. Jos poistoilman vesisisältö on poikkeuksellisen suuri ja poistoilmavirta pieni, saattaa jäätymistä esiintyä kovilla pakkasilla. Ilman sisäänottoon suunniteltu DYMA-ilmanottolaitteen tehtävänä on ottaa raitisilma ilmanvaihtojärjestelmään riittävän alhaisella nopeudella, jolloin sadevesi ei kulkeudu ilmavirran mukana järjestelmään. Tämä edellyttää oikean kokoisen laitteen valintaa mittataulukon ja painehäviökäyrästäöjen mukaan. DYMA:n sadeveden erotusaste ja virtaustekniset suoritusarvot on määritelty standardin EN 13030:2001 mukaan. DYMA:n sisäosien erinomaisen muotoilun ansiosta painehäviöt ja äänentehotat pysyvät pieninä. EYMA ulospuhallushajottimen tehtävänä on johtaa jäteilma ylös suurella nopeudella. Näin hajut ja epäpuhtaudet eivät laskeudu ulospuhalluskohdan läheisyyteen eikä lämmin ilma sulata talvella lunta hajotinta ympäröivältä katolta.

#### Suunnittelussa huomioitava

Sää- ja tuuliolosuhteet vaihtelevat voimakkaasti, joten on olemassa riski veden ja lumen joutumisesta kanavistoon ääriolosuhteissa. Tämä pitää ottaa huomioon kanaviston suunnittelussa ja toteutuksessa. Katso RakMK osa D2 kohta 3.8.4.

#### Asennus

Ulospuhallushajottaja EYMA ja ilmanottoilaite DYMA asennetaan yleensä rakennusaineisen läpiviennin päähän. Liitos on tehtävä ehdottoman vesitiiviiksi. Konstruktioista ja urakkarajasta sovittava pääurakoitsijan kanssa. Ulko- ja jäteilmalaitteen sijoittamisessa on huomioitava D2, kohta 3.4, mm. etäisyys kattopinnasta. DYMA ottaa osan ilmasta vaipan alareunan kautta.

#### Tuotemerkintä

Ulospuhallushajotin	EYMA-2 - aaa - b - c
Ilmanottoilaite	DYMA-1 - aaa - b - c

Koko (aaa)  
012-125

Materiaali (b)  
1 = AlZn  
2 = Hst  
3 = Maalattu

Liitäntä (c)  
1 = Veloduct (vakioitoimitus koot 012 ... 040)  
2 = laippa (vakioitoimitus koot 050 ... 125)  
3 = laippa ja vastalaippa

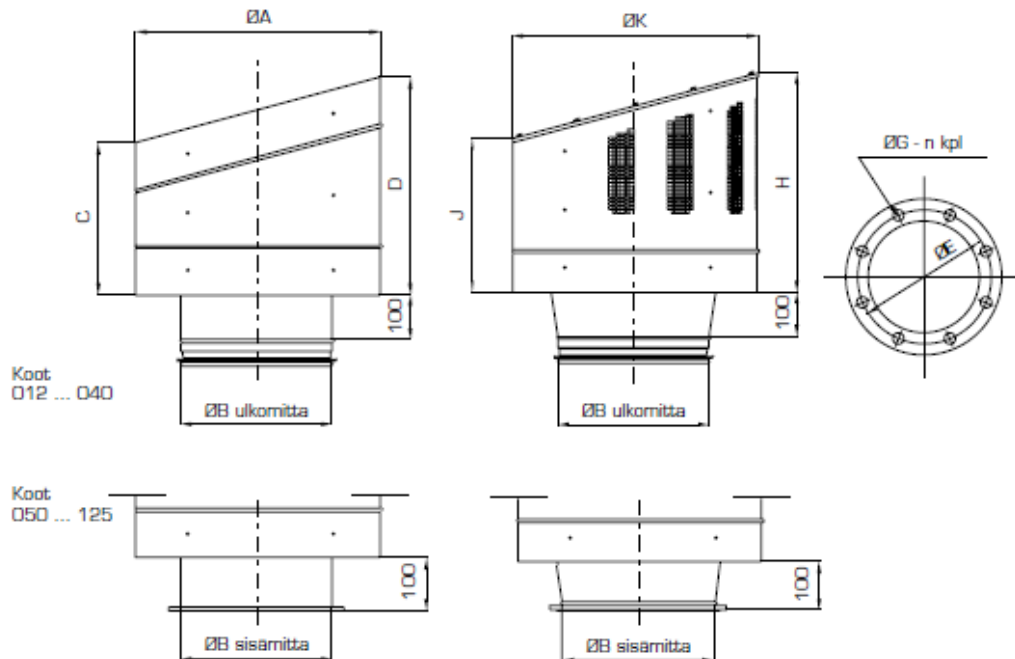
Valitse Veloduct-liitokset kokoihin 012 - 040. Laippa ja vastalaippa (EBGA) kokoihin 050 - 125

#### Käytetyt merkinnät

$q_v$	ilmavirta	m <sup>3</sup> /s
$\Delta p_t$	kokonaispainehäviö	Pa
$L_{WA}$	äänien kokonaistehotaso, A-painotettu	dB(A)
$L_{Wokt}$	äänien tehotaso oktaavikaistoittain	dB
$K_{okt}$	korjauskertoimen	dB
$\Delta L$	etäisyysvaimennus	dB
$L_{pA}$	äänien kokonaispainetaso, A-painotettu	dB(A)
E	sadeveden erotusaste	%

## Mitat, painot ja ilmavirta suositukset

Mitat, painot ja ilmavirta suositukset

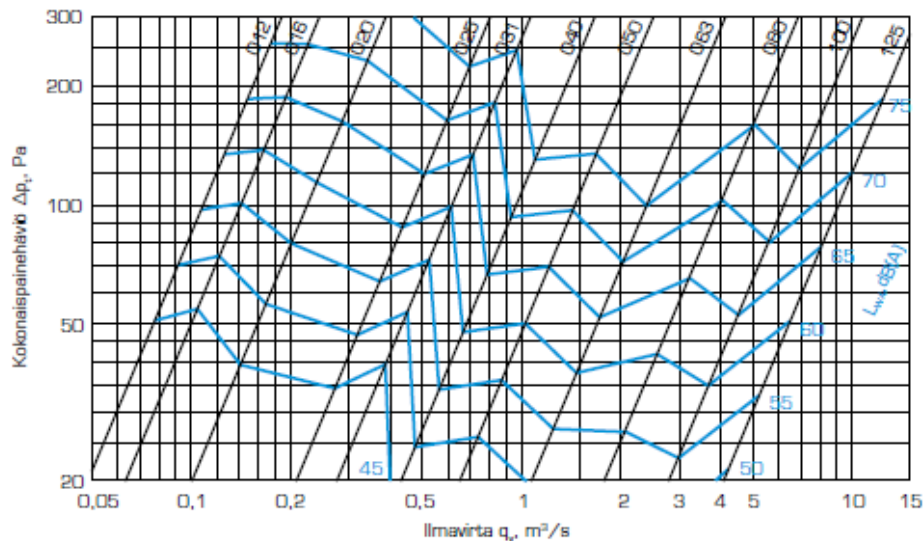


Koko aaa	A	B	C	D	K	J	H	EYMA-2 peino, kg	DYMA-1 peino, kg	DYMA-1 maks. q <sub>v</sub>	Laippa		
											E	G	n
012	205	125	135	190	260	170	240	2,3	3,1	0,06	-	-	-
016	210	160	170	240	330	210	300	3,4	4,4	0,11	-	-	-
020	325	200	210	300	410	260	370	4,7	6,6	0,19	-	-	-
025	405	250	260	370	510	330	470	7,1	9,5	0,30	-	-	-
031	510	315	330	470	580	370	520	10,7	13,3	0,40	-	-	-
040	650	400	410	590	730	470	660	16,5	19,3	0,85	-	-	-
050	810	500	515	730	910	580	820	31,0	35,5	1,30	560	12	12
063	1025	630	640	920	1150	760	1060	50,0	56,3	1,80	690	12	12
080	1300	800	1000	1210	1460	960	1360	83,0	95,0	3,00	860	12	16
100	1620	1000	1190	1540	1820	1230	1720	145,0	178,0	4,60	1070	15	16
125	2030	1250	1400	1900	2270	1510	2120	248,0	285,0	7,40	1320	15	20



## Tekniset tiedot EYMA-2

### Painehäviö, äänitiedot EYMA-2



### Äänen tehotasot $L_{Wokt}$

Koko	Äänitason korjauskertoimien $K_{okt}$ (dB)							
	Oktaavikaistien keskitäajuuks (Hz)							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
012	-4	2	4	1	0	-5	-14	-21
016	-7	0	1	0	1	-4	-13	-23
020	-4	2	3	3	0	-7	-16	-25
025	0	3	3	1	0	-6	-16	-26
031	-2	3	3	3	0	-10	-19	-25
040	-8	-4	0	0	-7	-16	-24	-33
050	-6	-3	1	0	-6	-17	-24	-31
063	-6	-3	2	1	-6	-16	-25	-30
080	-8	-6	4	-4	-13	-20	-25	-31
100	-7	-1	3	-1	-10	-16	-25	-27
125	2	6	4	-3	-8	-15	-22	-25

Äänen tehotasot oktaavikaistoittain saadaan lisäämällä äänen kokonaistehotasoon  $L_{WA}$ , dB(A) taulukossa esitetyt oktaavikaistojen korjaukset  $K_{okt}$  seuraavan kaavan mukaan:

$$L_{Wokt} = L_{WA} + K_{okt}$$

Korjaus  $K_{okt}$  on keskiarvo EYMA-2:n käyttöalueella.

### Äänenpainetaso $L_{pA}$

Etäisyys L (m)	1	3	5	10	15	20	25	30	40
Vaimennus $\Delta L$ (dB)	7	17	22	26	31	34	36	37	40

Äänen kokonaispainetaso ympäristöön voidaan arvioida eri etäisyyksille alla olevan kaavan mukaan:

$$L_{pA} = L_{WA} - \Delta L$$

## LIITE 9 Veloduct-kanavan tuotekortti

Kanavajärjestelmät Veloduct, Eloduct ja Veloflex

TEKNINEN ESITE

VELODUCT-kanavajärjestelmä on tyyppihyväksytty, poikkileikkaukseltaan pyöreä ilmakanaavajärjestelmä. Tyyppihyväksytyistä tuotteista tehdyn kanaviston tiiviyksko voidaan suorittaa pistokein. Kaikki VELODUCT-järjestelmän kanavaosat on valmistettu tehdasasennetuilla tiivisteillä. Tiivisteet on valmistettu ominaisuutensa säilyttävästä EPDM-kumista. Tiiviste on kiinnitetty pysyvästi kanavaosiin.

### Veloduct kanavat ja kanavaosat

- Materiaalina paloturvallinen ohutteräslevy \*)
- Tiiviyks- ja lujuustyyppihyväksynyt
  - Ympäristöministeriö N:o 1799/90, tiiviyksluokka C
  - SITAC/Svenskt Bygghöjgodkännande AB, N:o 1718/88, tiiviyksluokka D
- Helppo tasapainottaa
- Pienentää käyttökustannuksia
- Nopea ja helppo asentaa
- Kattava laadunvalvonta
- Osat varustettu EAN-koodilla
- Jokaiselle osalle varattu oma LVI-koodi

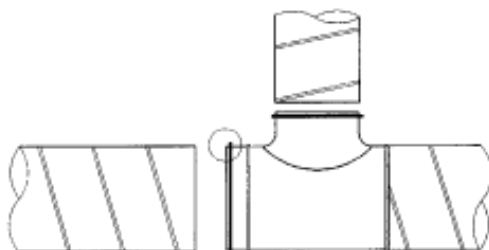
\*) Maksimi käyttölämpötila 200°C. Korkeammassa lämpötiloissa epäpuhtaudet yhtyvät sinkkiin ja korroosionkesto huononee. Yli 400°C:ssa teräksen lujuusominaisuudet alkavat heiketä. Huom! Ei koske tiivisteitä.

### Tiivistys

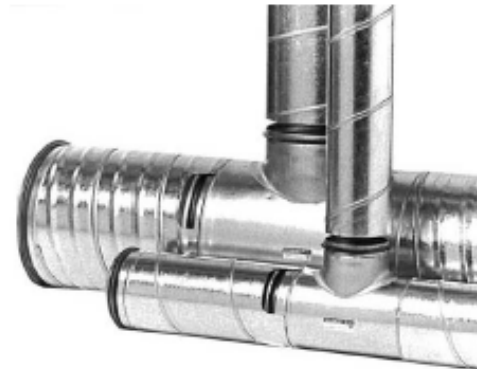
Tiivistekumin kiinnitys



Koot OOB ... 125



## Yleistä - Veloduct



Kanavaosat on varustettu tyyppihyväksyntä merkillä ja EAN-koodilla.

Tiivistämisperiaate selviää oheisista kuvista, joissa on kuvattu tiivisteellinen kanavaosa ja osan päälle asennettava kanava. Tiiviste on valmistettu EPDM-kumista ja se on pysyvästi kiinnitetty kanavaosaan. Tiivistein kumilaadun ominaisuuksia ovat mm. hyvä otsorin ja ultravioletissa teilyn kesto.

Normaalikäytössä tiivistein lämmönkesto on 80 °C. Hetkellisesti se kestää 120 °C. Korkea lämpötila vaikuttaa tiivistein ikään lyhentävästi.

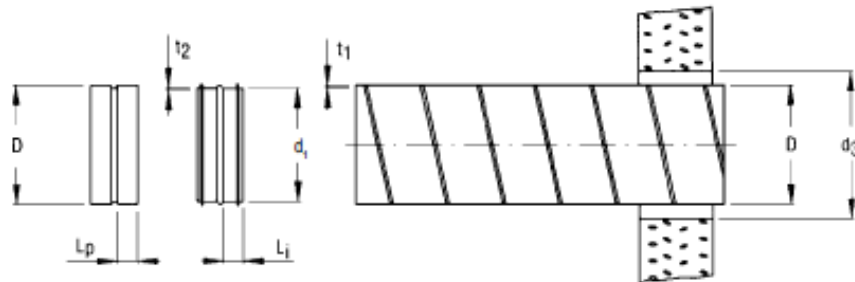
Tätä kumilaatua käytetään, kun vaaditaan hyviä vanhenemis- ja kimmoisuusominaisuuksia. Tiivistestit liittöksille on tehty 1 kPa:n yli-/alipaineella. Kanavan sisäpuolinen alipaine lisää liittöksen tiiviyttä.

Liittökset lukitaan ilmatiiviillä POP-niiteillä asennusohjeen mukaisesti.

Kanaviston maksimi yli-/alipaineen kesto riippuu halkaisijasta. Lisätiedot kysyttäessä tai ks. sivu 14.

## Halkaisijamitat ja toleranssit

Standardin SFS-EN 1506 ja Eurovent 2/3 mukaan



Koko merkintä Nim.halk.	D mm	D <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> ) mm	d <sub>3</sub> mm	A m <sup>2</sup>	Li Lp mm	t <sub>1</sub> kanava mm	t <sub>2</sub> osa mm
006	63,0 - 63,5	61,8 - 62,3	80	0,003	40	0,5	≥0,5
008	80,0 - 80,5	78,8 - 79,3	100	0,005			
010	100,0 - 100,5	98,8 - 99,3	125	0,008			
012	125,0 - 125,5	123,8 - 124,3	160	0,012			
016	160,0 - 160,6	158,7 - 159,3	200	0,020			
020	200,0 - 200,7	198,6 - 199,3	250	0,031			
025	250,0 - 250,8	248,5 - 249,3	315	0,049			
031	315,0 - 315,9	313,4 - 314,3	400	0,078			
040	400,0 - 401,0	398,3 - 399,3	500	0,126	65	0,7	≥0,7
050	500,0 - 501,1	498,2 - 499,3	630	0,196			
063	630,0 - 631,2	628,1 - 629,3	800	0,312			
080	800,0 - 801,6	798,0 - 799,3	1000	0,502			
100	1000,0 - 1002,0	997,9 - 999,3	1200	0,785	100	0,9	≥0,9
125	1250,0 - 1252,5	1247,8 - 1249,3	1400	1,227			

- D Kanavan ja ulkoliitospään sisähalkaisija
- D<sub>1</sub>(d<sub>1</sub>) Sisäliitospään ulkohalkaisija
- d<sub>3</sub> Suositeltava asennusaukko
- A Kanavan poikkileikkauksen pinta-ala
- Li Sisäliitospään mitta
- Lp Ulkoliitospään mitta
- t<sub>1</sub> Kanavan ainevahvuus
- t<sub>2</sub> Kanavaosan ainevahvuus

### Aine- ja pintakäsittely

Kanavat ja kanavaosat on valmistettu kuumasinkitystä teräslevystä standardin SFS-EN 10327 mukaan, pinnoitteen massa Z 275, ympäristöluokka M2 (SFS 4596) tai C2 (ISO 9223).

### Pakkaus

Pääsääntöinen pakkaustapa on ilmoitettu kunkin tuotteen kohdalla. Pakkaus voi kuitenkin vaihdella riippuen mm. tilatuista kappalemääristä.

### Toleranssit

#### Pituus

Hyöty- ja liitospituuksien toleranssit

#### Paino

±10 %

#### Ainepaksuus

Standardin SFS-EN 10143 mukaan

Mitta mm	≤ 15	(15) - 100	>100
Toleranssi mm	0	0	0
	-2	-5	-10

Kulmien toleranssi ±2°.

## Painehäviökäyrät

Painehäviölaskennan perusteet kanaville ja kanavosille, joiden poikkileikkausala vastaa standardia SFS-EN 1506 (Eurovent 2/3) ja joiden muoto vastaa standardia SFS 3541 (Eurovent 2/4).

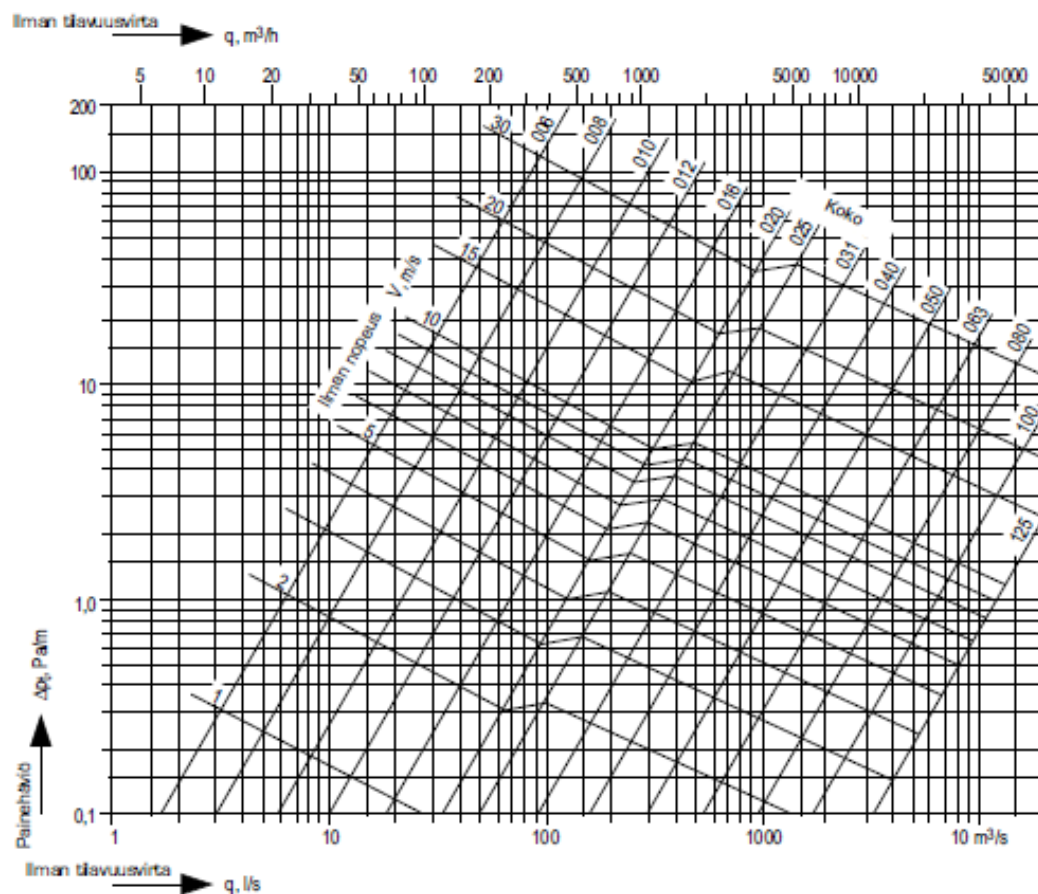
Laskettu nimellinen virtausvastus ( $p_{nom}$ ) korjataan ottamalla huomioon vuodon ja puhallinlaitteen vastukset.

$$\Sigma \Delta p_{tot} = \Delta p_{nom} + \Delta p_{vuoto} + \Delta p_{puhallinlaitteet}$$

Virtausvastus esitetään suoraan Pa:ssa

- Esitetyt arvot vastaavat kokonaispainehäviötä ja ilmoittavat suoraan virtausvastuksen aiheuttaman energiahäviön ( $\text{Pa} = 1 \text{ J/m}^3$ ).
- Ilmavirran nopeuden vaikutus nähdään suoraan käyrästä.
- Ero painehäviöissä ensimmäisen ja toisen haaran välillä nähdään suoraan käyrästä.
- Muuntosuhteen 1, 2 tai 3 vaikutus nähdään suoraan käyrästä.

### Kanava



## Painehäviökäyrät

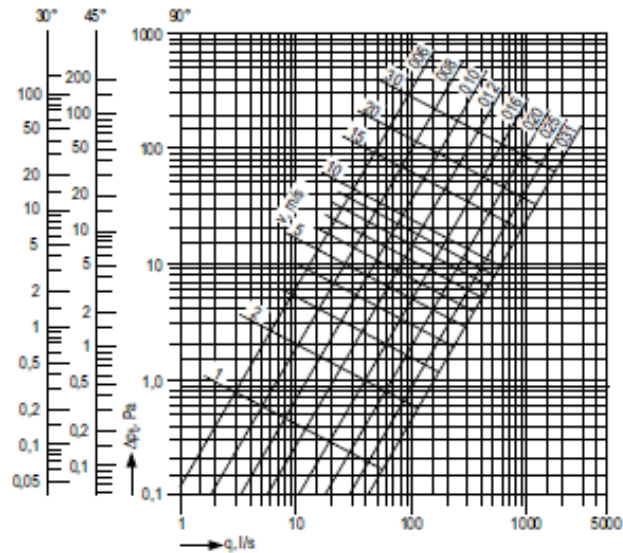
### Käyrä BDEB, puristettu

Painehäviökäyrästä pätee 90° käyrälle.

45° ja 30° käyrille pätee myös seuraavat kaavat:

$$\Delta p_{90^\circ} = 0,5 \times \Delta p_t$$

$$\Delta p_{90^\circ} = 0,33 \times \Delta p_t$$



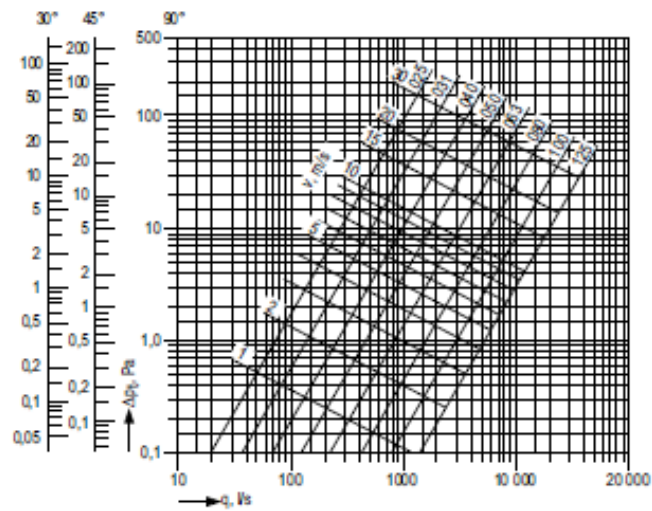
### Käyrä BDEB, palaosa

Painehäviökäyrästä pätee 90° käyrälle.

45° ja 30° käyrille pätee myös seuraavat kaavat:

$$\Delta p_{90^\circ} = 0,5 \times \Delta p_t$$

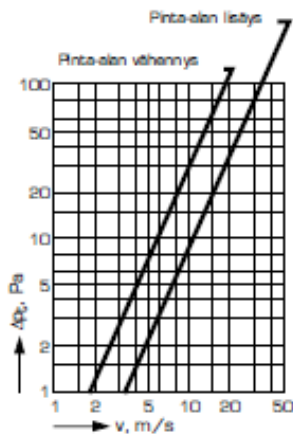
$$\Delta p_{90^\circ} = 0,33 \times \Delta p_t$$



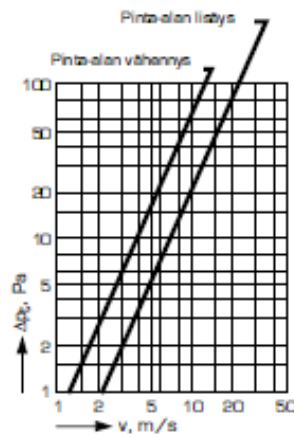
## Painehäviökäyrät

### Muuntoliitin

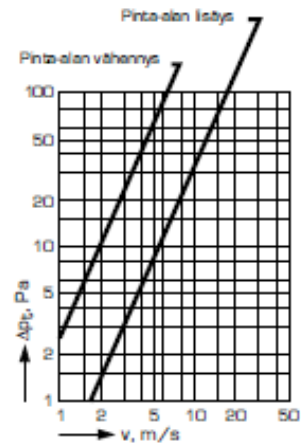
1 halkaisijan muutos \*)  
D1/D2 = 1,25



2 halkaisijan muutosta \*)  
D1/D2 = 1,6



3 halkaisijan muutosta \*)  
D1/D2 = 2



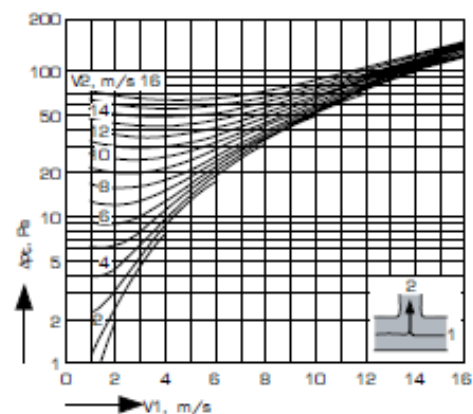
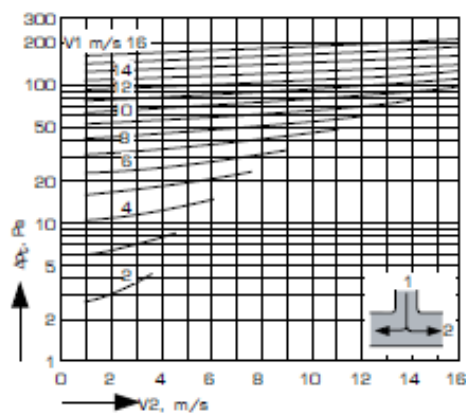
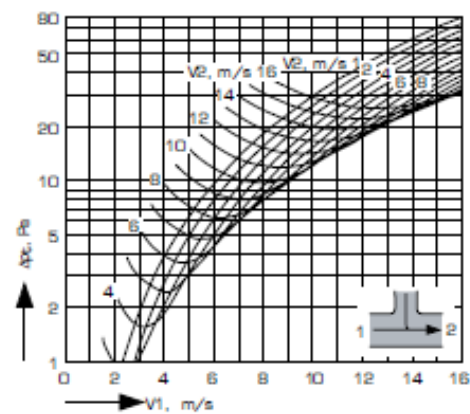
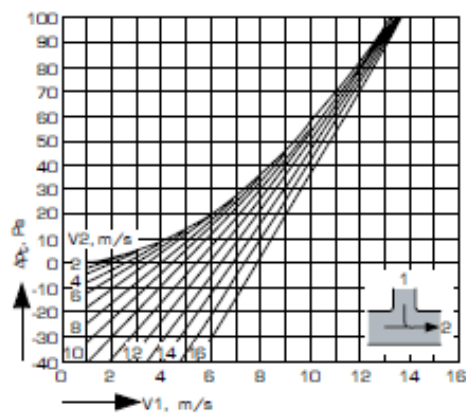
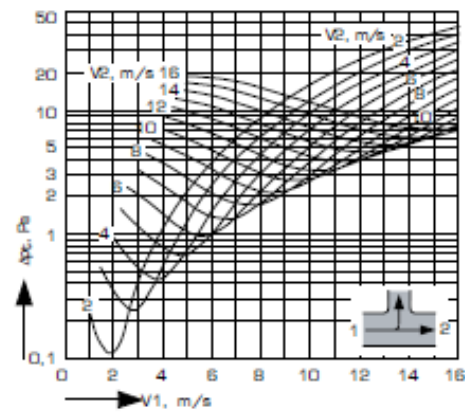
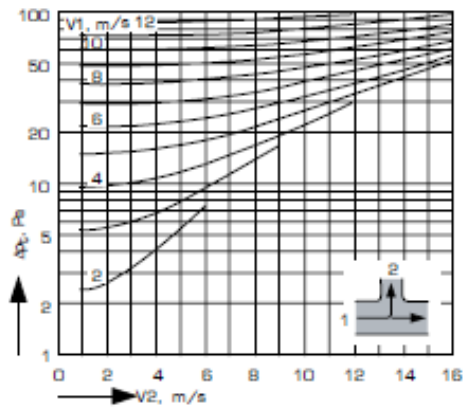
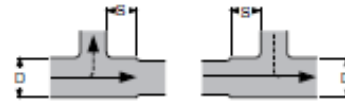
\*) Esimerkki: Muutos 020:sta 016:een = 1 halkaisijan muutos  
020:sta 012:een = 2 halkaisijan muutosta  
020:sta 010:een = 3 halkaisijan muutosta



## Painehäviökäyrät

### Sivuliitin, T-kappale

Painehäviöt sisältävät mahd. supistuksen oheisen kuvan mukaan, jos  $s < 3 \times D$ .



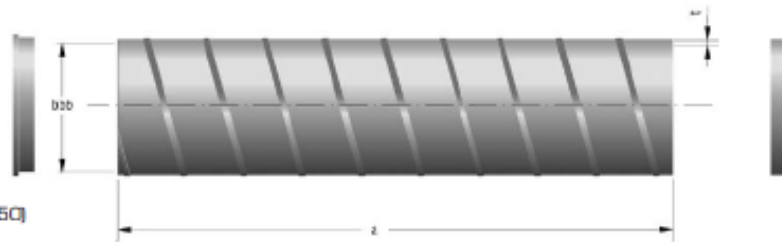
# Kanava

## EKOD (BDEK) - Kierresaumakanava, tulpattu



Kaikki koot

Muovitulpat 006 ... 031 (...050)  
Päte (040...) 063 ... 125



### EKOD-a-bbb (BDEK-a-bbb)

a = pituus (3 = 3,00 m; 6 = 6,00 m; 4 = vapaavalintainen 1,00 ... 6,00 m)

EKOD-a-bbb (BDEK-a-bbb)	t mm	Alipaineen kesto *) kPa	Paino kg/m
-006	0,5	34	0,9
-008	0,5	27	1,1
-010	0,5	21	1,3
-012	0,5	15	1,7
-016	0,5	8	2,1
-020	0,5	7	2,7
-025	0,5	3,5	3,3
-031	0,5	3	3,9
-040	0,7	5	7,9
-050	0,7	4	10,0
-063	0,7	3,5	12,2
-080	0,7	1,5	15,4
-100	0,9	1	25,5
-125	0,9	0,8	31,9

\*) edellyttää, että kanava on vaurioista vapaa ja pyöreä

### Tuotetunnus

EKOD - a - bbb  
Pituus: \_\_\_\_\_  
3 = 3 m  
6 = 6 m  
4 = vapaavalintainen 1 ... 5,9 m  
Nimellishalkaisija, cm \_\_\_\_\_  
Tila usesimerkki: EKOD-6-050  
Tila usesimerkki: EKOD-4-040  
2 x 4,5 m  
Kappalemäärä \_\_\_\_\_  
Pituus \_\_\_\_\_

### Pakkaus

Koot 006 ... 050 kertakäyttöhäkeissä  
Koot 063 ... 125 yksittäin

### Kanavien profiilit

Koot 006 - 025



Koot 031 - 125





# LIITE 10 Hitsaamon Koja Future -ilmankäsittelylaitteen tekniset tiedot



## Future - ilmankäsittelykone

14.3.2013  
Sivu: 1

Lisenssinhaltija: CD-version 2012.5

Koneen kuvaus: Hitsaamo/

Projekti Inhan Tehtaat Oy  
Asiakas Inhan Tehtaat Oy  
Kohde A-halli  
Käsittelijä Tommi Hyrkäs

### Koneen kuvaus Hitsaamo/

Ilman tiheys	1.2 kg/m <sup>3</sup>
SFPv	2.56 kW/(m <sup>3</sup> /s)
Tulokone	
Konekoko	3015
Ilmavirta	11.10 m <sup>3</sup> /s
Otsapintanopeus	2.4 m/s
Raitisilmavirta	11.10 m <sup>3</sup> /s
Kanaviston painehäviö, pst	500 Pa
Poistokone	
Konekoko	3015
Ilmavirta	10.20 m <sup>3</sup> /s
Otsapintanopeus	2.2 m/s
Kanaviston painehäviö, pst	500 Pa
Ulkoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	27.0 °C / 50 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-29.0 °C / 90 %
Tuloilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.7 °C / 55 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 7 %
Poistoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 30 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	17.0 °C / 30 %

Äänen tehotaso	Oktaavikaista								Kok.	
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Raitisilmakanavaan	81	80	80	78	70	61	50	37	dB	77 dB(A)
Tulokanavaan	81	80	71	58	52	42	40	50	dB	67 dB(A)
Poistokanavaan	76	70	58	46	40	29	24	34	dB	57 dB(A)
Jäteilmakanavaan	86	89	92	91	87	83	78	74	dB	93 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	79	80	68	61	58	52	48	38	dB	67 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	78	79	66	59	56	51	46	37	dB	66 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	81	83	70	63	60	55	50	41	dB	69 dB(A)

### Koneen toiminnot

#### Tulokone

Koneen tyyppi Future

#### 1. Vaippamoduuli

FMOD-3015-L-1-1000-1-S

Koneen tyyppi Future

Vaipan materiaali Kuumasinkitty

**Sulkutoiminto** FPTP-3015-L-2-1-0-S

Tiivysluokka T4

Sälepellin materiaali Kuumasinkitty

Koja Oy  
PL 351  
Lentokentänkatu 7  
33101 TAMPERE

Puhelinnumero  
03-2825111

Telefax  
03-2825408

E-mail osoite  
etunimi.sukunimi@koja.fi

A-hall.FUT


**Future - ilmkäsittelykone**  
**Mitoitusohjelma**

14.3.2013

Versio 2012.5

Sivu: 2

Lisensinhaltija: OD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Hitsaamo/

Painehäviö 2 Pa  
 Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä 30 Nm / 1 kpl

**Suodatustoiminto, pitkä L**

FSTF-3015-L-F7L-3-1-S-1

Suodatinluokka F7L  
 Pituus Suodatustoiminto, pitkä L  
 Suodatinmateriaali Lasikuitu  
 Suodattimen nimelliskoko 600 \* 300 600 \* 600 mm  
 Suodattimien lukumäärä 5 10 kpl  
 Mitoituspainehäviö 128 Pa  
 Alkupainehäviö 97 Pa  
 Loppupainehäviö (ODA3, 4000h/a) 166 Pa  
 Nopeus suodatinmateriaalin läpi 0.14 m/s  
 Varasuodatinsarja FSZS-3015-1-F7L  
 Sarana, huoltoluokkuun FSZH-SH1-R

**2. Vaippamoduuli**

FMOD-3015-L-1-450-2-S

Koneen tyyppi Future  
 Vaipan materiaali Kuumasinkitty  
**Lämmöntalteenotto toiminto, pyörivä** FMOR-3015-L-2-1-AL/S-1-2-KE-N-S  
 Roottorin koko 2  
 Roottorin materiaali Alumiini, ei hygroskooppinen  
 Sektorointi Kyllä  
 Puhtaaksipuhallussektori Kyllä  
 Säätö Säätokekeskus  
 Tulo- / poistopuolen painehäviö 142 Pa / 129 Pa  
 Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella 1.8 °C / 55 %  
 Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella -16.5 °C / 99 %  
 Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä 25.7 °C / 54 %  
 Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä 26.5 °C / 28 %  
 Tuloilman lämpötilalahyötysuhde 67 %  
 Poistoilman lämpötilalahyötysuhde 73 %  
 Moottorin jännite 1 ~ 230 V  
 Moottorin taajuus 50 Hz  
 Moottorin virta 1.8 A  
 Moottorin teho 370 W  
 Säätokekeskuksen sähköarvoja:  
 Moottoriteho max. 0.37 kW  
 Virta max. 2.2 A  
 Ylikuormitus 2min/30min 3.5 A  
 Liityntäjännite 1 x 230 V, +6-10%  
 Liityntätaajuus 50-60 Hz  
 Ikkuna FIZL-IL1-200  
 Sarana, huoltoluokkuun FSZH-SH1-R  
 Valaisin FVZV-VV1-1

**3. Vaippamoduuli**

FMOD-3015-L-1-1000-2-S

Koneen tyyppi Future  
 Vaipan materiaali Kuumasinkitty  
**Kiertoilmatoiminto, päällekkäin** FPTC-3015-L-5-1-S  
 Sälepellin materiaali Kuumasinkitty

Koja Oy  
 PL 351  
 Lentokentänkatu 7  
 33101 TAMPERE

Puhelinnumero  
 03-2825111

Telefax  
 03-2825408

E-mail osoite  
 etunimi.sukunimi@koja.fi

A-hall/FUT



## Future - ilmkäsittelykone

Mitoitusohjelma

Versio 2012.5

14.3.2013

Sivu: 3

Lisenssihaltija: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Hitsaamo/

Tuloilman painehäviö		0 Pa
Poistoilman painehäviö		0 Pa
Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä		30 Nm / 1 kpl
Huoltoluukku	FHZL-3015-FPTC	
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-R	

#### 4. Vaippamoduuli

Koneen tyyppi		Future
Vaipan materiaali		Kuumasinkitty
<b>Lämmitystoiminto, neste</b>	FLTV-3015-L-4-1-1-S	
Teholuokka		4
Putkien ja lamellien materiaali		Cu/Al
Lamellijako		2.8 mm
Lamellin paksuus		0.15 mm
Putkiyhteet		L100 / 108.0
Ilmapuolen painehäviö		35 Pa
Lämpötila ennen patteria		-8.2 °C
Lämpötila / suhteellinen kosteus patterin jälkeen		20.0 °C / 7 %
Lämmitysteho		378.5 kW
Nestetyyppi		Vesi
Nesteen painehäviö		2.7 kPa
Nesteen painehäviö mitoituslämpötilalla (60/40 °C)		6.1 kPa
Meno- / paluunesteen lämpötila		60.0 °C / 29.7 °C
Nestevirta		3.00 l/s
Nestevirta mitoituslämpötilalla (60/40 °C)		4.51 l/s
Nesteen nopeus		0.40 m/s
Nestetilavuus		46.3 l
Laipalliset yhteet	FPZL-DN100-*4	

#### Puhallintoiminto, sekavirtauspuhallin

Puhallinkoko		2
Puhallintoiminto		SB
Puhaltimen pintakäsittely		Alkyfimaali
Tärinänvaimennin		Kumi
Dynaaminen paine		71 Pa
Kokonaispaineenkorotus		982 Pa
Hyötysuhde		78 %
Kierrosluku		980 1/min
Kierrosluku, max.		1135 1/min
Akseliteho		13.93 kW
Äänen tehotaso, A-painotettu		94 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$q_v \left( \frac{m^3}{s} \right) = k * \sqrt{\Delta p (Pa)}$	0.2775 / 1600 Pa
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-R	
Valaisin	FVZV-VV1-1	
Ilmavirtamittari	FIZM-IM1-3015-FFTS-ER10C-6DN.N7.1R	
Ikkuna	FIZL-IL1-200	

#### Moottori

Teho		22.00 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)		970 1/min
Virta		41.50 A
Hyötysuhde (nimellinen)		92 %

Koja Oy  
PL 351  
Lentokentänkatu 7  
33101 TAMPERE

Puhelinnumero  
03-2625111

Telefax  
03-2625408

E-mail osoite  
etunimi.sukunimi@koja.fi

A-halli.FUT



## Future - ilmapölykäsittelykone

14.3.2013

Mitoitusohjelma

Versio 2012.5

Sivu: 4

Lisenssisihaltija: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Hitsaamo/

Jännite	3 ~ 400	V
Taajuus (nimellinen)	50	Hz
Taajuus mitoituspisteessä / max.	50 / 58	Hz

### 5. Vaippamoduuli

Koneen tyyppi	FMOD-3015-L-1-1350-1-S	Future
Vaipan materiaali		Kuumasinkitty
<b>Äänenvaimennustoiminto</b>	FVTK-3015-L-1-1200-1-S	
Vaimenninelementtien pituus		1200 mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus		Kuivapyyhittävä
Painehäviö		52 Pa

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Äänenvaimennus	6	10	23	35	37	42	40	25	dB
Huoltoluokku	FHZL-3015-FVTK								
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-R								

### Poistokone

Koneen tyyppi	Future
---------------	--------

### 6. Vaippamoduuli

Koneen tyyppi	FMOD-3015-R-1-1350-1-S	Future
Vaipan materiaali		Kuumasinkitty
<b>Äänenvaimennustoiminto</b>	FVTK-3015-R-1-1200-1-S	
Vaimenninelementtien pituus		1200 mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus		Kuivapyyhittävä
Painehäviö		44 Pa

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Äänenvaimennus	6	10	23	35	37	42	40	25	dB
Huoltoluokku	FHZL-3015-FVTK								
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-R								

### 7. Vaippamoduuli

Koneen tyyppi	FMOD-3015-R-1-1000-1-S	Future
Vaipan materiaali		Kuumasinkitty
<b>Sulkutoiminto</b>	FPTP-3015-R-2-1-0-S	
Tiiviyysluokka		T4
Sälepellin materiaali		Kuumasinkitty
Painehäviö		2 Pa
Tarvitavat toimitilat, koko / lukumäärä		30 Nm / 1 kpl

<b>Suodatustoiminto, pitkä L</b>	FSTF-3015-R-F5L-3-1-S-1	F5L
Suodatinluokka		F5L
Pituus		Suodatustoiminto, pitkä L
Suodatinmateriaali		Lasikuitu
Suodattimen nimelliskoko	600 * 300	600 * 600 mm
Suodattimien lukumäärä	5	10 kpl
Mitoituspainehäviö		66 Pa
□lkupainehäviö		60 Pa
Loppupainehäviö (OD□3, 4000h/a)		74 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi		0.22 m/s

□-halli.FUT

Koja Oy  
PL 351  
Lentokentänkatu 7  
33101 TAMPERE

Puhelinnumero  
03-2825111

Telefax  
03-2825408

E-mail osoite  
etuimi.sukunimi@koja.fi



Lisenssisältö: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Hitsaamo/

 Varasuodatinsarja  
 Sarana, huoltoluukkuun

 FSZS-3015-1-F5L  
 FSZH-SH1-R
**Vaippamoduuli****Kiertoilmatoiminto, päällekkäin**

Laskentatulokset tulokoneen yhteydessä

**Vaippamoduuli****Lämmöntalteenotto toiminto, pyörivä**

Laskentatulokset tulokoneen yhteydessä

**8. Vaippamoduuli**

FMOD-3015-R-1-2100-1-S

Koneen tyyppi

Future

Vaipan materiaali

Kuumasinkitty

**Puhallintoiminto, sekavirtauspuhallin**

FFTSY-3015-R-2-SB-1-1-3-1-2-S-3

Puhallinkoko

2

Puhallintoiminto

SB

Puhaltimen pintakäsittely

Alkylimaali

Tärinänvaimennin

Kumi

Dynaaminen paine

60 Pa

Kokonaispaineenkorotus

911 Pa

Hyötysuhde

78 %

Kierrosluku

926 1/min

Kierrosluku, max.

1070 1/min

Akseliteho

11.83 kW

Äänen tehotaso, A-painotettu

91 dB(A)

k-kerroin / referenssipaine-ero

$$q_v \left( \frac{m^3}{s} \right) = k \cdot \sqrt{\Delta p (Pa)}$$

0.2775 / 1351 Pa

Sarana, huoltoluukkuun

FSZH-SH1-R

Valaisin

FVZV-VV1-1

Ilmavirtamittari

FIZM-IM1-3015-FFTS-ER10C-6DN.N7.1R

Ikkuna

FIZL-IL1-200

**Moottori**

Teho

18.50 kW

Pyörimisnopeus (nimellinen)

970 1/min

Virta

35.90 A

Hyötysuhde (nimellinen)

91 %

Jännite

3 ~ 400 V

Taajuus (nimellinen)

50 Hz

Taajuus mitoitusasteessa / max.

47 / 54 Hz

**Konealusta, tulokone**

FKZA-3015-1-6250-160-1

Korkeus

160 mm

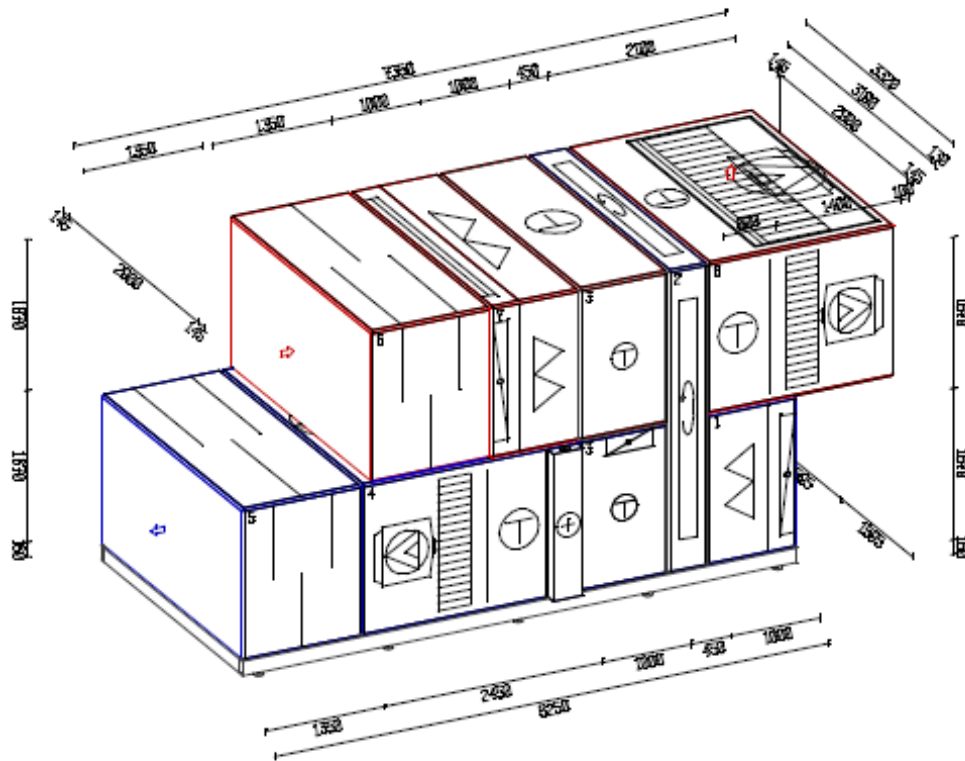
Säätöjalka

FSZJ-SJ1-16

**Koneen kuva**

Mittakaava: Ei mittakaavaa

Vasen yläkulma


**Tulokone**

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

2900 x 1200 mm

**Poistokone**

Paineaukko, liitettävän kanavan koko

2900 x 1400 mm

Tiivysluokka CEN B, kun kone toimitetaan enintään 3 lohossa ja CEN A, kun kone toimitetaan 4 - 7 lohossa, lämpöeristys 50 mm.

Painot, mitat ja tilavuudet

Koneen paino (sis. moottorin)

6439 kg

Koneen tilavuus

64,8 m<sup>3</sup>

Koneen valppapinta-ala

136,7 m<sup>2</sup>



## Future - ilmankäsittelykone

### Mitoitusohjelma

14.3.2013

Versio 2012.5

Sivu: 7

Lisenssihaltija: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Hitsaamo/

1. Vaippamoduuli	FMOD-3015-L-1-1000-1-S 1000 * 3190 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	430 kg 5.3 m <sup>2</sup> 11.6 m <sup>2</sup>
2. Vaippamoduuli	FMOD-3015-L-1-450-2-S 450 * 3190 * 3340 mm Vaippamoduulin pinta-ala	950 kg 4.8 m <sup>2</sup> 5.9 m <sup>2</sup>
3. Vaippamoduuli	FMOD-3015-L-1-1000-2-S 1000 * 3190 * 3340 mm Vaippamoduulin pinta-ala	726 kg 10.7 m <sup>2</sup> 37.8 m <sup>2</sup>
4. Vaippamoduuli	FMOD-3015-L-1-2450-1-S 2450 * 3190 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	1285 kg 13.1 m <sup>2</sup> 23.8 m <sup>2</sup>
5. Vaippamoduuli	FMOD-3015-L-1-1350-1-S 1350 * 3190 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	803 kg 7.2 m <sup>2</sup> 13.1 m <sup>2</sup>
6. Vaippamoduuli	FMOD-3015-R-1-1350-1-S 1350 * 3190 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	803 kg 7.2 m <sup>2</sup> 13.1 m <sup>2</sup>
7. Vaippamoduuli	FMOD-3015-R-1-1000-1-S 1000 * 3190 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	430 kg 5.3 m <sup>2</sup> 9.7 m <sup>2</sup>
8. Vaippamoduuli	FMOD-3015-R-1-2100-1-S 2100 * 3190 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	1014 kg 11.2 m <sup>2</sup> 21.7 m <sup>2</sup>



## LIITE 11 Varustelun Koja Future -ilmankäsittelylaitteen tekniset tiedot


**Future - ilmankäsittelykone**  
 Mitoitusohjelma

 14.3.2013  
 Siv: 1

Lisenssinhaltija: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Varusteluosasto/

Projekti Inhan Tehtaat Oy  
 Asiakas Inhan Tehtaat Oy  
 Kohde A-halli  
 Käsittelijä Tommi Hyrkäs

**Koneen kuvaus** Varusteluosasto/

Ilman tiheys	1.2 kg/m <sup>3</sup>
SFPv	2.29 kW/(m <sup>3</sup> /s)
Tulokone	
Konekoko	1815
Ilmavirta	5.20 m <sup>3</sup> /s
Otsapintanopeus	1.9 m/s
Raitisilmavirta	5.20 m <sup>3</sup> /s
Kanaviston painehäviö, pst	500 Pa
Poistokone	
Konekoko	1815
Ilmavirta	5.40 m <sup>3</sup> /s
Otsapintanopeus	1.9 m/s
Kanaviston painehäviö, pst	500 Pa
Ulkoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	27.0 °C / 50 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-29.0 °C / 90 %
Tuloilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.5 °C / 55 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	20.0 °C / 9 %
Poistoilma	
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 30 %
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	17.0 °C / 30 %

Äänen tehotaso	Oktaavikaista								Kok.	
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k		
Raitisilmakanavaan	76	75	75	74	66	57	46	34	dB	73 dB(A)
Tulokanavaan	76	75	66	53	47	38	35	46	dB	62 dB(A)
Poistokanavaan	72	67	55	43	37	26	21	31	dB	53 dB(A)
Jäteilmakanavaan	82	86	89	88	84	80	75	71	dB	90 dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	74	75	63	56	53	48	43	34	dB	62 dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	74	76	63	56	53	48	43	34	dB	62 dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	77	78	66	59	56	51	46	37	dB	65 dB(A)

**Koneen toiminnot****Tulokone**

Koneen tyyppi Future

**1. Vaippamoduuli**

FMOD-1815-R-1-1000-1-S

Koneen tyyppi Future  
Vaipan materiaali Kuumasinkitty**Sulkutoiminto** FPTP-1815-R-2-1-0-STiivysluokka T4  
Sälepellin materiaali Kuumasinkitty
 Koja Oy  
 PL 351  
 Lentokentänkatu 7  
 33101 TAMPERE

 Puhelinnumero  
 03-2825111

 Telefax  
 03-2825408

 E-mail osoite  
 etunimi.sukunimi@koja.fi

A-halli.FUT





Lisenssisihältö: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Varusteluosasto/

Painehäviö		2 Pa
Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä		30 Nm / 1 kpl
<b>Suodatustoiminto, pitkä L</b>	FSTF-1815-R-F7L-3-1-S-1	
Suodatinluokka		F7L
Pituus	Suodatustoiminto, pitkä L	
Suodatinmateriaali		Lasikuitu
Suodattimen nimelliskoko	600 * 300	600 * 600 mm
Suodattimien lukumäärä	3	6 kpl
Mitoituspainehäviö		87 Pa
Alkupainehäviö		70 Pa
Loppupainehäviö (ODA3, 4000h/a)		106 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi		0.11 m/s
Varasuodatinsarja	FSZS-1815-1-F7L	
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-R	

## 2. Vaippamoduuli

Koneen tyyppi	FMOD-1815-R-1-450-2-S	Future
Vaipan materiaali		Kuumasinkitty
<b>Lämmöntalteenotto toiminto, pyörivä</b>	FMOR-1815-R-2-1-AL-1-2-E-N-S	
Roottorin koko		2
Roottorin materiaali	Alumiini, ei hygroskooppi	
Sektorointi		Ei
Puhtaaksipuhallussektori		Kyllä
Säätö		Säätökeskus
Tulo- / poistopuolen painehäviö		101 Pa / 107 Pa
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella		5.6 °C / 48 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella		-16.3 °C / 99 %
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä		25.5 °C / 55 %
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä		26.4 °C / 28 %
Tuloilman lämpötilahyötysuhde		75 %
Poistoilman lämpötilahyötysuhde		72 %
Moottorin jännite		1 ~ 230 V
Moottorin taajuus		50 Hz
Moottorin virta		1.8 A
Moottorin teho		370 W
Säätökeskuksen sähköarvoja:		
Moottoriteho max.		0.37 kW
Virta max.		2.2 A
Ylikuormitus 2min/30min		3.5 A
Liityntäjännite		1 x 230 V, +6-10%
Liityntätaajuus		50-60 Hz
Ikkuna	FIZL-IL1-200	
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-R	
Valaisin	FVZV-VV1-1	

## 3. Vaippamoduuli

Koneen tyyppi	FMOD-1815-R-1-1000-2-S	Future
Vaipan materiaali		Kuumasinkitty
<b>Kiertoilmatoiminto, päällekkäin</b>	FPTC-1815-R-5-1-S	
Sälepellin materiaali		Kuumasinkitty



## Future - ilmkäsittelykone

Mitoitusohjelma

14.3.2013

Versio 2012.5

Sivu: 3

Lisenssisihältö: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Varusteluosasto/

Tuloilman painehäviö		0 Pa
Poistoilman painehäviö		0 Pa
Tarvittavat toimilaitteet, koko / lukumäärä		15 Nm / 1 kpl
Huoltoluukku	FHZL-1815-FPTC	
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-R	

#### 4. Vaippamoduuli

Koneen tyyppi		Future
Vaipan materiaali		Kuumasinkitty
<b>Lämmitystoiminto, neste</b>	FMOD-1815-R-1-400-1-S	
Teholuokka		2
Putkien ja lamellien materiaali		Cu/Al
Lamellijako		2.8 mm
Lamellin paksuus		0.15 mm
Putkiyhteet		Ksisä50 / 54.0
Ilmapuolen painehäviö		16 Pa
Lämpötila ennen patteria		-4.4 °C
Lämpötila / suhteellinen kosteus patterin jälkeen		20.0 °C / 9 %
Lämmitysteho		153.7 kW
Nestetyyppi		Vesi
Nesteen painehäviö		4.3 kPa
Nesteen painehäviö mitoitukslämpötilalla (60/40 °C)		5.2 kPa
Meno- / paluunesteen lämpötila		60.0 °C / 37.9 °C
Nestevirta		1.67 l/s
Nestevirta mitoitukslämpötilalla (60/40 °C)		1.83 l/s
Nesteen nopeus		0.50 m/s
Nestetilavuus		19.0 l

#### 5. Vaippamoduuli

Koneen tyyppi		Future
Vaipan materiaali		Kuumasinkitty
<b>Puhallintoiminto, sekavirtauspuhallin</b>	FMOD-1815-R-1-1850-1-S	
Puhallinkoko		2
Puhallintoiminto		SB
Puhaltimen pintakäsittely		Alkylimaali
Tärinänvaimennin		Kumi
Dynaaminen paine		40 Pa
Kokonaispaineenkorotus		807 Pa
Hyötysuhde		78 %
Kierrosluku		1052 1/min
Kierrosluku, max.		1330 1/min
Akseliteho		5.36 kW
Äänen tehotaso, A-painotettu		89 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero		0.1722 / 912 Pa
Sarana, huoltoluukkuun		
Valaisin	FSZH-SH1-R	
Ilmavirtamittari	FVZV-VV1-1	
Ikkuna	FIZM-IM1-1815-FFTS-ER80C-6DN.K7.1R	
	FIZL-IL1-200	

$$q_v \left( \frac{m^3}{s} \right) = k \cdot \sqrt{d_p (Pa)}$$

#### Moottori

Teho		11.00 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)		970 1/min

Koja Oy  
PL 351  
Lentokentänkatu 7  
33101 TAMPERE

Puhelinnumero  
03-2825111

Telefax  
03-2825408

E-mail osoite  
etuimi.sukunimi@koja.fi

A-hall.FUT



## Future - ilmapölykäsittelykone

Mitoitusohjelma

14.3.2013  
Sivu: 4

Lisenssisihältö: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Varusteluosasto/

Virta	22.60	A
Hyötysuhde (nimellinen)	90	%
Jännite	3 ~ 400	V
Taajuus (nimellinen)	50	Hz
Taajuus mitoitusasteessa / max.	55 / 69	Hz

### 6. Vaippamoduuli

FMOD-1815-R-1-1350-1-S

Koneen tyyppi	Future	
Vaipan materiaali	Kuumasinkitty	
<b>Äänenvaimennustoiminto</b>	FVTK-1815-R-1-1200-1-S	
Vaimenninelementtien pituus	1200	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä	
Painehäviö	33	Pa

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Äänenvaimennus	6	10	23	35	37	42	40	25	dB
Huoltoluokka	FHZL-1815-FVTK								
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-R								

### Poistokone

Koneen tyyppi	Future
---------------	--------

### 7. Vaippamoduuli

FMOD-1815-L-1-1350-1-S

Koneen tyyppi	Future	
Vaipan materiaali	Kuumasinkitty	
<b>Äänenvaimennustoiminto</b>	FVTK-1815-L-1-1200-1-S	
Vaimenninelementtien pituus	1200	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Kuivapyyhittävä	
Painehäviö	35	Pa

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Äänenvaimennus	6	10	23	35	37	42	40	25	dB
Huoltoluokka	FHZL-1815-FVTK								
Sarana, huoltoluokkuun	FSZH-SH1-R								

### 8. Vaippamoduuli

FMOD-1815-L-1-1000-1-S

Koneen tyyppi	Future	
Vaipan materiaali	Kuumasinkitty	
<b>Sulkutoiminto</b>	FFTP-1815-L-2-1-0-S	
Tiivisyysluokka	T4	
Sälepellin materiaali	Kuumasinkitty	
Painehäviö	2	Pa
Tarvitavat toimilaitteet, koko / lukumäärä	30 Nm / 1 kpl	

### Suodatustoiminto, pitkä L

FSTF-1815-L-F5L-3-1-S-1

Suodatinluokka	F5L		
Pituus	Suodatustoiminto, pitkä L		
Suodatinmateriaali	Lasikuitu		
Suodattimen nimelliskoko	600 * 300	600 * 600	mm
Suodattimien lukumäärä	3	6	kpl
Mitoituspainehäviö		54	Pa
Alkuperänpainehäviö		51	Pa

A-hall.FUT

Koja Oy  
PL 351  
Lentokentänkatu 7  
33101 TAMPERE

Puhelinnumero  
03-2625111

Telefax  
03-2625408

E-mail osoite  
etunimi.sukunimi@koja.fi



## Future - ilmapölykäsittelykone

Mitoitusohjelma

Versio 2012.5

14.3.2013

Sivu: 5

Lisenssisihaltija: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Varusteluosasto/

Loppupainehäviö (ODA3, 4000h/a)	59 Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi	0.19 m/s
Varasuodatinsarja	FSZS-1815-1-F5L
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-R

### Vaippamoduuli

#### Kiertoilmatoiminto, päällekkäin

Laskentatulokset tulokoneen yhteydessä

### Vaippamoduuli

#### Lämmöntalteenottotoiminto, pyörivä

Laskentatulokset tulokoneen yhteydessä

### 9. Vaippamoduuli

Koneen tyyppi	FMOD-1815-L-1-1850-1-S	Future
Vaipan materiaali		Kuumasinkitty
<b>Puhallintoiminto, sekavirtauspuhallin</b>	FFTSY-1815-L-2-SB-1-1-3-1-2-S-3	
Puhallinkoko		2
Puhallintoiminto		SB
Puhaltimen pintakäsittely		Alkylimaali
Tärinänvaimennin		Kumi
Dynaaminen paine		44 Pa
Kokonaispaineenkorotus		816 Pa
Hyötysuhde		78 %
Kierrosluku		1069 1/min
Kierrosluku, max.		1330 1/min
Akseliteho		5.62 kW
Äänen tehotaso, A-painotettu		88 dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$qv \left( \frac{m^3}{s} \right) = k * \sqrt{dp (Pa)}$	0.1722 / 983 Pa
Sarana, huoltoluukkuun	FSZH-SH1-R	
Valaisin	FVZV-VV1-1	
Ilmavirtamittari	FIZM-IM1-1815-FFTS-ER80C-6DN.K7.1R	
Ikkuna	FIZL-IL1-200	

### Moottori

Teho	11.00 kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	970 1/min
Virta	22.60 A
Hyötysuhde (nimellinen)	90 %
Jännite	3 ~ 400 V
Taajuus (nimellinen)	50 Hz
Taajuus mitoitusasteessa / max.	55 / 69 Hz
<b>Konealusta, tulokone</b>	FKZA-1815-1-6050-160-1
Korkeus	160 mm
Säätöjalka	FSZJ-SJ1-16

A-hall.FUT

Koja Oy  
PL 351  
Lentokentänkatu 7  
33101 TAMPERE

Puhelinnumero  
03-2625111

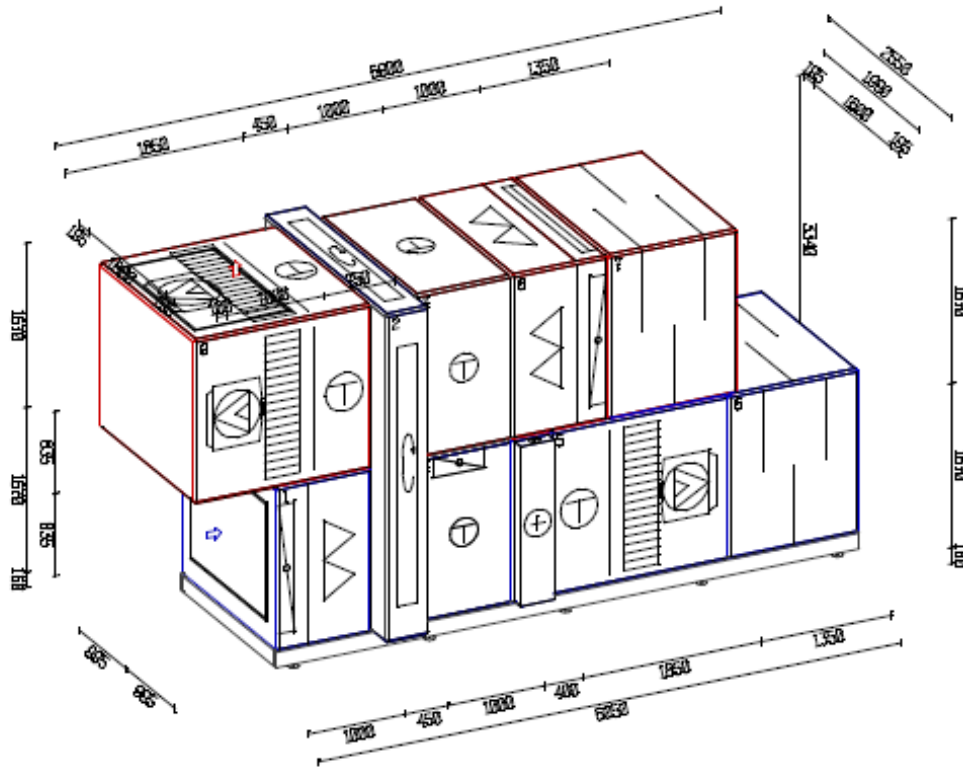
Telefax  
03-2625408

E-mail osoite  
etunimi.sukunimi@koja.fi

**Koneen kuva**

Mittakaava: Ei mittakaavaa

Vasen yläkulma

**Tulokone**

Imuaukko, liitettävän kanavan koko

1600 x 1200 mm

**Poistokone**

Paineaukko, liitettävän kanavan koko

1600 x 1000 mm

Tiiviysluokka CEN B, kun kone toimitetaan enintään 3 lohkossa ja CEN A, kun kone toimitetaan 4 - 7 lohkossa, lämpöeristys 50 mm.

Painot, mitat ja tilavuudet

Koneen paino (sis. moottorin)

4147 kg

Koneen tilavuus

39.7 m<sup>3</sup>

Koneen valppapinta-ala

104.1 m<sup>2</sup>



## Future - ilmkäsittelykone

Mitoitusohjelma

Versio 2012.5

14.3.2013

Sivu: 7

Lisenssihaltija: CD-versio 2012.5

Koneen kuvaus: Varusteluosasto/

1. Vaippamoduuli	FMOD-1815-R-1-1000-1-S 1000 * 1990 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	279 kg 3.3 m <sup>2</sup> 8.7 m <sup>2</sup>
2. Vaippamoduuli	FMOD-1815-R-1-450-2-S 450 * 2550 * 3340 mm Vaippamoduulin pinta-ala	655 kg 3.8 m <sup>2</sup> 10.2 m <sup>2</sup>
3. Vaippamoduuli	FMOD-1815-R-1-1000-2-S 1000 * 1990 * 3340 mm Vaippamoduulin pinta-ala	577 kg 6.6 m <sup>2</sup> 26.3 m <sup>2</sup>
4. Vaippamoduuli	FMOD-1815-R-1-400-1-S 400 * 1990 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	172 kg 1.3 m <sup>2</sup> 2.9 m <sup>2</sup>
5. Vaippamoduuli	FMOD-1815-R-1-1850-1-S 1850 * 1990 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	587 kg 6.1 m <sup>2</sup> 13.5 m <sup>2</sup>
6. Vaippamoduuli	FMOD-1815-R-1-1350-1-S 1350 * 1990 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	506 kg 4.5 m <sup>2</sup> 9.9 m <sup>2</sup>
7. Vaippamoduuli	FMOD-1815-L-1-1350-1-S 1350 * 1990 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	506 kg 4.5 m <sup>2</sup> 9.9 m <sup>2</sup>
8. Vaippamoduuli	FMOD-1815-L-1-1000-1-S 1000 * 1990 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	279 kg 3.3 m <sup>2</sup> 7.3 m <sup>2</sup>
9. Vaippamoduuli	FMOD-1815-L-1-1850-1-S 1850 * 1990 * 1670 mm Vaippamoduulin pinta-ala	587 kg 6.1 m <sup>2</sup> 15.3 m <sup>2</sup>

## LIITE 12 Järjestelmän kustannukset ja korjausohjelma

TAKU™

TAVOITEHINTA

14.3.2013

Sivu 1/2

Opetuskäyttö

Seinäjoen ammattikorkeakoulu

Hanke:  
10 10 Inhan Tehtaat Oy

Saarikyläntie 21  
63700 Ähtäri

Vaihe: Budjetointi  
Paikkakunta: Muu Länsi-Suomi  
Haahtela-ind.: 72,0 / 1.2013  
Hintataso: 72,0 / 08.2013  
Laajuus: 5 629 m<sup>2</sup>, 5 853 brm<sup>2</sup>, 34 532 m<sup>3</sup>  
Hankekoko: 5 853 brm<sup>2</sup>  
Jakaja: 5 629 m<sup>2</sup>  
Korjausaste: 16,8%

### HANKINTAHINTA, KORJAUS - PÄÄRYHMITÄIN

Talo 2000 Hankenimikkeistö	€	€/m <sup>2</sup>	%
<b>1 Rakennusosat</b>			
11 Alueosat	8 000	1	1,1
12 Talo-osat	53 000	9	7,4
13 Tilaosat	13 000	2	1,8
<b>Yhteensä</b>	<b>73 000</b>	<b>13</b>	<b>10,2</b>
<b>2 Tekniikkaosat</b>			
21 Putkiosat	62 000	11	8,6
22 Ilmanvaihto-osat	327 000	58	45,5
23 Sähköosat	14 000	2	2,0
24 Tieto-osat	46 000	8	6,4
25 Laiteosat			
<b>Yhteensä</b>	<b>449 000</b>	<b>80</b>	<b>62,4</b>
<b>3 Hanketehtävät</b>			
31 Hankkeen johtotehtävät	29 000	5	4,1
32 Suunnittelutehtävät	29 000	5	4,1
33 Rakentamisen johtotehtävät	89 000	16	12,4
34 Työmaatehtävät	27 000	5	3,8
<b>Yhteensä</b>	<b>175 000</b>	<b>31</b>	<b>24,4</b>
<b>RAKENNUS</b>	<b>697 000</b>	<b>124</b>	<b>97,0</b>
<b>4 Kiinteistötehtävät</b>			
41 Maa-alue tehtävät	7 000	1	0,9
42 Rahoitus ja markkinointi			
<b>Yhteensä</b>	<b>7 000</b>	<b>1</b>	<b>0,9</b>
<b>KIINTEISTÖ</b>	<b>703 000</b>	<b>125</b>	<b>97,9</b>

## TAVOITEHINTA

Sivu 2/2

Talo 2000 Hankenimikkeistö	€	€/m <sup>2</sup>	%
<b>5 Käyttäjätehtävät</b>			
51 Tilavarustus			
52 Toiminnan ylläpito			
<b>Yhteensä</b>			
<b>6 Hankevaraukset</b>			
61 Suunnitelma- ja hintamuutokset	9 000	2	1,2
62 Muut varaukset	6 000	1	0,8
<b>Yhteensä</b>	<b>15 000</b>	<b>3</b>	<b>2,1</b>
<b>HANKE</b>	<b>718 000</b>	<b>128</b>	<b>100,0</b>
Arvonlisävero 24% (ei sis. tontin hankintaa ja hankerahoitusta)	172 000	31	
<b>HANKE YHTEENSÄ</b>	<b>891 000</b>	<b>158</b>	



Hanke:  
10 10 Inhan Tehtaat Oy

Vaihe: Budjetointi

Paikkakunta: Muu Länsi-Suomi

Haahella-ind.: 72,0 / 1.2013

Hintataso: 72,0 / 06.2013

Laajuus: 5 629 m<sup>2</sup>, 5 853 brm<sup>2</sup>, 34 532 m<sup>3</sup>

Hankekoko: 5 853 brm<sup>2</sup>

Jakaja: 5 629 m<sup>2</sup>

Korjausaste: 16,8%

### TILOJEN KORJAUSASTEET %

Osa Tilanimike	Pinta-ala m <sup>2</sup>	Seinä pinta %	Katto pinta %	Kalut pinta %	Lattiat pinta %	Ikku- teet %	Ovet nat %	Väliseinät %	Väliseinät rak. %	Ap er. %	Runko %	Uiko- veip. %	Uiko- tasot %	Läm- mitys %	Vesi- viem %	IV- kan. %	IV- kone %	Muu LVV %	Valais tus %	Sähkö jako %	Sähkö kesku %	Sähkö muu han %		
A Varustelu	1795,0	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	30	0	120	110	0	0	20	20	0	0
A Hitsaamo	3834,0	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	30	0	120	110	0	0	20	20	0	0
Pinta-ala yhteensä	5629,0																							
Pinta-ala yhteensä	5629,0																							

LIITE 13 Uuden järjestelmän ilmanvaihtopiirustukset

