Petri Heiskanen

TEOLLISUUSHALLIN ILMANVAIHTO

Opinnäytetyö
Talotekniikan koulutusohjelma

Toukokuu 2010

MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU
Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	**Opinnäytetyön päivämäärä** 21.5.2010
Tekijä(t) Petri Heiskanen	**Koulutusohjelma ja suuntautuminen** Talotekniikka

Nimeke

Teollisuushallin ilmanvaihto

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella toimiva ja määräykset täyttävä ilmanvaihtojärjestelmä Joensuussa sijaitsevaan teollisuushalliin. Työssä tutkittiin ilmanvaihdon ratkaisuvaihtoehtoja koneellisen poistoilmajärjestelmän ja LTO-järjestelmän välillä sisäilman laadun, lämpöolojen ja energiakulutuksen näkökulmasta. Ilmanvaihdon lisäksi työssä selvitettiin järjestelmien välisiä perustamis- ja käyttökustannuksia sekä takaisinmaksuaikoja.

Kirjallisuuden, internetin sekä aikaisimpien kokemusten avulla perehdyttiin järjestelmiin ja teollisuusilmastointiin yleensä. Näiden tietojen pohjalta laadittiin esisuunnitelmat molemmista järjestelmistä.

LTO-järjestelmän takaisinmaksuajaksi verrattuna koneelliseen poistoilmajärjestelmään saatiin 20 vuotta.

Molemmat ilmanvaihtosuunnitelmat vastaavat nykyaikaista määräykset täyttävää teollisuushallien ilmanvaihtoa, joilla tilaaja saa toteutettua halliin toimivan järjestelmän.

Asiasanat (avainsanat)

Teollisuus, ilmanvaihto, sisäilmasto

Sivumäärä	Kieli	URN
24	suomi	

Huomautus (huomautukset liitteistä)

Ohjaavan opettajan nimi Aki Valkeapää	**Opinnäytetyön toimeksiantaja**

DESCRIPTION

MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	**Date of the bachelor's thesis** 21.5.2010
Author(s) Petri Heiskanen	**Degree programme and option** Building Services
Name of the bachelor's thesis Air conditioning of an industrial hall	

Abstract

The objective of the thesis was to design a functional ventilation system for an industrial hall which meets the present regulations. I studied two solutions: mechanical exhaust ventilation and heat-exchange ventilation systems from the perspective of indoor climate and energy efficiency. I also examined the costs of installation, operation and maintenance. The internal rate of return on investment was a key criterion in choosing the right system.

I became familiar with these systems by using literature, internet and previous knowledge. With these sources of information I gathered pre-plans of both systems.

The internal rate of return of the heat-exchange ventilation system was calculated to be 20 years. In this case it was not found to be very cost-effective. Both systems meet the standards of present regulations and offer the customer an alternative in designing a ventilation system.

Subject headings, (keywords) Industry, ventilation, indoor air		
Pages 24	**Language** finnish	**URN**
Remarks, notes on appendices		
Tutor Aki Valkeapää	**Bachelor's thesis assigned by**	

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO 5
1.1 Insinöörityön taustaa 5
1.2 Työn tavoitteet ja rajaus 5
1.3 Insinöörityön rakenne 6

2 TEOLLISUUSILMASTOINTI 6
2.1 Teollisuusilmastoinnin määritelmä 7
2.2 Sisäilmasto 7
2.3 Sisäilmaston tavoitteet 8
2.4 Järjestelmät 8
2.5 Kohdeilmanvaihto 11

3 KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT 11

4 SUUNNITTELUPERUSTEET JA TAVOITETASOT 13
4.1 Mitoitusperusteet 13
4.2 Ilmanjakomenetelmät ja niiden soveltuvuus kohteeseen 16
4.2.1 Syrjäyttävä ilmanjako 16
4.2.2 Sekoittava ilmanjako 17

5 TUTKITTAVAT RATKAISUVAIHTOEHDOT 18
5.1 Koneellinen poistoilmajärjestelmä 18
5.2 Koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä 19
5.2.1 Lämmönsiirrin 19
5.2.2 Kanavisto 20
5.2.3 Ilmanjakolaitteet 20
5.2.4 Valittu järjestelmä 21

6 JÄRJESTELMIEN KUSTANNUKSET JA TAKAISINMAKSUAJAT 21
6.1 Järjestelmien perustamiskustannukset 21
6.2 Takaisinmaksuajat 22

7 POHDINTA 23

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

1.1 Insinöörityön taustaa

Insinöörityön tarkoituksena on toimia näyttönä opintojen sisäistämisestä. Tämä insinöörityö on tehty toimeksiantona joensuulaiselle LVI-alan yritykselle, Lämpökarelia Oy:lle. Olen suorittanut opintoihini liittyvän harjoittelun Lämpökarelia Oy:ssä ja työskentelen yrityksessä edelleen.

Lämpökarelia Oy on LVI-alan yritys ja se on perustettu vuonna 1992. Yrityksen hallituksen muodostavat omistajat Jari ja Raimo Könönen. Jari Könönen on yrityksen toimitusjohtaja ja Raimo Könönen hallituksen puheenjohtaja. Lämpökarelia Oy:n toimipisteet sijaitsevat Joensuussa ja pääkaupunkiseudulla, Vantaan Tikkurilassa. Yritystoiminnan alkuajoista lähtien yritys on kasvattanut toimintaansa kiihtyvällä vauhdilla ja tällä hetkellä Lämpökarelia Oy työllistää noin 40 henkilöä. Henkilöstöstä kymmenkunta on toimihenkiöitä ja 30 miestä kuuluu remonttimyynnin ja urakoinnin piiriin.

Tämä insinöörityö on lähtenyt liikkeelle, kun keskustelin opinnäytetyön tekemisestä ja aiheesta toimitusjohtaja Jari Könösen kanssa. Yritys oli juuri saanut toimeksiannon teollisuushallin ilmanvaihdon suunnittelusta ja toteutuksesta Jukka Karttuselta. Insinöörityöni siis käsittelee kyseisen hallin ilmanvaihtoa ja siihen soveltuvia eri ratkaisuvaihtoehtoja.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaus

Insinöörityöni aiheena on suunnitella kohteeseen toimiva ja määräykset täyttävä ilmanvaihtojärjestelmä. Eri ratkaisuvaihtoehtoja tarkastellaan sisäilman laadun, lämpöolojen ja energiakulutuksen kannalta. Insinöörityöni ei siis ole puhdas suunnittelutyö, jossa kohteeseen mitoitettaisiin tietty järjestelmä tarkkoine suunnitelmineen ja laitevalintoineen. Tarkoituksena on enemmänkin käsitellä paria kohteeseen soveltuvaa ratkaisuvaihtoehtoa ja esittää niiden perustamis- ja käyttökustannuksia sekä soveltuvuutta hallin erinäisiin käyttö-

tarkoituksiin. Eri ratkaisumallien välinen energiakulutus ja takaisinmaksuaikojen tarkastelu kuuluu myös osana työhön.

1.3 Insinöörityön rakenne

Insinöörityö jakautuu kolmeen osaan, aihetta käsittelevään teoriaosaan ja suunnitteluosaan sekä viimeisessä osassa tapahtuvaan kustannusvertailuun eri ratkaisumallien välillä. Toisessa luvussa on kerrottu teollisuusilmastoinnista yleensä. Luvussa 3 on esitelty insinöörityönä olevan kohteen lähtötiedot. Luvussa 4 keskitytään suunnitteluperusteisiin ja asetetaan kohteeseen tavoitetasot.

Luvussa 5 käsitellään kohteeseen soveltuvia eri ratkaisuvaihtoehtoja. Tässä luvussa tarkastellaan eri järjestelmiä ja niiden soveltuvuutta kyseisen hallin käyttötarkoituksiin. Tarkastelun kohteena on koneellinen poistoilmajärjestelmä, jossa jokaiseen osastoon tulisi huippuimuri. Lisäksi tarkastellaan LTO:lla varustettua koneellista tulo- ja poistoilmajärjestelmää sekoitus- eli laimennusilmanjakoa käyttäen. Luvussa sivutaan myös syrjäyttävän ilmanjaon soveltuvuutta kohteeseen. Kuudennessa luvussa vertaillaan perustamiskustannuksia eri ratkaisumallien välillä. Luvussa tarkastellaan myös järjestelmiä takaisinmaksuaikojen kannalta. Luvussa 7 pohditaan ja analysoidaan saatuja tuloksia.

2 TEOLLISUUSILMASTOINTI

Teollisuusilmastoinnin perusero muiden tilojen ilmanvaihtoon on siinä, että teollisuusilmastoinnissa mitoittavat tekijät ovat yleensä muut kuin ihmisperäiset tai rakenteiden ja pintamateriaalien aiheuttamat päästöt. Olisi kätevää, jos teollisuusilmastoinnin laatu voitaisiin määritellä yleisesti sovitulla luokituksella. Tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, sillä jokainen tapaus on yksilöllinen ja arvot suhteellisia. Hyvä sisäilmasto autokorjaamossa merkitsee jotain muuta kuin hyvä sisäilmasto leipomossa. /1/

2.1 Teollisuusilmastoinnin määritelmä

Teollisuusilmastointi on työ- ja tuotantotilojen sisäilman ja päästöjen hallintaa ilma- ja lämpötekniikkaa hyväksikäyttäen. Teollisuusilmastoinnista käytetään myös pidempää määritelmää: "Teollisuusilmastoinnissa virtausteknisin keinoin saavutetaan ja hallitaan turvallinen, terveellinen ja viihtyisä sisäilmateollisuustiloissa ja tiloissa, joissa ilmanvaihdon ja ilmankäsittelyn tarpeen määrää työntekijän tarpeitten ja toimintojen sekä rakenteellisten asioiden lisäksi, ja useimmiten ensisijaisesti, muut tekijät, kuten tuotantoprosessit". /1/

2.2 Sisäilmasto

Sisäilmaston merkitys terveyden ja viihtyvyyden edistäjänä korostuu koko ajan. Ihmiset oleskelevat suurimman osan ajastaan sisällä, joten sisäilman laatu on ulkoilmaakin tärkeämpi. Hyvällä sisäilmastolla vähennetään sairauksia sekä parannetaan viihtyvyyttä ja nostetaan työtehoa. Hyvä sisäilmasto on yksi rakentamisen päätavoitteista. Käytännössä kuitenkin yhä useammin tästä tavoitteesta joudutaan tinkimään, eikä hyvään ja rakennuksen käyttäjiä tyydyttävään lopputulokseen aina päästä. Sisäilmaston lopulliseen laatuun vaikuttavat kuitenkin niin monet eri asiat, kuten esimerkiksi lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteet, rakennustekniikka, rakennustöiden suorittaminen ja käytetyt materiaalit sekä tietenkin rakennuksen käyttö ja kunnossapito. Hyvään sisäilmastoon päästään, kun otetaan edellä mainitut asiat huomioon suunnittelun, rakentamisen ja käytön kaikissa vaiheissa.

Ilmanvaihdon tarkoituksena on ylläpitää hyvää sisäilmaston laatua. Vaatimustaso perustuu määräysten (RakMK D2) lisäksi tiloissa oleskelevien ihmisten terveys- ja viihtyisyysvaatimuksiin. Ilmanvaihdon mitoitus on perinteisesti lähtenyt siitä olettamuksesta, että sisäilman pääasiallisia epäpuhtauslähteitä ovat ihmiset ja ihmisen toiminnot. Teollisuusilmastoinnissa näin ei kuitenkaan välttämättä ole vaan ilmanvaihdon tarpeen suurimpia aiheuttajia voivat olla koneet ja laitteet sekä hallissa suoritettava tuotantotyö. /2/

2.3 Sisäilmaston tavoitteet

"Ilmastointijärjestelmän valinnan ensimmäisiä perustehtäviä on sisäilmastotavoitteiden asettelu. Laatutavoitteista on määriteltävä /3/:

- termiset olosuhteet, ilman nopeus ja suhteellinen kosteus
- ilman epäpuhtauspitoisuusraja
- äänitaso
- yksilölliset säätömahdollisuudet
- olosuhteet tai kuormitus, joissa tavoitearvot saavutetaan"

Kohteen sisäilmaston tavoitteena on luoda halliin viihtyisä sekä tuottava työympäristö. Hallin tuotantoprosessi ei vaadi ilmastoinnilta sen enempää kuin siellä työskentelevät ihmisetkään.

2.4 Järjestelmät

Teollisuusilmastoinnin ilmankäsittelyjärjestelmän ensisijaisena tehtävänä on luoda hyvä ilmanlaatu poistamalla epäpuhtaudet ja tuomalla puhdasta ilmaa. Toisena tehtävän on antaa hyvä terminen viihtyvyys, joka merkitsee tasaista lämpötilaa ja pieniä lämpötilaeroja. Ilmanjakolaitteiston valintaan vaikuttavat monet tekijät, kuten miten paljon epäpuhtauksia halutaan poistaa sekä terminen ja akustinen viihtyvyys. Valitsemalla sopiva ilmanjakomenetelmä ja käyttämällä oikeita ilmanjakolaitteita, pystytään ilman virtaus huonetilan läpi toteuttamaan siten, että vaatimukset täytetään. /4/

Poistoilmaimun sekä tuloilmasuihkujen virtauskuviot poikkeavat suuresti toisistaan. Poistoilmaventtiilit vaikuttavat pelkästään välittömään läheisyyteen, eikä siis useimmiten ole

kovinkaan merkityksellinen ilmastoinnin kannalta. Tästä huolimatta ei ole samantekevää, mihin poistoventtiilit asennetaan suhteessa tuloilmaventtiileihin. Poikkeuksena ovat tietysti erilaiset kohdepoistojärjestelmät, joissa epäpuhtauksia poistetaan välittömästi niiden muodostumiskohdasta. /4/

Teollisuusilmastoinnissa on neljä eri perusperiaatetta, joiden avulla voidaan pyrkiä ilmastointijärjestelmän tavoitetasoihin /1/:

- Mäntäperiaate
  Tässä periaatteessa ilmaolosuhteita hallitaan puhtaasti mekaanisen virtauksen avulla ja pyritään pitämään virtauskenttä tasaisena läpi koko kentän. Tätä tekniikkaa käytetään usein mm. puhtaissa tiloissa, laboratorioissa ja maalaamoissa.

- Kerrostumaperiaate
  Olosuhteita hallitaan lämpötilakerrostumien avulla. Ajavana voimana on useimmiten lämpötilaeroista johtuvat tiheyserot. Tyypillisiä esimerkkejä käytettävistä ilmanjakomenetelmistä ovat mm. painovoimainen ilmanvaihto sekä syrjäyttävä ilmanjako.

- Vyöhykeperiaate
  Tässä olosuhteita pyritään hallitsemaan ilmastoinnilla tietyissä osassa tilaa ja sallia lämmön tai epäpuhtauksien kerrostuminen muualla tilassa. Ilmastoitava tila voidaan myös jakaa eri osiin, joita hallitaan eri periaatteita soveltaen.

- Sekoitusperiaate
  Tavoitteena tasaiset olosuhteet koko huoneilmassa. Tyypillinen esimerkki periaatteen toteuttamisesta on sekoittava ilmanjako.

Näistä periaatteista kaksi on yleisemmin käytettyjä ja teollisuuden ilmajakojärjestelmät voidaankin luokitella näihin kahteen perusjärjestelmään.

Sekoitusperiaate

Sekoitus- eli toisin sanoen laimennusilmanjaossa pyritään sekoituksella tasaamaan olosuhteet eri puolilla hallia siten, että saadaan tuloilman sekoittuminen mahdollisimman tehokkaaksi kaikkialla halutuilla alueilla. Sekoittavan järjestelmän tuloilmalaitteilla tulisi olla hyvä sekoitussuhde eli induktio ja yleensä suuri impulssi (jotta ilma huuhtelee kaikki paikat). Sekoitusperiaate on usein tarkoituksenmukainen osavuotisessa käytössä tai pienillä lämpökuormilla. Tässä järjestelmässä pyritään poistamaan epäpuhtauksien haittavaikutukset laimentamalla niiden pitoisuudet riittävän alhaisiksi ja pitämään lämpöolosuhteet vakiona koko huonetilavuudessa. Tiloissa, joissa syntyy voimakkaita pistemäisiä lämpö- tai epäpuhtauslähteitä, ei sekoittava ilmanvaihto anna parhainta tulosta. /3, 5/

Kerrostumaperiaate

Syrjäyttävässä ilmanvaihdossa pyritään hyödyntämään tilassa olevien lämmönlähteiden kuten ihmisten aiheuttamia pystysuoria konvektiovirtauksia. Johtamalla alilämpöinen tuloilma hallin alaosaan, saadaan aikaan epäpuhtauksien kerääntyminen lämpimän ilman mukana tilan yläosaan mistä ne poistetaan. Syrjäyttävällä ilmanjaolla on mahdollista saada aikaan sekoittavaa ilmanjakoa huomattavasti tehokkaampi ilmanvaihto erityisesti tiloissa, joissa on lämpimiä epäpuhtauslähteitä. Silloin oleskelualueella on alhaisempi lämpötila kuin sekoittavassa ilmanjaossa samalla tuloilmavirralla. Syntynyt terminen rajakerros estää puhtaan ja likaantuneen ilman sekoittumisen keskenään ja työskentelyvyöhykkeelle muodostuu näin puhtaan ilman vyöhyke. Lattialle sijoitettavat syrjäyttävät ilmanjakolaitteet vievät tilaa ja rajoittavat jonkin verran prosessilaitteiden sijoittelua ja muutosmahdollisuuksia. Laitteita ja muita kalusteita ei voida sijoittaa vapaasti varsinkaan saneerauskohteisiin. /5, 6/

2.5 Kohdeilmavaihto

Kohdeilmanvaihto on usein tehokkain ja taloudellisin keino hallita teollisuuden prosesseista vapautuvia epäpuhtauksia. Kohdepoistojen avulla pyritään poistamaan epäpuhtaudet jo muodostumispaikaltaan ennen niiden leviämistä työpaikan ilmaan. Tilanteissa, joissa työntekijä joutuu työskentelemään lähellä epäpuhauslähdettä se voi olla ainoa tapa saavuttaa hyvä hengitysilma. Sen takia paikallisilmanvaihtoa onkin käytettävä aina, kun päästöt ovat merkittäviä ja ne voidaan paikallistaa.

Kohdepoistojen avulla luodaan hallittu, imuaukkoon suuntautuva ilmavirtaus päästölähteen läheisyyteen. Päästöjä kokoavaa laitetta sanotaan huuvaksi. Kohdeilmanvaihdon toimivuus riippuu monesta tekijästä. Näitä ovat imuaukon, eli huuvan, sijainti ja muoto, poistoilmavirta, häiriövirtaukset, epäpuhtauslähteen ominaisuudet, paikallisen tuloilman ja puhallussuihkujen käyttö sekä tietenkin työntekijä. Yksi yleisimmistä kohdepoiston sovellutuskohde on hitsaus, jossa hitsaushuurut poistetaan hitsauskohdasta liikuteltavan huuvan avulla. /1/

3 KOHTEEN LÄHTÖTIEDOT

Kohde sijaitsee Joensuun Ivontiellä. Hallin toiseen päähän on rakennettu kaksikerroksinen toimisto-osa, jossa muutama toimisto sekä sosiaalitilat saunoineen ja pesutiloineen. Hallin kokonaistilavuus on 8500 m^3 ja kokonaiskerrosala 1022 m^2. Kun näistä arvoista vähennetään toimisto-osan osuus, jää halliosan tilavuudeksi 7300 m^3 ja kerrosalaksi 754 m^2. Rakennuksen paloluokka on P2 ja koko halliosa on samaa paloluokkaa osastoinnista huolimatta.

Halli jakautuu selkeästi neljään erilliseen osastoon. Ensimmäinen osasto käsittää korjaamotilan, jossa tehdään pienehköjä huolto- ja korjaustöitä. Osastoon suunnitellaan myös yksi kohdepoisto mahdollista hitsaustyötä varten. Toista osastoa voidaan sanoa pesutilaksi, jossa pestään satunnaisesti autoja ja työkoneita. Käyttäjä on hankkinut tilaan kaksi kuumailmapainepesuria (Kärcher HDS 1195-4 Eco). Kolmas osasto toimii varastona ja sinne on tarkoitus sijoittaa myös mahdollinen ilmanvaihtokone. Neljäs ja suurin osasto toimii tuotantotilana, jossa tullaan valmistamaan mm. rakennusjätteistä eristeitä uusiokäyttöön.

Hallin kahta ensimmäistä osastoa tullaan vuokraamaan Lemminkäiselle, joka huoltaa ja pesee kalustoaan siellä tarpeen vaatiessa. Varasto- ja tuotantotilat jäävät tilaajan eli Jukka Karttusen omaan käyttöön. Varastotila toimii nimensä mukaisesti varastona ja tuotantotilassa prosessoidaan muovia ja villaa sekä paperijätettä uusiokäyttöön esimerkiksi puhallusvillaksi. Jätteet murskataan ja prosessoidaan kahdella murskaavalla paalaimella (LIITE 1).

Hallin korjaamo- ja tuotantotiloja käytetään päivittäin 8 tuntia, pesutilaa puolestaan satunnaisesti ehkä noin pari tuntia päivässä. Hallissa työskentelee päivittäin noin viisi työntekijää. Koko hallia lämmitetään Termis-lämminilmapuhaltimilla (LIITE 2), jotka tilaaja on jo hankkinut ja asennuttanut paikoilleen.

Jukka Karttunen on rakennuttanut hallin läheisyyteen oman lämpölaitoksen, joka käyttää polttoaineena haketta. Hakkeen hankintahinnaksi Karttunen kertoo 10€/m^3. Kun otetaan huomioon lämpölaitoksen ylläpitokustannukset, kattilan hyötysuhde ja mahdolliset lämpöhäviöt, saadaan energian hinnaksi laskelmien jälkeen ~20 €/MWh.

4 SUUNNITTELUPERUSTEET JA TAVOITETASOT

4.1 Mitoituksen perusteet

"Ilmavirtojen mitoitus perustuu seuraaviin tavoitteisiin /3/:

- ilmaa vaihdetaan niin paljon, kuin epäpuhtauksien ja kuormitustekijöiden (pölyt, kaasut, kosteus, ylilämpö) hallitseminen vaatii
- ilmaa tuodaan sisälle niin paljon kuin poistot ja prosessi vie sitä pois
- ilmaa vaihdetaan niin paljon kuin määräykset edellyttävät
- ilmaa vaihdetaan niin paljon, että sen raikkaus on tyydyttävä"

Suunnitteluperusteena on saada hallin jokaiseen osastoon toimiva määräykset täyttävä ilmanvaihto. Tilaajan pyynnöstä vertaillaan paria eri järjestelmää ja niiden perustamis- ja käyttökustannuksia sekä soveltuvuutta hallin tarpeisiin.

Tästä eteenpäin tarkastellaan hallin eri osastoja pääasiassa erillisinä yksikköinä.

Koska hallin henkilökuormituksen mukaiselle ilmavirtojen mitoitukselle ei ole riittäviä perusteita käytetään pinta-alaan perustuvaa mitoitusta. Hallissa ei myöskään synny suuria lämpökuormia prosesseista tai laitteista, joten pinta-alaan perustuva mitoitus on tässä tapauksessa järkevin.

Suomen rakennusmääräyskokoelman D2:n mukaan keskiraskaan tehdastyöpaikan minimi ulkoilmavirta on 1,5 (l/s)/m^2 /7/. Tämä tuloilmavirta riittää hallin varasto- ja tuotantotilan tuloilmavirraksi.

Korjaamotilassa tapahtuva huoltotyö on myös ns. keskiraskasta tehdastyötä, mutta tarvitsee ainakin yhden kohdepoiston mahdollista hitsausta varten. Korjaamossa tehtävä työn luon-

teen vuoksi tuloilmavirraksi valitaan 2 litraa sekunnissa lattianeliötä kohden, joka on hieman vaadittua minimitasoa suurempi.

Pesutilan ilmanvaihdon mitoituksesta keskustelin Energent Oy:n Sami Ollikaisen kanssa. Käännyin hänen puoleen, koska Energent Oy:n LTO-koneet soveltuvat ehkä parhaiten tällaisten "likaisten" tilojen ilmanvaihdon järjestämiseen. Lisäksi hänellä on tietoa ja kokemusta pesutilojen ilmanvaihdon suunnittelusta ja toteutuksesta yleensä. Pesutilan molemmissa päissä on nosto-ovet, joten osa kosteuskuormasta poistuu pesun jälkeen ovien kautta. Pesutilan mitoituksessa voidaan Ollikaisen mukaan käyttää 4-8 (l/s)/ m^2 tapauksesta riippuen. Koska suuri osa kosteuskuormasta poistuu kuitenkin ns. "läpivetona" ovien kautta, päädyin 6,0 (l/s)/m^2. Pesuhallin tuloilmavirta pienenee 1,5 (l/s)/m^2, kun pesuhallissa ei ole pesutoimintaa.

Kolmannessa osastossa mitoitusperusteena olisi tavallisesti varastotilan ilmanvaihdon tavoitetasot eli 0.35 (l/s)/ m^2. Keskusteltuani tilaajan kanssa päädyimme kuitenkin siihen lopputulokseen, että mitoitetaan varastotilat samoilla mitoitusarvoilla kuin tuotantotilakin, eli 1.5 (l/s)/ m^2. Tämä sen takia, että jos hallin tuotantotiloja joskus halutaan laajentaa varaston puolelle, ei tarvitse puuttua enää ilmanvaihtoon.

Osastokohtaiset tuloilmavirrat saadaan yhtälöstä:

$$q_v = q_u \times A \qquad (1)$$

Korjaamotila q_v = 2,0 (l/s) / m^2 x 114.2 m^2 = 228,4 l/s
Pesutila q_v = 6,0 (l/s) / m^2 x 119.1 m^2 = 714,6 l/s
Varastotila q_v = 1,5 (l/s) / m^2 x 119.1 m^2 = 178,7 l/s
Tuotantotila q_v = 1,5 (l/s) / m^2 x 366,1 m^2 = 549,2 l/s

q_v = ulkoilmavirta, l/s

q_u = ulkoilmavirta lattianeliötä kohden, (l/s)/m^2

A = tehdashallin / osaston pinta-ala, m^2

Hallin kokonaistuloilmavirraksi saadaan 1670 l/s = 1,67 m^3/s.

Poistoilmavirraksi valitaan hieman suurempi ilmamäärä kuin tulopuolella, ottaen kuitenkin huomioon kohdepoiston ilmavirta. Halli on tällöin hieman alipaineinen aina.

Hitsauksen kohdepoiston mitoituksessa käytetään huuvatyypin poistoilmavirtaan ja hitsaushiukkasten sieppausnopeuteen perustuvaa mitoitusta. Huuvaksi valitaan laipallinen kartiohuuva (300cm x 250cm), jonka poistoilmavirta saadaan yhtälöstä /3/:

$$q_v = 0{,}75 \times v_x (10x^2 + A) \qquad (2)$$

$$q_v = 0{,}75 \times 0{,}5 (10 \times 0{,}30^2 + 0{,}075) = 0{,}37 \ m^3/s$$

q_v = poistoilmavirta, m^3/s

v_x = sieppausnopeus, m/s

x = epäpuhtauslähteen sijainti, m

A = imuaukon ala, m^2

Poistoilmakanavaksi valitaan 160 kierresaumakanava, jolloin virtausnopeudeksi saadaan 18 m/s. Puhaltimeksi valitaan Nedermanin N-sarjan puhallin N16 (LIITE 3). Jäteilman ulospuhallus suoraan vesikatolle.

4.2 Ilmanjakomenetelmät ja niiden soveltuvuus kohteeseen

Teollisuustilojen ilmanvaihto voidaan toteuttaa usealla eri menetelmällä. Keskityn nyt kahteen perusjärjestelmään ja tutkin niiden soveltuvuutta kohteeseen.

4.2.1 Syrjäyttävä ilmanjako

Syrjäyttävää ilmanjakotapaa on käytetty teollisuustiloissa jo pitkään. Tämä ilmajako perustuu ilmastoitavan tilan epäpuhtauksien ja lämpötilojen kerrostumiseen. Tavoitteena on aikaansaada hyvät sisäilmasto-olosuhteet oleskeluvyöhykkeelle. Oleskeluvyöhykkeen yläpuolella sallitaan korkeitakin epäpuhtauksia ja poikkeavia lämpötiloja. Termisessä syrjäytyksessä tuloilmaa ei pyritä sekoittamaan koko sisäilmaan kuten sekoittavassa ilmajaossa, vaan ilma tuodaan oleskelu vyöhykkeelle. Alilämpöinen tuloilma laskeutuu lattiatasoon ja etenee pienellä nopeudella läpi oleskeluvyöhykkeen samalla syrjäyttäen edestään lämpimämmän "likaisen" sisäilman. Oikein järjestetyllä ja mitoitetulla syrjäytyksellä saavutetaan sekoitusilmanvaihtoa parempi ilmanvaihdon hyötysuhde. /8/

Soveltuvuus kohteeseen

Tässä ilmajaossa päätelaitteiden valinnalla on tärkeä merkitys ilmanvaihdon onnistumiselle. Päätelaitteet sijaitsevat ilmanjakomenetelmästä johtuen yleensä lattiatasolla. Niistä lähteviä ilmasuihkuja on hankala "hallita" ja ne voivat aiheuttaa mahdollisiin esteisiin osuessaan pyörrevirtauksia. Syrjättävällä ilmanjaolla toteutetussa tilassa on laitesijoitukset tehtävä tarkkaan ja harkiten, ottaen huomioon lämmönlähteet ja työpisteet Terminen syrjäytys ei sovellu kaikkiin teollisuuskohteisiin. Syrjäyttävän ilmanjaon toiminta edellyttää lämpökuormia ja tilojen riittävää korkeutta. Hallissa ei synny isoja lämpökuormia ja epäpuhtauslähteiden määräkin on vähäinen, joten en näe syrjäyttävän ilmanjakomenetelmän soveltuvan parhaiten tähän kohteeseen. /8/

4.2.2 Sekoittava ilmanjako

Sekoittava ilmanjako on teollisuustiloissa käytetyin ilmanjakotapa. Syynä tähän on ilmanjakomenetelmän soveltuvuus niin ilmanvaihtoon kuin tilojen lämmitykseenkin. Sekoitusilmanvaihto voidaan jakaa toimintatavoiltaan kahteen päätyyppiin: yksittäisten suihkujen hitausvoimien aikaansaamaan sekoitukseen ja keskitettyjen pyörrevirtausten aikaansaamaan sekoitukseen. Hitausvoimiin perustuva sekoitustyyppi ja sen eri sovellutukset ovat teollisuusilmastoinnissa käytetyimpiä. Sekoittava ilmanjako on syrjäytystä taloudellisempi järjestelmä, kun ottaa huomioon tilojen lämmityksen. Ilmatilan lämpötilakerrostuma muodostuu hyvin pieneksi. /8/

Soveltuvuus kohteeseen

Sekoittavalla ilmanjaolla saadaan aikaan pysyvä virtauskenttä tuotantotilaan ja sen avulla saadaan tasattua paikallisia lämpötilaeroja sekä estettyä teollisuustilojen häiriövirtauksia. Sekoittavalla ilmanjaolla toteutetussa tilassa voidaan tuotannon laitesijoituksissa tehdä vapaasti muutoksia ilman, että varsinainen ilmanjakotapa kärsisi ja kanavointia jouduttaisiin oleellisesti muuttamaan. Tilojen muunneltavuus on yksi syy, miksi sekoittavalla ilmajakomenetelmällä toteutettu järjestelmä soveltuisi hyvin tähän kohteeseen. Osa hallista on vuokralla ja näin ollen sen osaston laitesijoituksiin voi tulla muutoksia. Hallin lämpökuormat ovat vähäisiä ja epäpuhtauslähteet pieniä, joten sekoittava ilmanjakomenetelmä soveltuu syrjäyttävää menetelmää paremmin tähän kohteeseen.

5 TUTKITTAVAT RATKAISUVAIHTOEHDOT

5.1 Koneellinen poistoilmajärjestelmä

Tilaaja halusi minun ottavan tarkasteluun jonkin perustamiskustannuksiltaan edullisimmasta päästä olevan ilmanvaihtojärjestelmän, joka kuitenkin täyttäisi määräykset. Koneellinen, huippuimureilla toteutettu, poistoilmajärjestelmä on varmasti edullisin vaihtoehto, kun halutaan säästää perustamiskustannuksissa. Tosin tähän järjestelmään ei tule lainkaan lämmöntalteenottoa, joten pitkällä aikavälillä järjestelmä tulee varmasti kalliimmaksi kuin LTO:lla varustettu koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä.

Tässä järjestelmässä hallin jokaiseen osastoon valitaan huippuimurit, joiden avulla saadaan poistettua tarvittava ilmamäärä. Tämän järjestelmän ongelmana on ulkoilman tuonti halliin vedottomasti. Raittiin ilman tuonti perustuu yleensä rakennuksen vaipan vuotoihin ja siihen sijoitettuihin venttiileihin. Ilma aiheuttaa helposti vetoa, koska ilmaa ei ole lämmitetty.

Hallin lämmitys on tarkoitus hoitaa tässä tapauksessa lämminilmapuhaltimilla. Puhaltimen tarkkaan mitoitukseen en nyt tässä syvenny sen tarkemmin vaan kerron periaatteen, jolla järjestelmä toteutetaan. Vaippaan sijoitetun RIS –venttiilin (LIITE 4) ja puhaltimen väli kanavoidaan ja varustetaan kahdella säätöpellillä (LIITE 5) , jotka säätelevät ulko- ja kierrätysilman välistä suhdetta. Näin saadaan raitista ja lämmitettyä ulkoilmaa halliin ja vedon tunne pienenee.

Huippuimureiksi valitsin Koja Oy:n HIFEK –huippuimurit /9/. Huippuimurin asennus onnistuu parhaiten HIFEP –asennuspiipun avulla. Asennuspiipussa on valmiina alipainepellit sekä sähkökaapeleiden läpimenoputket asennettuna.

Imureiden valinnassa käytin apuna HIFEK 01-12 –esitettä (LIITE 6). Siinä olevan mitoitustaulukon avulla valitsin imurit osastoihin. Mitoituksen paine-erona käytin 150 Pascalia, koska kanavistoa ei käytännössä ole ollenkaan tässä tapauksessa (IV-KUVA 1).

Korjaamotilan huippuimuriksi valittiin näiden tietojen pohjalta HIFEK 03-4. Pesu- ja tuotantotilan imureiksi valittiin HIFEK 06-4 niiden suurten ilmamäärien takia. Varaston ilman poistoon riittää pienempi malli HIFEK 02-4/8. Pesutilan imuri varustetaan perinteisellä kellokytkimellä tilan kosteuden poistamisen tehostamiseksi eli kytkimen kautta voidaan ajastaa imurin käyntiaikaa esimerkiksi pesun jälkeen. Muuten huippuimureiden ilmavirtoja säädetään taajuusmuuttajilla.

5.2 Koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä

Koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä LTO:lla varustettuna on varmasti toimivin ratkaisu hallin ilmanvaihtojärjestelmäksi. Järjestelmällä voidaan varmistaa riittävä ja vedoton ilmanvaihto kaikkialla hallissa. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto on investointikustannuksiltaan kallein järjestelmä, mutta käytössä voidaan säästää energiaa lämmön talteenottojärjestelmän ansiosta.

5.2.1 Lämmönsiirrin

Osassa teollisuusilmastointitapauksia lämmöntalteenoton tekee ongelmalliseksi poistoilmassa olevat epäpuhtaudet, jotka likaavat ja syövyttävät lämmönsiirrinpintoja. Olen valinnut kohteeseen Energent Oy:n lämmöntalteenottolaitteiston, joka kestää monia muita järjestelmiä paremmin ilman epäpuhtauksia.

Energentin IV-koneen lämmönsiirrin on tyypiltään kiinteäkennoinen regeneraattori ja se muodostuu kahdesta erillisestä alumiinikennostosta, joihin vuorotellen johdetaan tulo- ja poistoilma. Poistoilmassa lämmennyt kenno luovuttaa lämpönsä, kun kennoon johdetaan tuloilma. Kone sisältää virtausvaihtimen, joka muuttaa jaksoittain kennojen läpi virtaavan ilman kulkusuuntaa. Tehoa säädellään muuttamalla suunnanvaihtoväliä, joka on yleensä 20...60s. Toisen kennoston varautuessa lämpimästä poistoilmasta toinen samanaikaisesti

luovuttaa lämpövarauksensa kylmään tuloilmaan. Kiinteäkennoisen regeneraattorin lämpötilahyötysuhde on korkea, tasapainoilmanvaihdolla noin 75-80 %. /10/

Kennojen aaltomainen rakenne yhdessä edestakaisen ilmavirran ja leveän ilmavirtausraon (4 mm) kanssa takaavat Energent LTO:lle hyvän itsepuhdistuvuusominaisuuden. Huoltoluukun kautta LTO-kennosto voidaan tarkastaa ja tarvittaessa ottaa kennot ulos painepesurilla puhdistusta varten. /10/

5.2.2 Kanavisto

Teollisuushallien ilmanvaihdon kanaviston yleisperiaate on samanlainen kuin missä tahansa muussakin kohteessa. Kanavistosta pyritään tekemään mahdollisimman symmetrinen, että sen tasapainotus olisi helppoa sekä paineen korotuksen tarve mahdollisimman pieni. Ilmanvaihtokanavat sijoitetaan käytännössä rakennuksen ja prosesseiden sallimien tilamahdollisuuksien mukaan. /3/

Myös kanaviston mitoitus tapahtuu teollisuushalleissa, kuten muissakin rakennuksissa. Mitoituksessa käytetään mitoituskäyrästöä (LIITE 7) ja kanavistona käytetään pyöreitä teräskanavia.

5.2.3 Ilmanjakolaitteet

Ilmanjako ratkaisee viimekädessä ilmastoinnin toimivuuden. Tuloilman päätelaitteina olen käyttänyt FläktWoods Oy:n KH –ilmanhajottimia (LIITE 8) /11/. Kanavaan asennetaan ennen jokaista hajotinta IRIS –mittaus- ja säätöpelti (LIITE 9), jonka avulla saadaan päätelaitteelle haluttu ilmamäärä /12/. Tuloilmaventtiilit sijoitetaan suunnitelman osoittamalla tavalla eli melko keskelle hallia (IV-KUVA 2).

Poistoilman päätelaitteiksi valitsin FläktWoods Oy:n EHI –poistoilmalaitteen (LIITE 10) /13/. EHI:n yhtenäinen rakennekokonaisuus muodostuu IRIS -mittaus- ja säätölaitteesta, äänenvaimentimesta sekä imukartiosta. Venttiilit sijoitetaan suunnitelman osoittamalla tavalla.

5.2.4 Valittu järjestelmä

Ilmanvaihtokoneeksi kohteeseen valitaan Energent Oy:n EGP-sarjan kone, EGP15 (LIITE 10). EGP-laite poikkeaa myös rakenteeltaan tavallisesta IV-koneratkaisusta. Kone sisältää jäte- ja raitisilmakanavoinnin säleikköineen, jotka ovat valmiina piippuosassa. EGP – laitteessa talteenottokennot sisältävä, väliseinällä varustettu kaksoiskanava viedään katosta läpi. Ulos jäävä osa on varustettu vastakkaisilla puolilla olevilla ulkosäleiköillä, jotka vuorotellen jaksoittain toimivat raitis- ja jäteilmasäleikköinä. /10/

6 ILMASTOINTIJÄRJESTELMIEN KUSTANNUKSET JA TAKAISINMAKSUAJAT

6.1 Järjestelmien perustamiskustannukset

Järjestelmien investointikustannukset laskin tekemieni suunnitelmien mukaan Visma L7-tarjouslaskentaohjelmalla. Töiden hinnoittelussa käytin voimassa olevaa LVI-toimialan työehtosopimusta 2008 - 2010. Koska ohjelma valitsee automaattisesti edullisimman ostopaikan ja hinnat ovat Lämpökarelia Oy:n omia ostohintoja, lisäsin tarjoukseen 15% katetta kuten normaalissa urakkalaskennassa. Summat eivät sisällä arvonlisäveroa.

Koneellisen poistoilmajärjestelmän hinnaksi sain ohjelmasta 16.770 € (LIITE 12), johon lisätään vielä 20% jo olemassa olevien TERMIS –lämminilmapuhaltimien hankintahinnas-

ta. Tämä siksi, että tässä järjestelmässä ulkoilma lämmitetään juuri näillä puhaltimilla ja ne joudutaan mitoittamaan hieman suuremmaksi lisääntyneen lämmitystarpeen takia. Nykyisten puhaltimien hankintahinta on 10.000 €, joten tämän järjestelmän kokonaishinnaksi saadaan lisäyksen jälkeen 18.770 €.

Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän hinta on huomattavasti kalliimpi. Tämän järjestelmän ilmanvaihtokone maksaa kokonaisuudessaan jo liki 22.000 €. Kun siihen lisätään kanavoinnit ja päätelaitteet säätölaitteineen, saadaan järjestelmän kokonaishinnaksi 36.580 € (LIITE 13). Toki LTO:lla varustetussa koneellisessa tulo- ja poistoilmajärjestelmässä on sisäilmaston laadun ja yleisen viihtyvyyden kannalta huomattavia etuja huippuimurijärjestelmään verrattuna. Vedon tunnetta ei synny lainkaan ja lämmitetty tuloilma saadaan johdettua paremmin oleskeluvyöhykkeelle. Tästä seuraa taas työntekijöiden työtehon kasvaminen ja mahdolliset sairaspoissaolot vähenevät.

6.2 Takaisinmaksuaika

Takaisinmaksulaskelmassa käytetään investoinnin hintana järjestelmien välistä kustannuseroa. Energent Oy:n kanssa tehdyn yhteistyön tuloksena saadut laskelmat osoittavat ilmanvaihdon vuotuiseksi energiankulutukseksi ilman lämmöntalteenottoa 61 MWh. Energentin LTO –laitteiston kanssa vuotuiseksi energiankulutukseksi saadaan puolestaan 16 MWh vuosihyötysuhteen ollessa 74% (LIITE 14). Näin ollen energiansäästö on 45 MWh vuodessa. Kun saatu tulos (45 MWh) kerrotaan energian hinnalla 20 €/MWh, saadaan lämmöntalteenoton vuotuiseksi säästöksi 900 €. Järjestelmien väliseksi eroksi perustamiskustannuksissa saadaan 36.580 – 18.770 = 17.810 €.

Näin ollen Energent-järjestelmän takaisinmaksuajaksi verrattuna koneelliseen poistoilmajärjestelmään saadaan:

$$TMA = \frac{\text{investointikustannukset}}{\text{vuotuinen säästö}} = \frac{17.810€}{900€} = 19{,}8 \text{ vuotta}$$

LTO-järjestelmän takaisinmaksuajaksi saadaan liki 20 vuotta, joka tuntuu melko pitkältä. Laitteiston perustamiskustannuksia nostaa ja samalla takaisinmaksuaikaa pidentää toisesta järjestelmästä puuttuva kanavisto ja päätelaitteet. Takaisinmaksuaika on kuitenkin olemassa, eli lopulta laitteisto kuitenkin maksaa itsensä takaisin. Kuten jo aiemmin kerroin, ei sijoitetun pääoman takaisin saamiseen kuluva aika ole koko totuus, koska huomioon tulee ottaa myös parempi sisäilmaston laatu ja sitä kautta kohentunut työturvallisuus ja –teho.

Koneellisen poistoilmajärjestelmän takaisinmaksuaikaa ei voida laskea ollenkaan, koska poistoilmasta ei oteta lainkaan energiaa talteen vaan se puhalletaan suoraan ulos.

7 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella teollisuushalliin toimiva ja määräykset täyttävä ilmanvaihtojärjestelmä. Tilaajan pyynnöstä tarkasteltiin kahta eri ratkaisuvaihtoehtoja sisäilman laadun ja järjestelmien takaisinmaksuaikojen näkökulmasta. Työssä tutkittiin edullisinta järjestelmää, mikä oli tässä tapauksessa koneellinen poistoilmajärjestelmä ja hieman kalliimpaa mutta sisäilmaston laadun kannalta parempaa Energentin lämmöntalteenottojärjestelmää.

Järjestelmien väliset perustamiskustannukset poikkesivat toisistaan huomattavasti ja koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä maksoi melko tarkalleen kaksi kertaa enemmän kuin vertailtava järjestelmä. Energia on tässä tapauksessa poikkeuksellisen edullista ja sen hinnaksi saatiin laskelmien jälkeen 20€/MWh. Näiden seikkojen vuoksi takaisinmaksuajaksi saatiin 20 vuotta, mikä tuntuu melko pitkältä. LTO –järjestelmään panostettua pääomaa ei siis saataisi kovinkaan nopeasti takaisin energian säästönä, mutta tässä tapauksessa mahdollinen sijoitus menisikin ennen kaikkea sisäilman laadun hyväksi.

Mielestäni onnistuin työn tavoitteessa varsin hyvin ja tärkeimmät vaihtoehdot ja niiden perustamiskustannukset sekä takaisinmaksuajat hallin ilmastoinnin järjestämiseksi tuli käytyä läpi. Uskon, että tämän työn antamien tietojen turvin tilaaja saa valittua ja toteutettua halliin toimivan järjestelmän.

LÄHTEET

1. Tähti, E.,. 2002.Teollisuusilmastoinnin opas. Suomen talotekniikan kehitys-keskus Oy (TAKE).

2. Leppälä, E. 2003. Insinöörityö Sisäilman perussuureiden mittaus. Jyväskylä: Engel Rakennuttajapalvelut Oy.

3. Neste, AIR-IX, Ekono. (1990). Teollisuusrakennusten ilmastointi ja lämmitys.

4. Halminen, E., Kuvaja, O., Köttö, R. (1994). Ilmastointitekniikka. Helsinki: Rakennusalan kustantajat RAK.

5. Seppänen, O. (1994). Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto.

6. Neste. (1987). Teollisuushallien lämmityksen ja ilmastoinnin suunnittelutietoa.

7. Suomen rakentamismääräyskokoelma Osa D2

8. Kauppa- ja teollisuusministeriö, energiaosasto. Syrjäytysilmanvaihto teollisuustiloissa, Tuloilmavirran mitoitus. Helsinki: 1989. Sarja D:173.

9. Koja Oy:n tuote-esite HIFEK- Huippuimuri

10. Energent Oy:n tuote-esitteet: www.energent.fi

11. Fläkt Woods Oy:n tuote-esite Ilmanhajotin KH

12. Fläkt Woods Oy:n tuote-esite Mittaus- ja säätölaite IRIS

13. Fläkt Woods Oy:n tuote-esite Poistoilmalaite EHI

LIITE 1

Murskaava paalain

Säkkiin puristava / paalava paalain

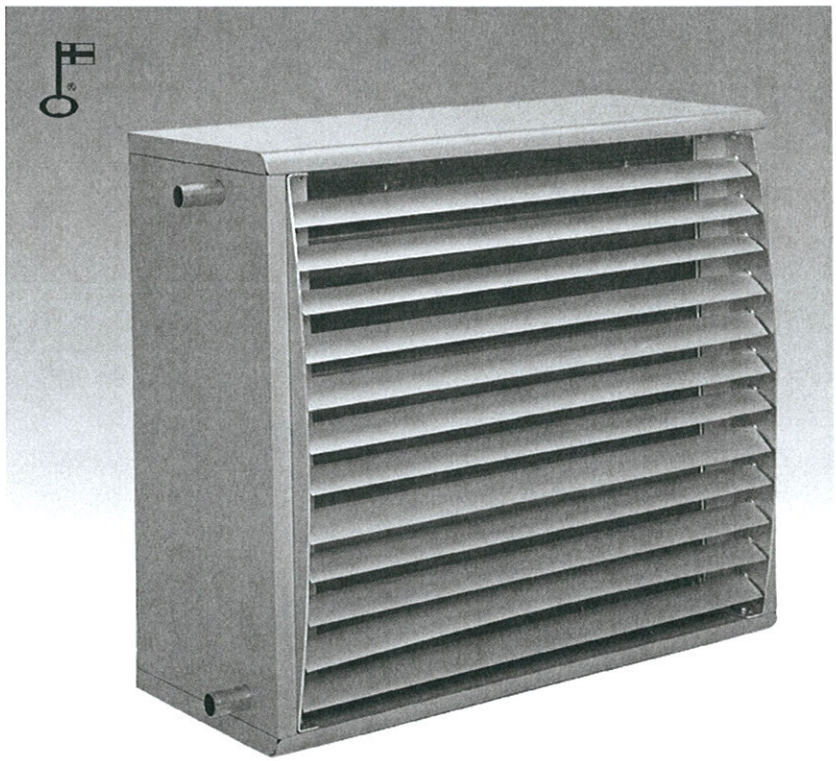
Murskaavan paalaimen toimintaperiaatteet

- edestakaisin pyörivä tela murskaa ja puristaa jätteen/materiaalin
- puristussuhde erittäin korkea, jopa 9:1 riippuen materiaalista
- jatkuva syöttö mahdollista, syöttöluukku voi olla auki koneen käydessä
- materiaali puristetaan n.1m3 -kokoiseen säkkiin, joka on trukkilavan päällä
- voidaan sijoittaa jätteen syntypaikalle
- jatkuva syöttö esim. kuljettimella mahdollista
- erittäin varmatoiminen ja vähän huoltoa vaativa
- ollut käytössä joka puolella eurooppaa yli 10 vuoden ajan

LIITE 2

TERMIS-lämminilmapuhallin

TERMIS-varmluftfläkt



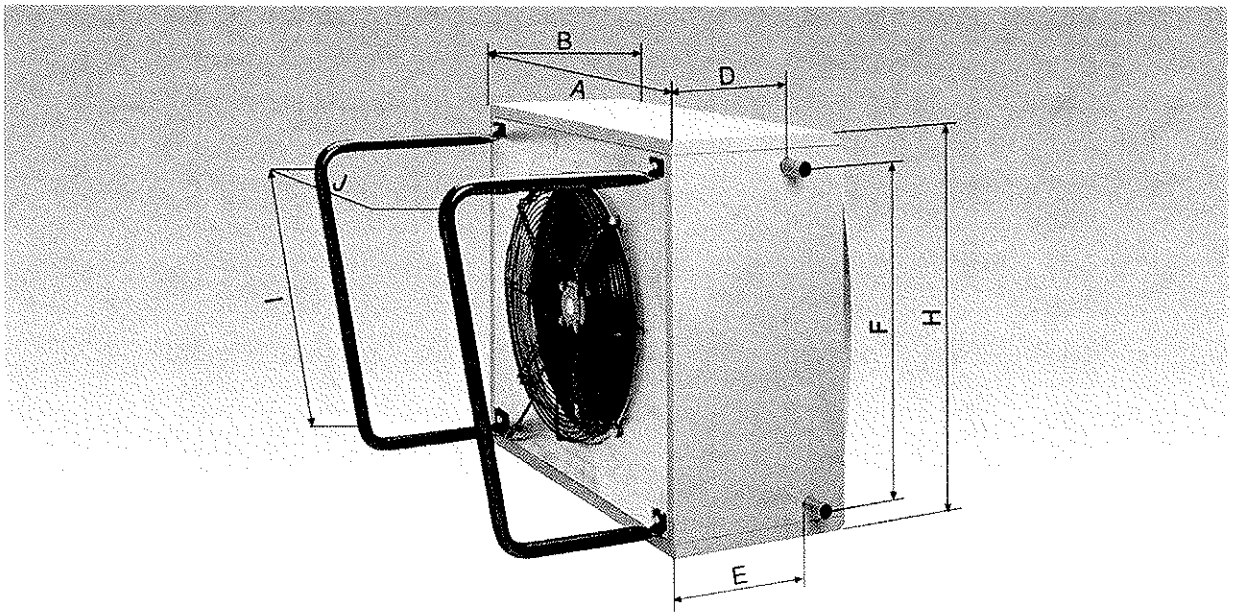
Termis-lämminilmapuhaltimissa yhdistyvät uudet tekniset ratkaisut ja moderni tuotantoteknologia. Uuden puhallinratkaisun ansiosta pyörimisnopeus on portaittain säädettävissä ja tuloksena on käyttömukavuutta lisäävä hiljainen käyntiääni. Ajattoman muotoilunsa ansiosta ne sopivat moniin erilaisiin käyttökohteisiin.

I Termis-varmluftfläktar kombineras de nya tekniska lösningarna och den moderna tillverkningsteknologin. Tack vare det nya fläktutförandet kan varvtalet regleras stegvis. Detta resulterar i ett lågt driftsljud och en högre komfort. Den tidlösa formgivningen gör det möjligt att använda Termis-varmluftfläktar i varierande syfte.

KOJA

Mitta- ja painotiedot

Mått och viktuppgifter



Mitta- ja painotiedot

Termis-lämminilmapuhaltimen asennus onnistuu parhaiten asennuskannakkeilla. Kannakkeille asennetun lämminilmapuhaltimen puhallussuunta on viistosti alaspäin (15°). Puhallussuunta ohjataan säädettävillä suuntaussäleillä. Asennuskannakkeet ja pyörimisnopeuden säätöön tarkoitettu viisiporrasmuuntaja on saatavana lisävarusteena ja mainittava erikseen tilauksessa.

Mått och viktuppgifter

Termis-varmluftfläkten installeras enklast med hjälp av monteringskonsoler. Blåsriktningen av den på konsoler installerade varmluftfläkten är snett neråt (15°). Blåsriktningen kan justeras med hjälp av riktningsblad. Monteringskonsolerna och den för varvtalsreglering avsedda 5-stegstransformatorn finns tillgängliga som extrautrustning; detta bör anges vid beställning.

KOKO *STORLEK*	A	B	H	D	E	F	I	J	m kg	Paino vesineen *Vikt inkl. vatten* kg	Putki *Rör* Ø mm
35	668	300	530	191	226	380	313	570	31	32,5	28
45	772	340	690	231	266	580	485	680	35	36,5	28
56	1002	380	810	271	306	700	558	910	54	57	28

Tilausesimerkki

Lämminilmapuhallin Termis a - b - c - d

Koko a = 35, 45, 56
Moottori: b = 1 (1-vaihe)
b = 3 (3-vaihe)
Lisätarvikkeet: c = 0 ilman asennuskannakkeita
c = 1 asennuskannakkeilla
d = 0 ilman muuntajaa
d = 1 muuntajalla

Beställningsexempel

Varmluftfläkt Termis a - b - c - d

Storlek a = 35, 45, 56
Motor: b = 1 (1-fas)
b = 3 (3-fas)
Tillbehör: c = 0 utan monteringskonsoler
c = 1 med monteringskonsoler
d = 0 utan transformator
d = 1 med transformator

LIITE 3

Nederman N-sarjan puhaltimet

Korkealuokkaisen moottorin ansiosta puhallin on luotettava ja energiaa tehokkaasti hyödyntävä.

Puhaltimen kaapu on valmistettu kestävästä teräspellistä. Kaavun muotoilu tekee puhaltimesta tehokkaan ja hiljaisen. N16 ja N24 -malleissa kipinöimätön siipipyörä.

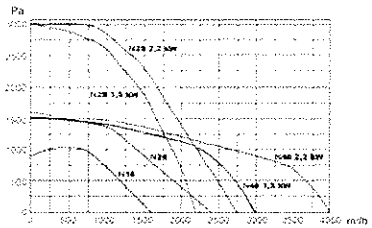
Luotettavilla Nederman-puhaltimilla saavutetaan suuri poistoilman määrää hiljaisella käyntiäänellä. N-sarjan puhaltimet on suunniteltu erityisesti täyttämään Nederman- kohdepoisto- ja pakokaasunpoistolaitteiden sekä suodattimien vaatimat ilmamäärät ja paineet.

Korkeaa laatua kuvastaa se, että puhaltimia voidaan käyttää erillisinä laitteina muuhunkin kohde- ja ilmanpoistoon. Laadukkaat moottorit takaavat alhaiset käyttökulut ja luotettavavuutta raskaassakin käytössä.

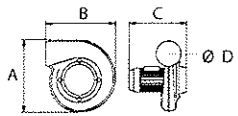
	Tyyppi	kWr	Hz	V	A	Vaihe	Tuotenro
	N16	0,55 kW	50	230	4.2	1	510121
		0,55 kW	50	400	1.4	3	510521
	N24	0,9 kW	50	230	5.5	1	510122
		0,9 kW	50	400	2.2	3	510422
	N40	1,5 kW	50	400	3,5	3	510623
		2,2 kW	50	400	4,8	3	510123
	N29	1,5 kW	50	400	3,5	3	520129*
		2,2 kW	50	400	4,8	3	510129*
		1,5 kW	50	400	3,5	3	520929
		2,2 kW	50	400	4,8	3	510829
	EX-mallit						
	N16	0,55 kW	50	400	1,4	3	512521
	N24	1,0 kW	50	400	2,3	3	512522
	Kannettavat						
	N16	0,55 kW	50	230	4,2	1	511321
	N24	0,75 kW	50	230	5,5	1	511322

*Puhallin sisältää putkijalan. Muihin puhaltimiin putkijalka lisävarusteena.

Ominaiskäyrästöt



Mitat

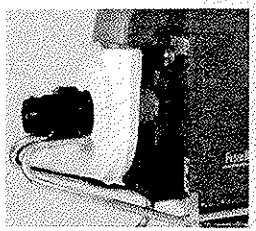


Malli	A	B	C	D
N16	478	457	321	160
N24	478	457	341	160
N40	493	582	482	250
N29	635	643	475	160
Sis. putkijalan	725	705	575	160

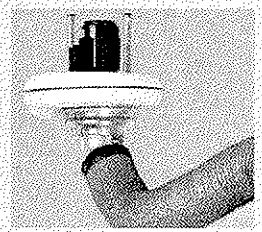
N-sarjan puhaltimet - Nederman-tuotteiden kulmakivi

N-sarjan puhallin on keskeinen osa Nedermanin laajaa kohdepoisto-, suodatin- sekä ajoneuvojen pakokaasunpoistolaitevalikoimaa.

Muotoilu, kuten myös suorituskyky kehittyy Nederman-tuotteiden mukana. Näin varmistetaan, että N-sarjan puhallin säilyy olellisena osana Nederman-tuotetohjelmaa.

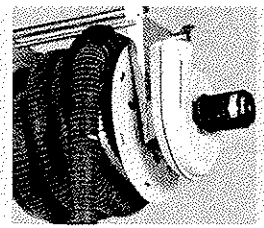


Suodatin



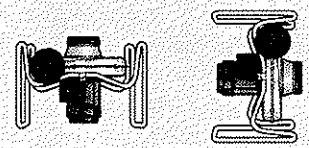
Kohdepoistoletkusto

Asennusvaihtoehdot



Ajoneuvojen pakokaasunpoisto

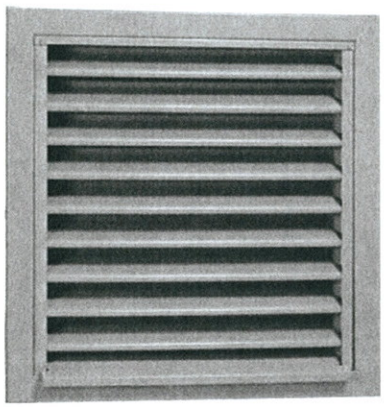
N-sarjan puhallin voidaan varustaa putkijalalla, jotta puhallin voidaan asentaa seinälle, kattoon tai lattialle. Putkijalka myydään lisävarusteena.



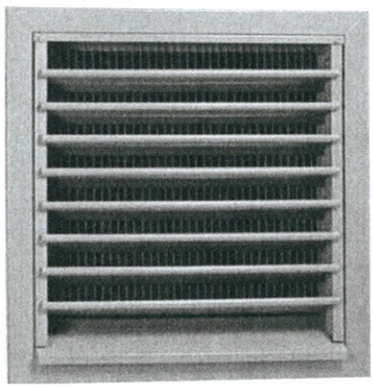
LIITE 4

Ulkosäleikkösarja RIS

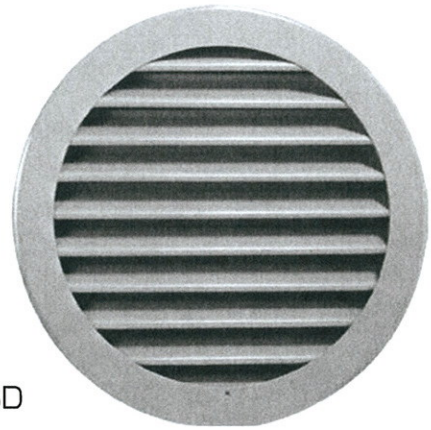
RIS-ulkosäleiköt ovat lujarakenteisia säleikköjä ilmastointilaitoksen tulo- ja poistoilma-aukkoihin.



RIS



RISJ



RISD

KANSIO 4 VÄLI 9 ESITE 1

Lapinleimu

FläktWoods

Rakenne

RIS-ulkosäleikkö koostuu irrotettavasta säleikkö-osasta, asennuskehyksestä ja suojaverkosta. Suuret säleiköt kootaan moduulirakenteisina. Ulkosäleikköä voidaan käyttää myös julkisivumateriaalina, jolloin vain tietty osuus säleikön pinta-alasta on tehollista.

RIS:
Yleissäleikkö ilman sisäänottoon ja ulospuhallukseen. Yksittäissäleikön minimikoko (leveys B x korkeus H) on 200 x 200 mm ja maksimikoko 1600 x 1200 mm, tätä suuremmat kokonaisuudet kootaan moduuleista.
Nimelliskoot muuttuvat vaakasuunnassa portaattomasti ja pystysuunnassa 50 mm:n välein. Asennusvara on 7 mm vaaka- ja pystysuunnassa.

RISJ:
Ulkosäleikkö poistoilmaa varten. Sama kuin RIS, mutta säleet on muotoiltu poistoilmaa varten osoittaen vinosti ylöspäin. RIS-J on tarkoitettu laitteistoihin, joissa on keskeytymätön käyttö. Laitteistoihin, joissa on ajoittaiskäyttö, suositellaan asennettavaksi joko sadesuoja säleikön yläpuolelle tai liitäntäkanavaan tyhjennys, joka johtaa mahdollisen sadeveden pois laitteiston seistessä.

RISD:
Pyöreä RIS-tyyppinen yleissäleikkö. Kiinteä rakenne. Koot Ø200 mm:stä ylöspäin 10 mm:n välein. Koosta Ø1400 ylöspäin moduulirakenteisena.

RISV / RISJV:
Pyöreällä Veloduct-liitännällä varustettu ulkosäleikkö ja jäteilmasäleikkö.

Materiaali ja pintakäsittely

Kuumasinkitty teräs	SFe (vakio)
Alumiiniprofiili	An
(pintakäsittelemätön, anodisoitu tai polttomaalattu)	
Haponkestävä teräs	Hst

RISD vain kuumasinkitystä teräksestä.

Polttomaalauksen vakioväri on harmaa RAL 7000. Maalaus muihin värisävyihin tehdään sopimuksen mukaan.

Tuotemerkintä

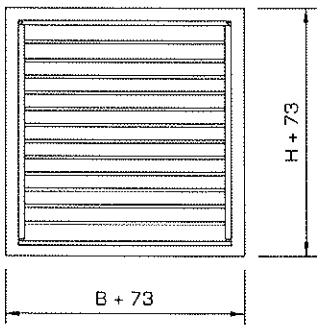
Esim. RIS - 800 x 600 - An

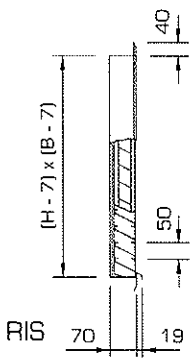
Tuote

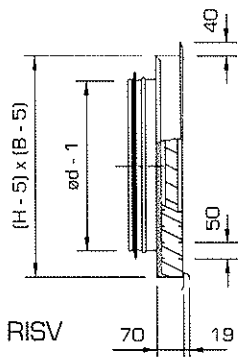
Koko (BxH tai øD tai ød)

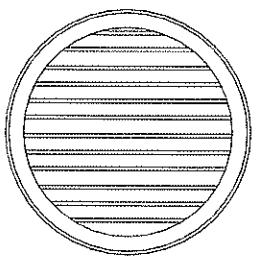
Materiaali

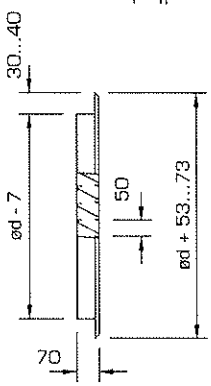
Mitat











RISV RISJV	Veloduct-liitäntä Ød
200 x 200	125
200 x 200	160
250 x 250	200
300 x 300	250
350 x 350	315
450 x 450	400
550 x 550	500
650 x 650	630
850 x 850	800
1050 x 1050	1000
1300 x 1300	1250

Oikeudet muutoksiin pidätetään.

LIITE 5

Säätö- ja sulkupelti SPB ja SPC

SPB- ja SPC-sälepellit ovat lujarakenteisia ja toimintavarmoja ilmanvaihdon säätö- ja sulkulaitteita.

SPC SPB

KANSIO 3 VÄLI 5 ESITE 2

Lapinleimu

FläktWoods

Yleistä

- laaja kokovalikoima
- säleprofiilit kokoonpantu konesaumaamalla
- täyttää standardin SFS EN 1751 laitevaatimukset
- testattu standardin SFS EN 1751 mukaisesti

Käyttö

Sälepeltiä käytetään ilmastointilaitoksissa ja -koneissa säätö-, sulku- ja sekoituspeltinä.

Ominaisuudet

- SPB-1 säätöpelti ilmavirtojen tasapainotukseen
  - tiiviysluokka 1 (CEN)
  - vaipan tiiviysluokka B
- SPB-3 säätö- ja sulkupelti kohteisiin, joissa vaaditaan hyvää tiiviyttä
  - tiiviysluokka 3 (CEN)
  - vaipan tiiviysluokka C
- SPB-3L sulkupelti kohteisiin, joissa vaaditaan hyvää tiiviyttä ja lämmöneristystä
  - tiiviysluokka 3 (CEN)
  - vaipan tiiviysluokka C
  - lämmönläpäisykerroin $U_m = 4\ W/m^2K$
- SPB-3LE sulkupelti kohteisiin, joissa tiiviydellä ja lämmöneristyksellä myös vaipan läpi on merkitystä (ulkomitat B+160, H+60)
  - tiiviysluokka 3 (CEN)
  - vaipan tiiviysluokka C
  - lämmönläpäisykerroin $U_m = 4\ W/m^2K$
- SPB-4L sulkupelti kohteisiin, joissa vaaditaan erittäin hyvää tiiviyttä ja lämmöneristystä
  - tiiviysluokka 4 (CEN)
  - vaipan tiiviysluokka C
  - lämmönläpäisykerroin $U_m = 4\ W/m^2K$
- SPB-4LE kuten 3LE, kohteisiin, joissa vaaditaan erittäin hyvää tiiviyttä
  - tiiviysluokka 4 (CEN)
  - vaipan tiiviysluokka C
  - lämmönläpäisykerroin $U_m = 4\ W/m^2K$

Asennus

Sälepellit liitetään suorakaidekanavistoon ja koneisiin työntölistaliitoksella tai laippaliitoksella, pyöreisiin kanaviin tiivistein varustetuilla liitäntäyhteillä. Käyttöakseli on alhaalta lukien kolmas akseli, kaksisäleisessä pellissä ylempi akseli. Otsapinta-alan ylittäessä 5 m^2 kootaan sälepelti kahdesta tai useammasta yksiköstä, joista kukin varustetaan omalla toimilaitteellaan.

Rakenne

Sälepellin runkovaippa ja säleet on valmistettu kuumasinkitystä teräslevystä. SPB:n runkoleveys on 220 mm. Säleet on profiloitu ja konesaumattu riittävän lujuuden aikaansaamiseksi sekä kytketty vivustolla vastakkaisiin suuntiin kääntyviksi. Laakerit ja säleen päätyosa ovat polyamidia, tiivisteet PVC- ja EPDM-profiilia. Lämpöeristeenä on mineraalivilla. Sälepellit on varustettu moottorialustalla sekä ulkopuolisella asennon osoittimella.
Vakiorakenteisten sälepeltien normaali käyttölämpötila-alue on -40 °C - +80 °C.
Kaikkia sälepeltityyppejä valmistetaan myös haponkestävästä teräksestä, sekä laippaliitosrakenteella.

Tuotemerkintä

SPB-XXX - AAA - BBB - C - D - E - F

Tuote
SPB-1
SPB-3
SPB-3L
SPB-3LE
SPB-4L
SPB-4LE

Nimelliskoko
AAA = nimellisleveys mm
BBB = nimelliskorkeus mm

Liitostapa
0 = listaliitos
1 = laippaliitos
2 = pyöreä liitäntä (D1)
3 = molemminpuoleinen pyöreä liitäntä (D2)

Materiaali
0 = sinkitty teräs
1 = haponkestävä teräs

Tarvike
0 = vakio moottorialusta
1 = vivuston suojakotelo

Käyttö
0 = ilman varusteita
1 = käsisäätölaite
2 = tankosäätölaite pit. 1500 mm
3 = peltimoottori asennettuna
(peltimoottori tilattava omalla tilausrivillä)

esim.
SPB - 3L - 1400 - 1800 - 0 - 0 - 0 - 3
tiiviysluokan CEN 3 (säleet lämpöeristetty) nimellismitaltaan 1400x1800 sinkitty listaliitospelti vakio moottorialustalla ja peltimoottori asennettuna

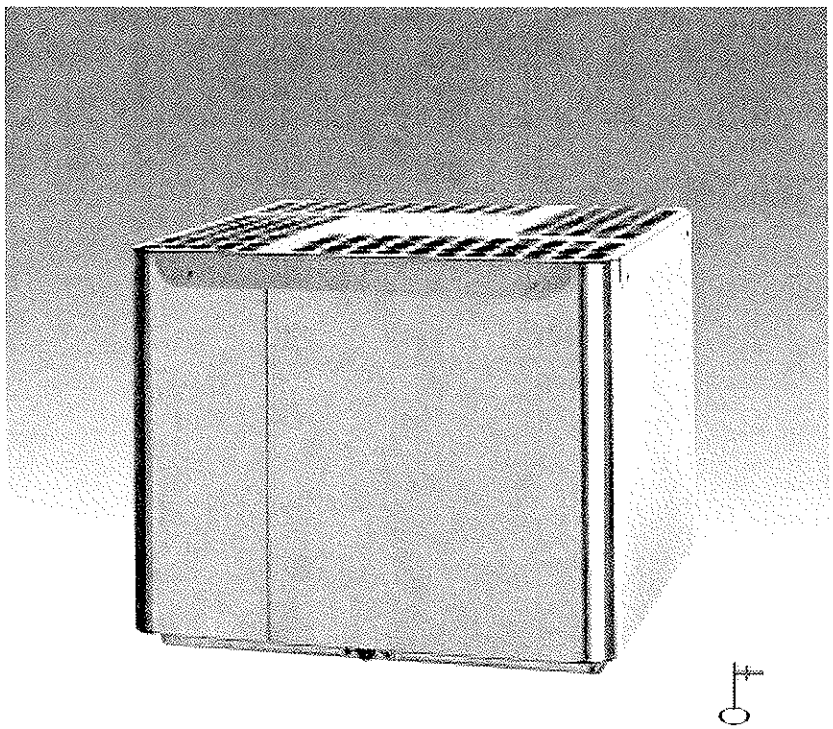
SPB - 1 - 800 - 1500 - 1 - 1 - 1 - 1
tiiviysluokan CEN 1 nimellismitaltaan 800x1500 haponkestävä laippaliitospelti vivuston suojakotelolla ja käsisäätölaitteella

Oikeudet muutoksiin pidätetään.

LIITE 6

HIFEK-huippuimuri

Takfläkt HIFEK



Hifek-huippuimurin juoksupyörässä on sovellettu uutta virtauslaskentatekniikkaa, minkä johdosta Hifek-huippuimuri tarjoaa erittäin hyvän hyötysuhteen ja samalla alhaisen äänitason – energiaa säästävästi.

Muodoltaan vaippa on kaikkiin suuntiin samanlainen, ja sen siluetti liittyy saumattomasti kattomaisemaan.

Takfläkten Hifek är energiekonomisk. Genom vår avancerade tillverkningsteknik, en ny strömnings-teknik och med hjälp av fläkthjulets nya form uppnås bra prestanda med synnerligen bra verkningsgrad och låg ljudnivå.

Takfläkten HIFEK har uppriktad luftström och formen på takfläktens hölje är symetriskt.

KOJA®

Huippuimuri on varustettu saranoidulla pohjalevyllä, mikä mahdollistaa kanavan ja imurin puhdistuksen sekä helpottaa huoltotöitä. Asennustarvikkeet sisältyvät vakiotoimitukseen.

Huippuimurin asennus onnistuu parhaiten HIFEP-asennuspiippuun, jonka vakiovaippa on valmistettu kuumasinkitystä teräslevystä. Lämpöeristeenä on mineraalivilla. Asennuspiipussa alipainepellit ovat valmiina ja sähkökaapeleiden läpimenoputket asennettuina.

Tilauksesta huippuimurin vaippa on äänieristettävissä. Vakiomallit valmistetaan kuumasinkitystä teräslevystä.

Erilaisiin käyttökohteisiin on valittavissa sopiva laite kahdeksasta vakiokoosta, tilavuusvirta aina 5 m^3/s saakka ja paineenkorotus jopa 750 Pa saakka.

Vakiomoottorit ovat 1- tai 2- nopeuksisia kolmivaihemoottoreita. Yksinopeuksiset, kolmivaiheiset (**) moottorit soveltuvat taajuusmuuttajasäätökäyttöön. Moottorit ovat valmiiksi johdotetut ja kytketyt. Lisävarusteena saatava huoltokytkin toimitetaan irrallisena.

Takfläkten HIFEK är tillverkad i varmgalvaniserad stålplåt och stuknitat men det är också möjligt att få fläkten lackerad. Fläkten kan även fås med ljudisolerat hölje.

Fläkten är fäst med gångjärn i bottenplattan och kan enkelt fällas upp för rengöring och service. Montagetillbehör ingår i standardleverans.

Takfläkten monteras enklast på en isolerad takgenomföringsstos HIFEP. HIFEP är tillverkad i varmgalvaniserad stålplåt och är utrustad med backspjäll och kabelgenomföring men fläkten kan även monteras på platsbyggd genomföring.

Takfläkten HIFEK tillverkas i åtta storlekar för användningssyften av många slag. Flödesområdet täcker upp till 5 m^3/s och totaltryckökningen upp till 750 Pa.

HIFEK kan fås med trefasig en- eller tvåhastighetsmotor. Trefasiga enhastighetsmotorerna kan varvtalsregleras med frekvensomformare. Motorerna är färdigkopplade. Det är också möjligt att utrusta fläkten med serviceströmbrytare.

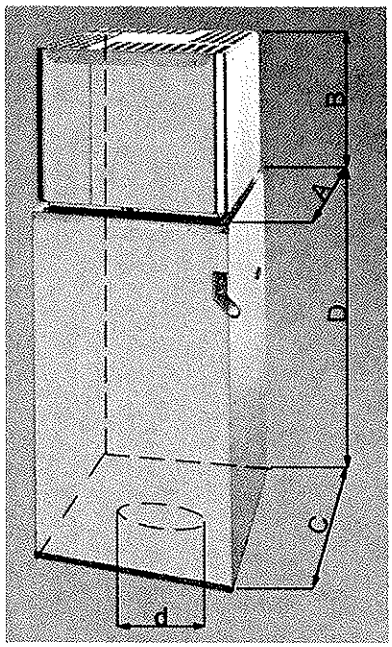
LVI-koodi	Hifek	qv1, m^3/s														Moottoritiedot *Motordata*					LVI-koodi
VVS-kod		psF, Pa														n	P	I 400 V	I 230V	C	*VVS-kod*
Eristämätön		75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	rpm	kW	A	A	mF	Eristetty
7805511	02-4(k) (*	0,19	0,17	0,13												1320	0,03		0,3	4	7805711
7805515	02-4T (**	0,24	0,22	0,19	0,17											1410	0,25	0,71			7805715
7805512	02-4/6	0,24	0,22	0,19	0,17											1450/965	0.13 / 0.05	0.55 / 0.42			7805712
7805513	02-4/8	0,24	0,22	0,19	0,17											1465/720	0.12 / 0.04	0.79 / 0.49			7805713
7805521	03-4(k) (*	0,43	0,41	0,38	0,36	0,31	0,27									1300	0,09		0,9	10	7805721
7805525	03-4T (**	0,48	0,46	0,43	0,42	0,39	0,35	0,32	0,26							1410	0,25	0,71			7805725
7805522	03-4/6	0,48	0,46	0,43	0,42	0,39	0,35	0,32	0,26							1450/965	0.13 / 0.05	0.55 / 0.42			7805722
7805523	03-4/8	0,48	0,46	0,43	0,42	0,39	0,35	0,32	0,26							1465/720	0.12 / 0.04	0.79 / 0.49			7805723
7805531	06-4(k) (*	0,85	0,84	0,82	0,75	0,78	0,72	0,70	0,67	0,63	0,59	0,45				1320	0,25		1,7	20	7805731
7805535	06-4T (**	0,91	0,88	0,86	0,85	0,82	0,80	0,77	0,74	0,72	0,68	0,57	0,42			1430	0,55	1,36			7805735
7805532	06-4/6	0,91	0,88	0,86	0,85	0,82	0,80	0,77	0,74	0,72	0,68	0,57	0,42			1425/960	0.37 / 0.11	1.39 / 0.82			7805732
7805533	06-4/8	0,91	0,88	0,86	0,85	0,82	0,80	0,77	0,74	0,72	0,68	0,57	0,42			1465/725	0.41 / 0.08	1.65 / 0.81			7805733
7805534	06-6/8	0,54	0,50	0,45	0,40	0,20										965/730	0.2 / 0.08	0.77 / 0.76			7805734
7805542	09-4T (**	1,30	1,28	1,26	1,24	1,21	1,19	1,16	1,13	1,10	1,07	1,00	0,92	0,80	0,62	1415	0,75	1,71			7805742
7805543	09-4/8	1,30	1,28	1,26	1,24	1,21	1,19	1,16	1,13	1,10	1,07	1,00	0,92	0,80	0,62	1440/725	0.65 / 0.08	2.05 / 0.84			7805743
7805544	09-6/8	0,80	0,77	0,73	0,67	0,60	0,51	0,30								950/700	0.33 / 0.14	1.47 / 1.02			7805744
7805545	09-6/12	0,80	0,77	0,73	0,67	0,60	0,51	0,30								980/490	0.22 / 0.03	1.32 / 0.65			7805745
7805551	12-4T (**	1,88	1,86	1,84	1,83	1,80	1,78	1,75	1,72	1,70	1,68	1,60	1,52	1,45	1,37	1420	1,5	3,19			7805751
7805553	12-4/8	1,88	1,86	1,84	1,83	1,80	1,78	1,75	1,72	1,70	1,68	1,60	1,52	1,45	1,37	1435/715	2.2 / 0.33	5.27 / 1.87			7805753
7805554	12-6/8	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,80	0,65	0,50					950/700	0.33 / 0.14	1.47 / 1.02			7805754
7805555	12-6/12	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00	0,94	0,88	0,80	0,65	0,50					975/485	0.33 / 0.04	1.76 / 0.78			7805755
7805561	18-6T (**	2,42	2,38	2,33	2,30	2,25	2,19	2,12	2,08	2,00	1,92	1,76	1,53	1,26		940	1,5	3,78			7805761
7805564	18-6/8	2,42	2,38	2,33	2,30	2,25	2,19	2,12	2,08	2,00	1,92	1,76	1,53	1,26		960 / 725	1.1 / 0.48	3.46 / 2.30			7805764
7805565	18-6/12	2,42	2,38	2,33	2,30	2,25	2,19	2,12	2,08	2,00	1,92	1,76	1,53	1,26		970 / 490	1.1 / 0.16	3.93 / 1.83			7805765
7805566	18-8/12	1,75	1,70	1,63	1,52	1,42	1,32	1,16	1,00	0,67						725 / 485	0.38 / 0.12	2.25 / 1.20			7805766
7805571	24-6T (**	3,38	3,36	3,32	3,27	3,24	3,20	3,15	3,10	3,05	2,95	2,76	2,60	2,40	2,20	960	3	6,82			7805771
7805574	24-6/8	3,38	3,36	3,32	3,27	3,24	3,20	3,15	3,10	3,05	2,95	2,76	2,60	2,40	2,20	970/730	2.6 / 1.30	6.47 / 5.69			7805774
7805572	24-6/12	3,38	3,36	3,32	3,27	3,24	3,20	3,15	3,10	3,05	2,95	2,76	2,60	2,40	2,20	965/485	4.0 / 0.55	8.81 / 3.15			7805772
7805575	24-8/12	2,55	2,45	2,37	2,30	2,20	2,10	2,00	1,85	1,70	1,55	0,85				720/485	1.85 / 0.55	5.39 / 2.89			7805775
7805576	24-8/16	2,55	2,45	2,37	2,30	2,20	2,10	2,00	1,85	1,70	1,55	0,85				725/350	1.5 / 0.28	4.79 / 1.93			7805776
7805581	36-6T (**	4,88	4,85	4,81	4,78	4,74	4,70	4,65	4,58	4,50	4,40	4,28	4,10	3,90	3,75	960	4	8,74			7805781
7805584	36-6/8	4,88	4,85	4,81	4,78	4,74	4,70	4,65	4,58	4,50	4,40	4,28	4,10	3,90	3,75	970/730	3.5 / 1.60	8.49 / 6.83			7805784
7805582	36-6/12	4,88	4,85	4,81	4,78	4,74	4,70	4,65	4,58	4,50	4,40	4,28	4,10	3,90	3,75	965/485	4.0 / 0.55	8.81 / 3.15			7805782
7805585	36-8/12	3,65	3,60	3,50	3,40	3,30	3,22	3,13	3,01	2,87	2,75	2,45	2,00			720/485	1.85 / 0.55	5.39 / 2.89			7805785
7805586	36-8/16	3,65	3,60	3,50	3,40	3,30	3,22	3,13	3,01	2,87	2,75	2,45	2,00			725/350	1.5 / 0.28	4.79 / 1.93			7805786

Eristämättömien huippuimureiden varastokoot on merkitty sinisellä. *Lagerstorlekar av oisolerade takfläktar är betecknade med blåa rader.*
Huom! Oikosulkumoottorin käynnistysvirta on huomattavasti suurempi kuin nimellisvirta. *Obs! Igångsättningsströmen i kortsluten asynkronmotor är avsevärt större än märkströmen.*

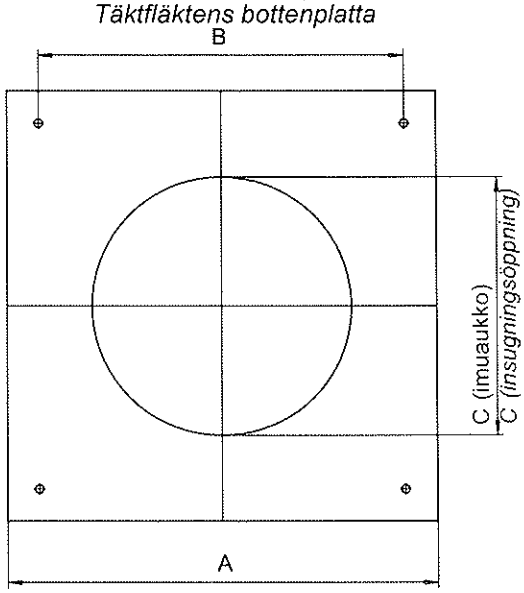
(* Moottoria voidaan käyttää 1-vaiheisena jännitesäädöllä.
(** Moottori soveltuu taajuusmuuttajasäätökäyttöön. Huom! Voidaan säätää ainoastaan 50 Hz:tä alaspäin.

(Motorerna kan kopplas 1-fas 230 V och varvtalsregleras.*
*(** Motorerna kan styras med frekvensomformare. Obs! Kan regleras endast nedåt från 50 Hz.*

Pidätämme oikeuden muutoksiin niistä ennalta ilmoittamatta. Vi förbehåller oss rätten till ändringar utan föregående meddelande..



Huippuimurin pohjalevy
Täktfläktens bottenplatta



HIFEK	A mm	B mm	HIFEK m kg	HIFEP m kg	C mm	D mm	d mm	HIFEP
02	450	450	25	26	370	1250	250	02/03
03	450	450	29	26	370	1250	250	02/03
06	620	570	52	60	630	1250	400	06/09/12
09	620	570	61	60	630	1250	400	06/09/12
12	700	620	70	60	630	1250	400	06/09/12
18	870	700	98	108	1000	1250	630	18/24/36
24	1100	920	161	108	1000	1250	630	18/24/36
36	1100	920	178	108	1000	1250	630	18/24/36

HIFEK	A	B	C	S	FEK
02	370	320	180	M6	20
03	370	320	226	M6	25
06	550	480	290	M8	31
09	550	480	324	M8	35
12	630	560	359	M8	40
18	800	710	455	M8	50
24	1000	910	574	M8	63
36	1000	910	574	M8	63

Tilausesimerkki

HIFEK - 02 - 4 / 8 - a - b - c
HIFEP - 02 / 03 - a

a: 1 = kuumasinkitty teräslevy
4 = haponkestävä
b: 1 = eristämätön
2 = äänieristetty
c: 1 = ilman huoltokytkintä
2 = huoltokytkin irrallisena

Beställningsexempel

HIFEK - 02 - 4 / 8 - a - b - c
HIFEP - 02 / 03 - a

a: 1 = varmgalvaniserad stålplåt
4 = syrafast stålplåt
b: 1 = oisolerad
2 = isolerad
c: 1 = utan serviceströmbrytare
2 = serviceströmbrytare levereras separat

Äänitietojen laskenta

L_{WT} = Huippuimurin äänen tehotaso kanavaan dB
L_{WA} = Huippuimurin A-painotettu äänen tehotaso ympäristöön dB(A)
L_{WOKT} = Huippuimurin äänen tehotaso oktaavikaistoittain
ΔK_{OKT} = Äänen tehotason korjaustermi oktaavikaistoittain

$L_{WOKT} = L_{WT} + \Delta K_{OKT1}$ kanavaan
$L_{WOKT} = L_{WA} + \Delta K_{OKT2}$ ympäristöön (ilman A-painotusta)

Äänen painetaso L_{pA} ympäristöön (puoliavaruus) voidaan arvioida eri etäisyyksillä seuraavasti:

L_{pA} = Äänen painetaso ympäristöön etäisyydellä r
$L_{pA} = L_{WA} + \Delta K_r$

r m	1	3	5	10	20	30	40	50
ΔK_r dB	-8	-18	-22	-28	-34	-38	-40	-42

Kalkylering av ljuddata

L_{WT} = Takfläktens ljudeffektnivå till kanal dB
L_{WA} = Takfläktens A-viktade ljudtrycksnivå till omgivningen dB(A)
L_{WOKT} = Takfläktens ljudeffektnivå per oktavband
ΔK_{OKT} = Ljudeffektnivåns korrektionsfaktor per oktavband

$L_{WOKT} = L_{WT} + \Delta K_{OKT1}$ till kanal
$L_{WOKT} = L_{WA} + \Delta K_{OKT2}$ till omgivning (utan A-viktad)

Ljudtrycksnivå L_{pA} till omgivningen kan beräknas vid olika avstånd enligt följande:

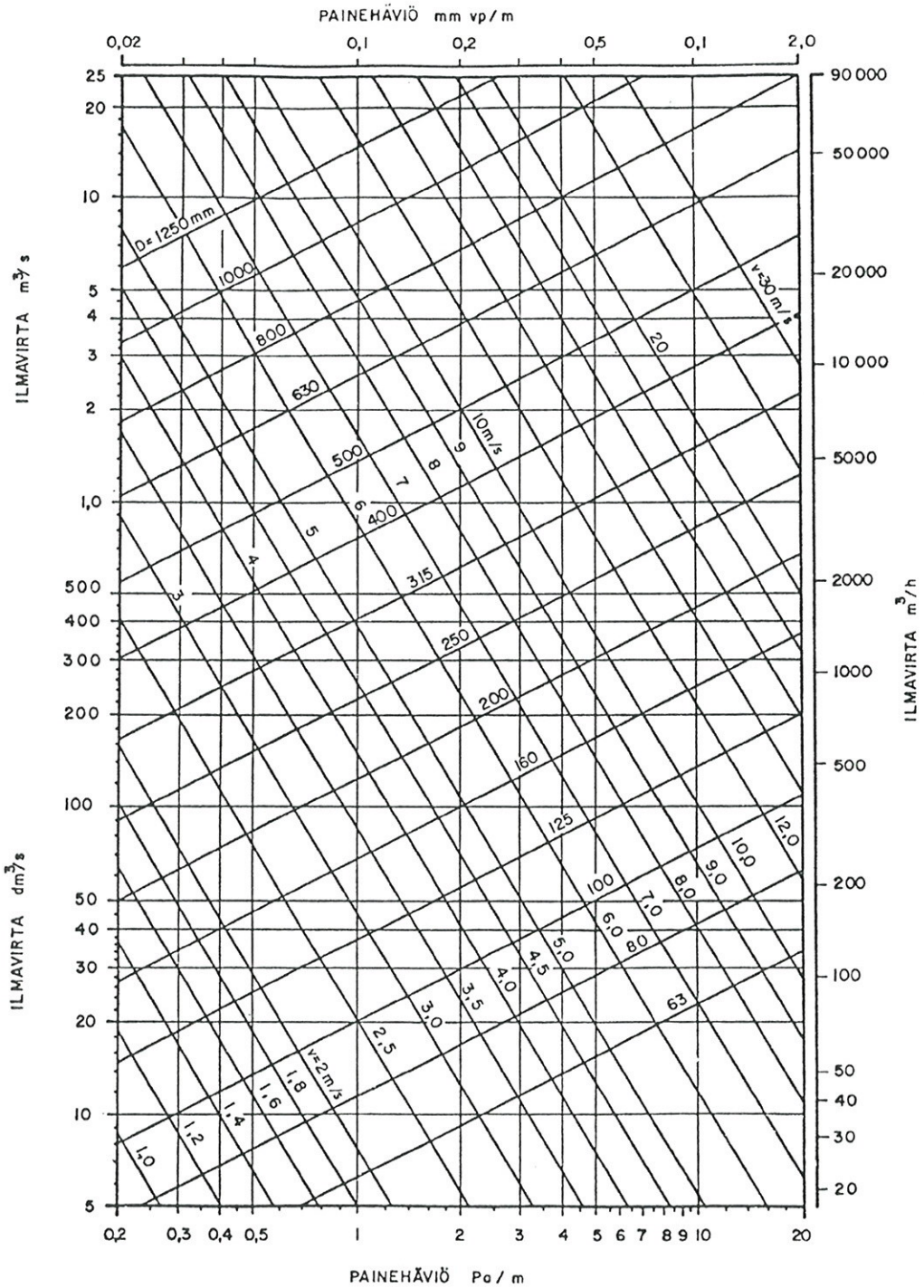
L_{pA} = Ljudtrycksnivå till omgivningen på avståndet r
$L_{pA} = L_{WA} + \Delta K_r$

r m	1	3	5	10	20	30	40	50
ΔK_r dB	-8	-18	-22	-28	-34	-38	-40	-42

Pidätämme oikeuden muutoksiin niistä ennalta ilmoittamatta. Vi förbehåller oss rätten till ändringar utan föregående meddelande.

LIITE 7

Pyöreiden ilmastointikanavien mitoittaminen



LIITE 8

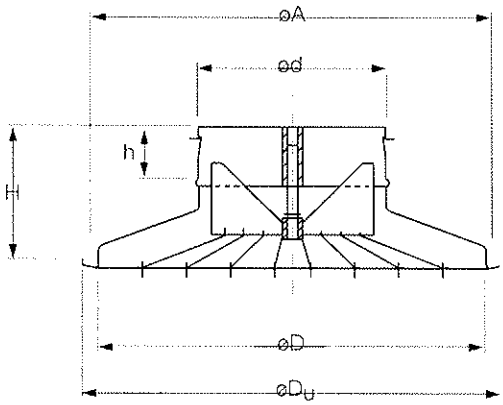
Ilmanhajotin KH

KANSID 4 VÄLI 5 ESITE 2

FläktWoods

Mittatiedot, rakenne ja toiminta, tuotemerkintä

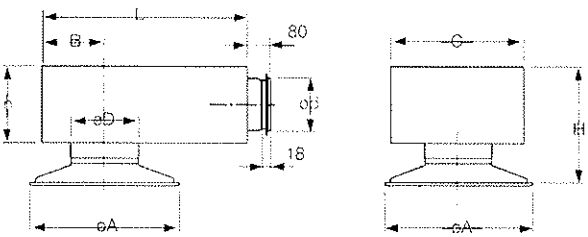
Ilmanhajotin KH



Koko	ød	øD	øD$_u$	H	øA	h
100	99	259	280	115	269	30
125	124	259	280	95	269	30
160	159	310	339	100	320	30
200	199	414	450	115	424	30
250	249	518	560	135	528	40
315	314	612	668	155	622	40
400	399	825	890	175	835	75
500	499	1008	1080	210	1018	75

øA = asennusaukko

Ilmanhajotin KH + tasauslaatikko ATTB



Koko	ød	øD_1 [1]	D_u	øD_2 [2]	B	C	H	h	L
100	99	100	280	125	123	320	285	170	320
125	124	125	280	160	140	320	290	170	470
160	159	160	339	200	170	440	340	205	500
200	199	200	450	250	195	520	390	245	650
250	249	250	560	315	228	610	460	295	700
315	314	315	668	400	255	610	525	360	700

[1] Tasauslaatikko 1:1
[2] Tasauslaatikko 1:2

Rakenne ja toiminta

KH soveltuu käytettäväksi myymälä-, teollisuus-, ym. tilojen tuloilmalaitteena. Sen heittokuvio on 360° ja se voidaan asentaa kattoon tai vapaaseen tilaan. Puhalluskuvio on säädettävissä vaaka- tai pystysuoraksi sisäkartiota säätämällä. Hajottajan liitäntäyhde on varustettu kumitiivisteellä. KH kiinnitetään liitäntäyhteestä kanavistoon joko suoraan tai tasauslaatikon välityksellä. Ilmavirtojen säätö suoritetaan tasauslaatikossa olevalla säätöosalla.

Materiaali ja pintakäsittely

Hajotin on valmistettu kuumasinkitystä teräslevystä ja se on polttomaalattu, jolloin pinnan laatu on korkealuokkainen.

Vakioväri on valkoinen RAL-9010, kiilto 30. Erikoistilauksesta hajotin voidaan maalata haluttuun värisävyyn.

Tuotemerkintä

Ilmanhajotin **KH-aaa**

Koko

100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500

Tasauslaatikko 1:1, eristämätön **ATTB-aaa-bbb-0**

Koko

100-100, 125-125, 160-160,
200-200, 250-250, 315-315

Näissä tasauslaatikoissa on yhtä suuret hajotin- ja kanavaliitännät. Säätöpelti voidaan irrottaa liitännästä, mutta sitä ei voi ottaa pois 1:1 tasauslaatikosta.

Tasauslaatikko 1:2, eristämätön **ATTB-aaa-bbb-0**

Koko

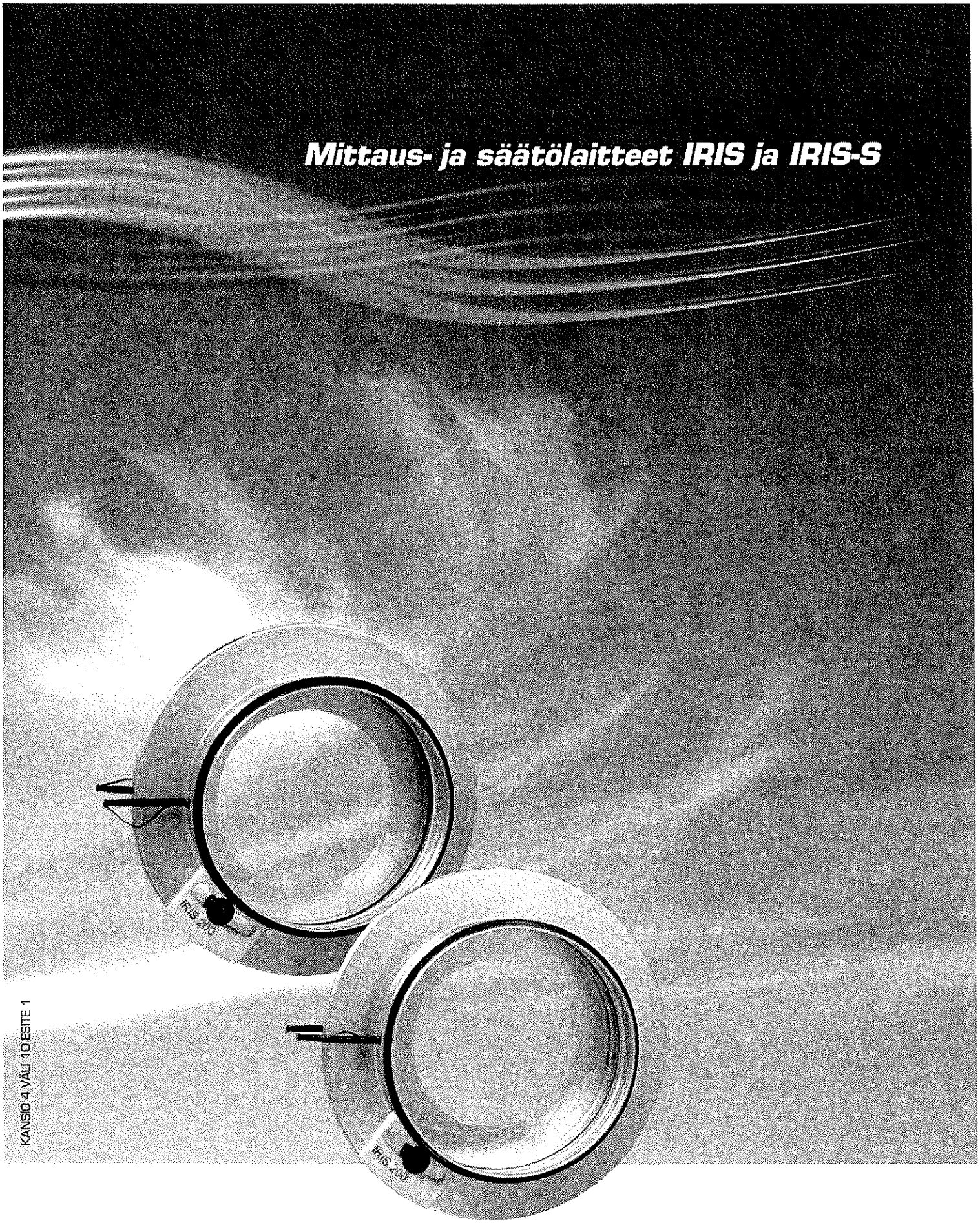
100-125, 125-160, 160-200,
200-250, 250-315, 315-400

(Laatikon liitäntämitta - hajottimen liitäntämitta, mm)

Oikeudet muutoksiin pidätetään.

LIITE 9

Mittaus- ja säätölaitteet IRIS ja IRIS-S



KANSIO 4 VALI 10 ESITE 1

FläktWoods

IRIS, IRIS-S

Rakenne

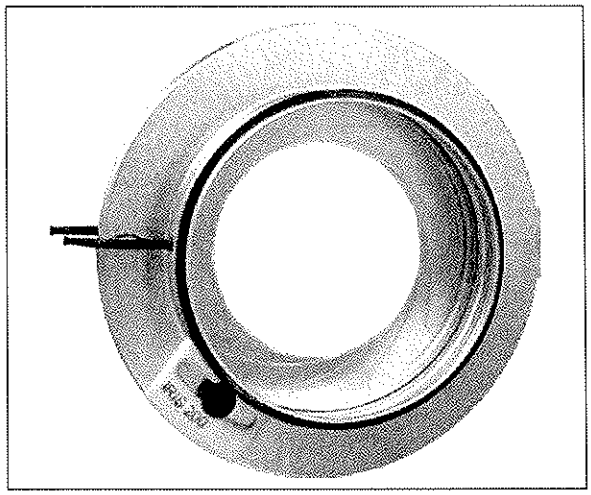
IRIS muodostuu runko-osasta, säätösäleistä, säätömutterista tai säätökahvasta (koko 80), säätöasteikosta ja mittayhteistä. Laitteen runko-osa ja säätölevyt ovat kuumasinkittyä terästä (vakio IRIS) tai haponkestävää terästä (IRIS-S), muut osat muovia.
Liitäntäyhteet ovat standardin SFS 3282 mukaiset ja varustettu kumitiivisteillä.
IRIS säätimen jatkuva lämmönkesto on 80°C ja hetkellinen 120°C.

Käyttö

IRIS soveltuu ilmavirtojen tarkkaan ja nopeaan mittaukseen ja säätöön.
IRIS-S soveltuu haponkestävän materiaalinsa johdosta kohteisiin, joissa käytetään haponkestäviä kanavistoja.

Toiminta savunrajoittimena

Suomen RakentamisMääräyskokoelman osan E7 mukaan palon alkuvaiheessa syntyvien savukaasujen leviämistä voidaan rajoittaa käyttämällä kuristinta, jonka läpi kulkeva suurin sallittu tilakohtainen ilmavirta on 42 dm^3/s paine-erolla 100 Pa. Säätöasentoon 6 tai kuristusaukoltaan sitä pienemmäksi aseteltuja IRIS-100 ja IRIS-125 -säätimiä voidaan siis käyttää savunrajoittimina.



Tuotemerkintä, vakiotuote

IRIS - 200

Tuote
Koko

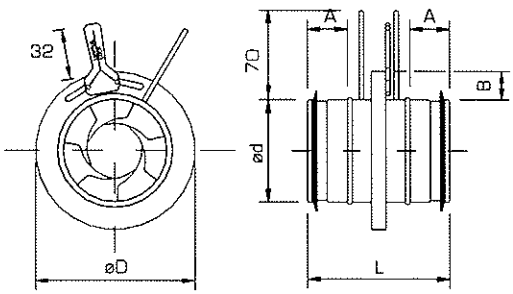
Tuotemerkintä, haponkestävä (AISI 316)

IRIS-S - 200

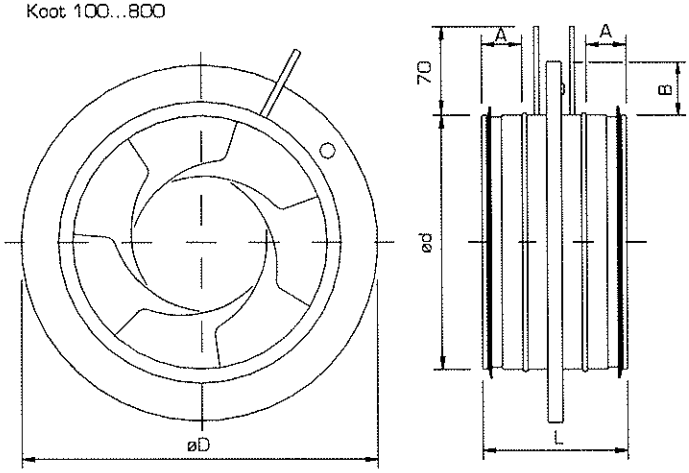
Tuote
Koko

Mitat

Koko 80



Koot 100...800



Koko	ød	øD	L	A	B	Paino kg
80	79	125	120	35	22	0,5
100	99	165	110	30	32	0,5
125	124	188	110	30	32	0,7
150	149	230	110	30	40	0,9
160	159	230	110	30	35	0,9
200	199	285	110	30	42	1,4

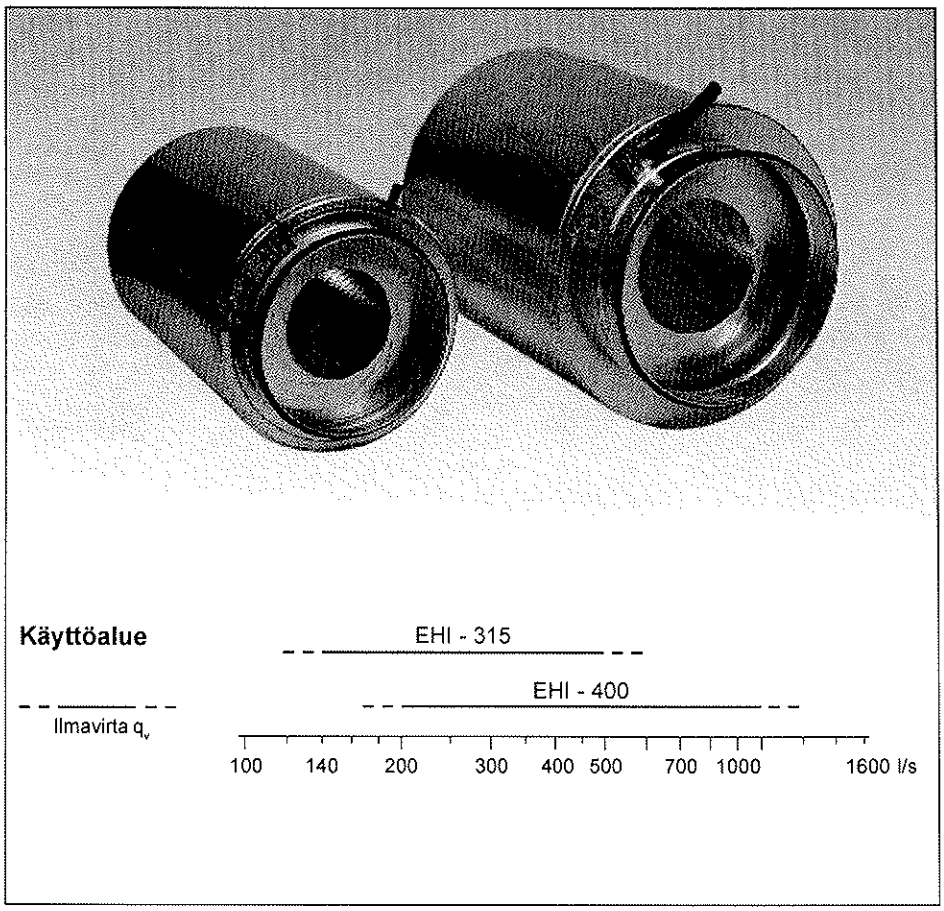
Koko	ød	øD	L	A	B	Paino kg
250	249	335	132	40	42	2,1
315	314	410	132	40	47	3,5
400	398	525	155	50	62	6,4
500	498	655	170	50	77	9,6
630	628	815	170	50	92	15,6
800	798	1015	270	100	107	25,0

Oikeudet muutoksiin pidätetään.

LIITE 10

Poistoilmalaite EHI

Suurten ilmavirtojen poistoilmalaite



KANSIO 4 VÄLI 3 ESITE 4

Lapinleimu

FläktWoods

Yleistä

EHI soveltuu teollisuus-, myymälä-, urheilu- ja varastohallien yms. tilojen poistoilmalaitteeksi.

- alhainen äänitaso laajalla painealueella
- säädin täysin avautuva, kanaviston puhdistus helppoa
- nopea sekä tarkka ilmavirran mittaus ja säätö

Rakenne

EHC:n yhtenäinen rakennekokonaisuus muodostuu IRIS-mitaus- ja säätölaitteesta, äänenvaimentimesta sekä imukartiosta.
Mittaus- ja säätölaite muodostuu runko-osasta, säätölevyistä, säätömutterista, säätöasteikosta ja mittayhteistä. Säätölaitteen runko-osa ja säätölevyt valmistetaan kuumasinkitystä teräksestä, säätömutteri ja mittayhteet muovista.
Vaimenninosa ja imukartio on valmistettu kuumasinkitystä teräslevystä. Vaimentimen sisäpuolen äänenvaimennusmateriaali on päällystetty reilälevyllä ja käsitelty siten, ettei siitä irtoa kuituja ilmavirtaan.
Erikoistilauksesta vaimenninosan ulkovaippa voidaan valmistaa myös muovipinnoitetusta teräslevystä.
Liitäntäyhde on standardin SFS 3282 mukainen ja varustettu kumitiivisteellä.

Asennus

EHI kiinnitetään liitäntäyhteen avulla kanavistoon. Asennuksessa on huomioitava tuotteen asianmukainen kannakointi liitäntäyhteeseen tulevien rasitusten minimoimiseksi.

Ilmavirtojen mittaus ja säätö

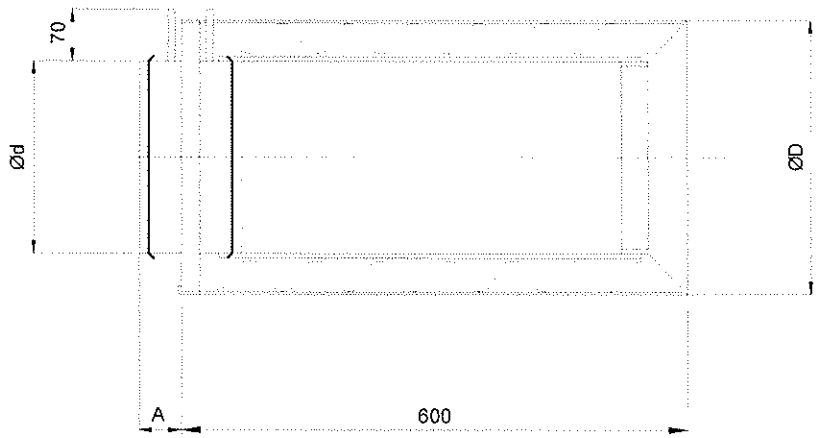
Mittaus- ja säätöosan säätölevyt muodostavat mittalaipan, jonka johdosta ilmavirran mittaus on suoritettavissa helposti ja luotettavasti. Ilmavirta saadaan mittaamalla mittauspaine-ero laitteen mittausyhteistä ja laskemalla ilmavirta k-arvon avulla. Ilmavirta säädetään kääntämällä säätömutteria.

Tuotemerkintä

Esim. EHI - 315 + SV

Tuote
Koko
Suojaverkko (lisävaruste)

Mitat



Koko	Ød	ØD	A
315	314	410	60
400	399	525	85

LIITE 11

Energent ilmankäsittelykone

Mitoitusohjelma Versio 2008.10.1

6.5.2010

Lisenssinhaltija: Energent Oy

Koneen kuvaus: TK 1/PK 1

Projekti	OPINNÄYTETYÖ
Asiakas	Lämpökarelia Oy Petri Heiskanen
Kohde	Teollisuushalli ilmanvaihto ja LTO
Käsittelijä	
Lisätietoja	MITOITUSPERUSTEET: tuotanto- ja varastotilat 1,5 l/s/m2 pesutilat 6 l/s/m2 korjaamotilat 2,0 l/s/m2 (tilassa lisäksi 1 kohdepoisto)

Koneen kuvaus TK 1/PK 1

Ilman tiheys	1.2	kg/m³
SFPv	2.08	kW/(m³/s)
Tulokone		
Konekoko	0906	
Ilmavirta	1.70	m³/s
Otsapintanopeus	2.9	m/s
Raitisilmavirta	1.70	m³/s
Kanaviston painehäviö, pst	200	Pa
Poistokone		
Konekoko	0906	
Ilmavirta	1.70	m³/s
Otsapintanopeus	2.9	m/s
Kanaviston painehäviö, pst	200	Pa
Ulkoilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	25.0 °C / 50	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	-32.0 °C / 50	%
Tuloilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	19.1 °C / 73	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	17.0 °C / 1	%
Poistoilma		
Lämpötila / suhteellinen kosteus kesällä	17.0 °C / 50	%
Lämpötila / suhteellinen kosteus talvella	17.0 °C / 50	%

Äänen tehotaso	Oktaavikaista									Kok.	
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k			
Raitisilmakanavaan	73	77	75	74	72	66	59	52	dB	76	dB(A)
Tulokanavaan	74	78	76	69	60	52	51	53	dB	71	dB(A)
Poistokanavaan	72	75	73	66	57	49	48	50	dB	68	dB(A)
Jäteilmakanavaan	78	82	80	79	79	76	72	67	dB	83	dB(A)
Konehuoneeseen, tulopuhallin	70	73	61	56	53	48	44	34	dB	61	dB(A)
Konehuoneeseen, poistopuhallin	70	72	60	55	52	47	43	33	dB	60	dB(A)
Konehuoneeseen, yhteisvaikutus	73	75	64	58	56	51	46	37	dB	63	dB(A)

Koneen toiminnot

Tulokone

Energent-LTO

ENERGENT OY

Kivistöntie 1
60800 ILMAJOKI

Puhelinnumero
+35840-5548 403

Telefax
+35817-2612 027

E-mail osoite
sami.ollikainen@energent.fi

Lisenssinhaltija: Energent Oy Koneen kuvaus: TK 1/PK 1

LTO-PIIPPU / LÄPIVIENTI TEHDÄÄN
KOHTEEN MUKAAN HALUTTUUN MITTAAN!!!

LTO-kennojen materiaali		Alumiini	
LTO:n koko		15	
Kiertoilmaosa mukana		Ei	
LTO:n lämmitysteho		74.2	kW
Viemäriliitäntä		HF 32	
Tulo- / poistopuolen painehäviö		181 Pa / 181	Pa
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella		4.4 °C / 3	%
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen talvella		17.0 °C / 50	%
Tuloilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä		19.1 °C / 73	%
Poistoilman lämpötila / suhteellinen kosteus LTO:n jälkeen kesällä		17.0 °C / 50	%
Tuloilman lämpötilahyötysuhde		74	%

2. Vaippamoduuli

Vaipan materiaali		Kuumasinkitty	
Pisaranerotintoiminto			
Painehäviö		18	Pa
Koneen kokoinen liitoslaippa työntölistalle			
Suodatustoiminto, pitkä			
Suodatinluokka		F5	
Pituus		Suodatustoiminto, pitkä	
Suodatinmateriaali		Synteettinen	
Suodattimen nimelliskoko	300 * 600	600 * 600	mm
Suodattimien lukumäärä	1	1	kpl
Mitoituspainehäviö		120	Pa
Alkupainehäviö		81	Pa
Loppupainehäviö		186	Pa
Nopeus suodatinmateriaalin läpi		0.30	m/s
Varasuodatinsarja			
Sarana, huoltoluukkuun			
Vesiyhde			
Lämmitystoiminto, neste			
Teholuokka		1	
Putkien ja lamellien materiaali		Cu/Al	
Lamellijako		3.5	mm
Lamellin paksuus		0.15	mm
Putkiyhteet		L25 / 28.0	
Ilmapuolen painehäviö		24	Pa
Lämpötila ennen patteria		4.4	°C
Lämpötila / suhteellinen kosteus patterin jälkeen		17.0 °C / 1	%
Lämmitysteho		26.0	kW
Nestetyyppi		Vesi	
Nesteen painehäviö		1.4	kPa
Nesteen painehäviö mitoituslämpötilalla (60/40 °C)		2.2	kPa
Meno- / paluunesteen lämpötila		60.0 °C / 35.1	°C
Nestevirta		0.25	l/s
Nestevirta mitoituslämpötilalla (60/40 °C)		0.31	l/s
Nesteen nopeus		0.35	m/s
Nestetilavuus		3.7	l

ENERGENT OY
Kivistöntie 1
60800 ILMAJOKI
Puhelinnumero +35840-5548 403
Telefax +35817-2612 027
E-mail osoite sami.ollikainen@energent.fi

Laipalliset yhteet

3. Vaippamoduuli

Vaipan materiaali	Kuumasinkitty	
Kulmatoiminto		
Painehäviö	8	Pa

4. Vaippamoduuli

Vaipan materiaali	Kuumasinkitty	
Tarkastustoiminto		
Pituus	400	mm

Puhallintoiminto, sekavirtauspuhallin

ENERGENT
ILMAVIRTA PIENENEE PESULASSA 6 l/s/m2 ---> 1,5 l/s/m2,
KUN PESUHALLISSA EI PESUTOIMINTAA

Puhallinkoko		2	
Puhallintoiminto		SB	
Puhaltimen pintakäsittely		Alkylimaali	
Tärinänvaimennin		Kumi	
Dynaaminen paine		69	Pa
Kokonaispaineenkorotus		722	Pa
Hyötysuhde		76	%
Kierrosluku		2278	1/min
Kierrosluku, max.		2650	1/min
Akseliteho		1.61	kW
Äänen tehotaso, A-painotettu		89	dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$qv\,{}^{l}/_{s} = k * \sqrt{dp\,(Pa)}$	0.0428 / 1579	Pa

Sarana, huoltoluukkuun
Ilmavirtamittari

Moottori

Teho	3.00	kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1420	1/min
Virta	6.30	A
Hyötysuhde (nimellinen)	83	%
Jännite	3 ~ 400	V
Taajuus (nimellinen)	50	Hz
Taajuus mitoituspisteessä / max.	80 / 93	Hz

Äänenvaimennustoiminto

Vaimenninelementtien pituus	600	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Märkä	
Painehäviö	55	Pa

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Äänenvaimennus	4	5	11	19	24	28	25	18	dB

Huoltoluukku
Sarana, huoltoluukkuun
Koneen kokoinen liitoslaippa työntölistalle

ENERGENT OY
Kivistöntie 1
60800 ILMAJOKI
Puhelinnumero +35840-5548 403
Telefax +35817-2612 027
E-mail osoite sami.ollikainen@energent.fi

Lisenssinhaltija: Energent Oy
Koneen kuvaus: TK 1/PK 1

Poistokone

5. Vaippamoduuli

Vaipan materiaali	Kuumasinkitty	
Äänenvaimennustoiminto		
Vaimenninelementtien pituus	600	mm
Vaimennusmateriaalin puhdistus	Märkä	
Painehäviö	55	Pa

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Äänenvaimennus	4	5	11	19	24	28	25	18	dB

Huoltoluukku
Sarana, huoltoluukkuun
Koneen kokoinen liitoslaippa työntölistalle

Puhallintoiminto, sekavirtauspuhallin
ENERGENT
ILMAVIRTA PIENENEE PESULASSA 6 l/s/m2 ---> 1,5 l/s/m2,
KUN PESUHALLISSA EI PESUTOIMINTAA

Puhallinkoko		2	
Puhallintoiminto		SB	
Puhaltimen pintakäsittely		Alkylimaali	
Tärinänvaimennin		Kumi	
Dynaaminen paine		69	Pa
Kokonaispaineenkorotus		561	Pa
Hyötysuhde		73	%
Kierrosluku		2152	1/min
Kierrosluku, max.		2480	1/min
Akseliteho		1.30	kW
Äänen tehotaso, A-painotettu		86	dB(A)
k-kerroin / referenssipaine-ero	$qv\,{}^{l}m^3/s = k * \sqrt{dp\,(Pa)}$	0.0428 / 1579	Pa

Sarana, huoltoluukkuun
Ilmavirtamittari

Moottori

Teho	2.20	kW
Pyörimisnopeus (nimellinen)	1420	1/min
Virta	4.70	A
Hyötysuhde (nimellinen)	82	%
Jännite	3 ~ 400	V
Taajuus (nimellinen)	50	Hz
Taajuus mitoituspisteessä / max.	75 / 87	Hz

Tarkastustoiminto

Pituus	400	mm

6. Vaippamoduuli

Vaipan materiaali	Kuumasinkitty	
Kulmatoiminto		
Painehäviö	8	Pa

ENERGENT OY
Kivistöntie 1
60800 ILMAJOKI
Puhelinnumero +35840-5548 403
Telefax +35817-2612 027
E-mail osoite sami.ollikainen@energent.fi

7. Vaippamoduuli

Vaipan materiaali Kuumasinkitty

Tarkastustoiminto

Pituus 400 mm

Koneen kokoinen liitoslaippa työntölistalle

Energent-LTO

LTO-PIIPPU / LÄPIVIENTI TEHDÄÄN
KOHTEEN MUKAAN HALUTTUUN MITTAAN!!!

Laskentatulokset tulokoneen yhteydessä

Konealusta, tulokone

Korkeus 160 mm

Säätöjalka

Konealusta, tulokone

Korkeus 160 mm

Säätöjalka

Konealusta, tulokone

Korkeus 160 mm

Säätöjalka

Konealusta, poistokone

Korkeus 160 mm

Konealusta, poistokone

Korkeus 160 mm

ENERGENT OY
Kivistöntie 1
60800 ILMAJOKI
Puhelinnumero
+35840-5548 403
Telefax
+35817-2612 027
E-mail osoite
sami.ollikainen@energent.fi

LIITE 12

Tarjouskirje (verottomat ja verolliset hinnat)

06.05.2010

Myyjä	Tilaaja

Tarjous: 950656 / 1 Opinnäytetyö/huippuimurijärjestelmä

		Veroton	Vero 22.00%	Verollinen
0001	**KONEET**	**9 060**	**1 993**	**11 053**
0002	**KANAVAT**	**6 710**	**1 476**	**8 186**
0003	**PÄÄTELAITTEET**	**1 000**	**220**	**1 220**
		16 770	**3 689**	**20 459**

950656	Opinnäytetyö1
1	Opinnäytetyö/huippuimurijärjestelmä

Veroton **16 779.07** Vero% **22.00** Verollinen **20 470.46** Tarjoushinta **20 459.40**

Kustannuslaji **Työtä**

Selite	Positio	Sääntö	%	Hinta	Määrä	Vaikutus
Normaalitalolisä I			7.00			
Erikoistalolisä I			16.00			
Normituntikerroin					14.840	370.70
Keskituntiansio		Tuntiansio		14.69	25.235	
Työnjohtokulut		%-lisä	5.00	500.00	1.000	18.54
Sosiaalipalkat		%-lisä	73.00			284.14
Km-korvaus		Per päivä		0.44		
Ateriakorvaus		Per päivä		8.75	1.000	27.60
Myyntikate		Kate %	15.00			123.70

Kustannuslaji **Materiaalia**

Selite	Positio	Sääntö	%	Hinta	Määrä	Vaikutus
Pientarvikkeet (%)		%-lisä	3.00			384.93
Hinnanmuutos (%)		%-lisä	2.00			264.32
Myyntikate		Kate %	15.00			2 378.88
Rahdit		%-lisä	0.50			79.30
Kopiokustannukset		%-lisä	0.10			15.86

Kustannuslaji **Alihankintaa**

Selite	Positio	Sääntö	%	Hinta	Määrä	Vaikutus
Myyntikate		Kate %	10.00			

Kustannuslaji	**Netto**	**Kerroin**	**Brutto**
Materiaalia	12 831.09	1.24	15 954.38
Työtä	24.98	33.01	824.69
Yhteensä	**12 856.07**		**16 779.07**

Lämpökarelia Oy *Laskelman rivit*

06.05.2010

950656 Opinnäytetyö1 Paketit purettuna PH 19:55:05

1 Opinnäytetyö/huippuimurijärjestelmä

Tuotekoodi	Lisänimi	Nimitys	Yksikkö	Määrä	Materiaali	Alihankinta	Työt
0001	**KONEET**						
		rakennustekniikka huippı	KPL	4.00	720.00		
		Huippareiden taajarit ase	KPL	4.00	3 000.00		
L7805102	KATTOLÄPIVIENTI	HIFEB 02/03	KPL	2.00	394.16		3.84
L7805104	KATTOLÄPIVIENTI	HIFEB 06/09/12	KPL	2.00	602.16		3.84
L7805513	HUIPPUIMURI	HIFEK-02-4/8-1-1-1	KPL	1.00	397.28		1.92
L7805521	HUIPPUIMURI	HIFEK-03-4-1-1-1	KPL	1.00	430.56		1.92
L7805533	HUIPPUIMURI	HIFEK-06-4/8-1-1-1	KPL	2.00	1 337.44		3.84
	KONEET		yhteensä		6 881.60		15.36
0002	**KANAVAT**						
		s-pellit+kanavat asennett	KPL	9.00	5 400.00		
	KANAVAT		yhteensä		5 400.00		0.00
0003	**PÄÄTELAITTEET**						
I8813415	RIS 300 X 300	ULKOSÄLEIKKÖ	KPL	7.00	424.41		
I8813432	RIS 600X400	ULKOSÄLEIKKÖ	KPL	2.00	125.08		2.90
I8813415	RIS 300 X 300	ULKOSÄLEIKKÖ	KPL	7.00			6.72
	PÄÄTELAITTEET		yhteensä		549.49		9.62

Lämpökarelia Oy *Laskelman rivit* 06.05.2010

950656 Opinnäytetyö1 Paketit purettuna PH 19:55:05

1 Opinnäytetyö/huippuimurijärjestelmä

Tuotekoodi	Lisänimi	Nimitys	Yksikkö	Määrä	Materiaali	Alihankinta	Työt
	Opinnäytetyö/huippuimurijärjestelmä			Yhteensä	12 831.09	0.00	24.98

LIITE 13

Tarjouskirje (verottomat ja verolliset hinnat)

06.05.2010

Myyjä	**Tilaaja**

Tarjous: 950656 / 2 Opinnäytetyö/LTO-järjestelmä

		Veroton	Vero 22.00%	Verollinen
0001	**KONEET**	**28 250**	**6 215**	**34 465**
0002	**KANAVAT**	**4 150**	**913**	**5 063**
0003	**PÄÄTELAITTEET**	**4 180**	**920**	**5 100**
		36 580	**8 048**	**44 628**

950656	Opinnäytetyö1
2	Opinnäytetyö/LTO-järjestelmä

Veroton **36 585.40** Vero% **22.00** Verollinen **44 634.19** Tarjoushinta **44 627.60**

Kustannuslaji **Työtä**

Selite	Positio	Sääntö	%	Hinta	Määrä	Vaikutus
Normaalitalolisä I			7.00			
Erikoistalolisä I			16.00			
Normituntikerroin					14.840	1 081.24
Keskituntiansio		Tuntiansio		14.69	73.604	
Työnjohtokulut		%-lisä	5.00	500.00	1.000	54.06
Sosiaalipalkat		%-lisä	73.00			828.77
Km-korvaus		Per päivä		0.44		
Ateriakorvaus		Per päivä		8.75	1.000	80.50
Myyntikate		Kate %	15.00			360.81

Kustannuslaji **Materiaalia**

Selite	Positio	Sääntö	%	Hinta	Määrä	Vaikutus
Pientarvikkeet (%)		%-lisä	3.00			824.66
Hinnanmuutos (%)		%-lisä	2.00			566.27
Myyntikate		Kate %	15.00			5 096.42
Rahdit		%-lisä	0.50			169.88
Kopiokustannukset		%-lisä	0.10			33.98

Kustannuslaji **Alihankintaa**

Selite	Positio	Sääntö	%	Hinta	Määrä	Vaikutus
Myyntikate		Kate %	10.00			

Kustannuslaji	**Netto**	**Kerroin**	**Brutto**
Materiaalia	27 488.80	1.24	34 180.01
Työtä	72.86	33.01	2 405.39
Yhteensä	**27 561.66**		**36 585.40**

Lämpökarelia Oy *Laskelman rivit*

06.05.2010

950656 Opinnäytetyö1 Paketit purettuna PH 19:56:37

2 Opinnäytetyö/LTO-järjestelmä

Tuotekoodi	Lisänimi	Nimitys	Yksikkö	Määrä	Materiaali	Alihankinta	Työt
0001	**KONEET**						
		EGP15 +automatiikka+k	KPL	1.00	21 400.00		
		IV-tason rakennuskust.	KPL	1.00	800.00		
		Kattoläpivienti	KPL	1.00	250.00		
		EGP15 +automatiikka+k	KPL	1.00			10.23
	KONEET		yhteensä		22 450.00		10.23
0002	**KANAVAT**						
I8930012	IRIS 315	SÄÄTÖ- JA MITTAUSI	KPL	6.00	400.50		5.70
IP8100014		KIERRES.KANAVA K(		58.00	409.03		17.98
IP8100016		KIERRES.KANAVA K(		7.00	78.00		2.45
IP8100018		KIERRES.KANAVA K(		13.00	187.16		5.98
IP8100020		KIERRES.KANAVA K(		12.00	226.65		6.96
IP8100104		KULMAYHDE KYN/90		10.00	138.32		4.90
IP8100238		T-YHDE TYN 400-315		1.00	27.93		0.58
IP8100244		T-YHDE TYN 500-315		3.00	92.82		1.98
IP8100250		T-YHDE TYN 630-315		2.00	77.58		2.02
IP8100576		MUUNTOYHDE MYN		1.00	23.37		0.58
IP8100580		MUUNTOYHDE MYN		3.00	80.70		1.98
IP8100586		MUUNTOYHDE MYN		2.00	66.80		2.02
IP8100588		MUUNTOYHDE MYN		2.00	68.11		2.02
	KANAVAT		yhteensä		1 876.97		55.15
0003	**PÄÄTELAITTEET**						
		POISTOILMALAITE EI	KPL	4.00	1 808.00		
		POISTOILMALAITE EI	KPL	1.00	625.00		1.10
I8613112	KH 315	KATTOHAJOTIN KH	KPL	6.00	728.83		2.58
		POISTOILMALAITE EI	KPL	4.00			3.80
	PÄÄTELAITTEET		yhteensä		3 161.83		7.48

Lämpökarelia Oy *Laskelman rivit* 06.05.2010

950656 Opinnäytetyö1 Paketit purettuna PH 19:56:37

2 Opinnäytetyö/LTO-järjestelmä

Tuotekoodi	Lisänimi	Nimitys	Yksikkö	Määrä	Materiaali	Alihankinta	Työt
Opinnäytetyö/LTO-järjestelmä				Yhteensä	27 488.80	0.00	72.86

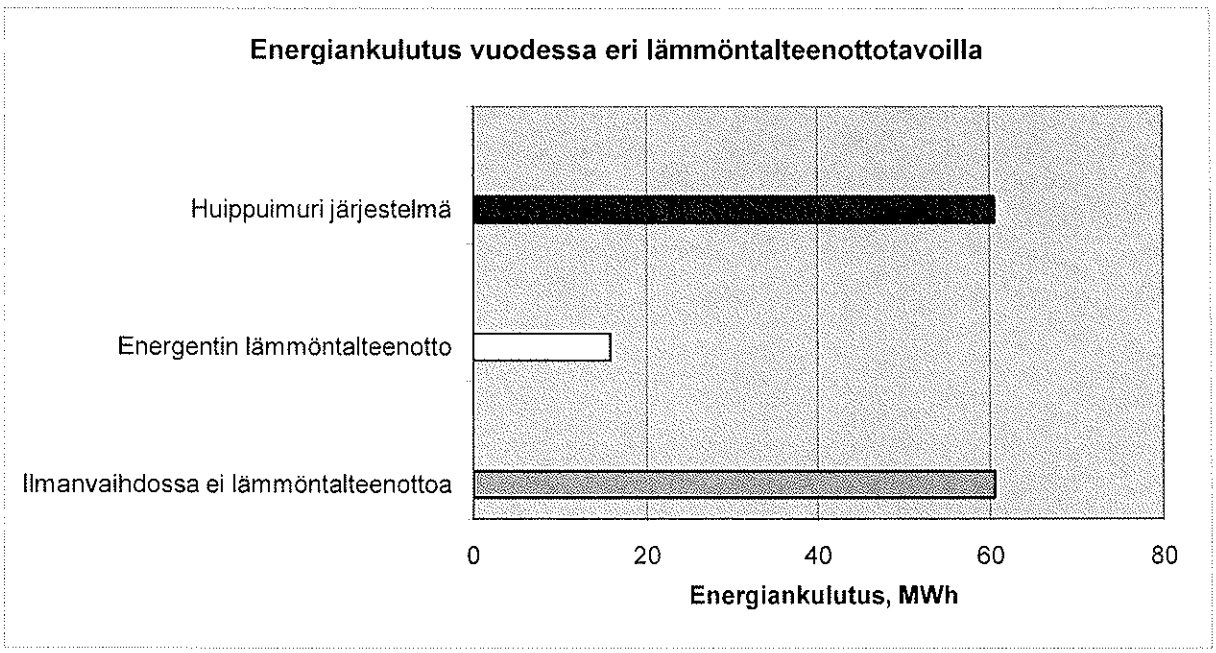
LIITE 14A

ENERGIALASKELMA (tulostusmuoto)

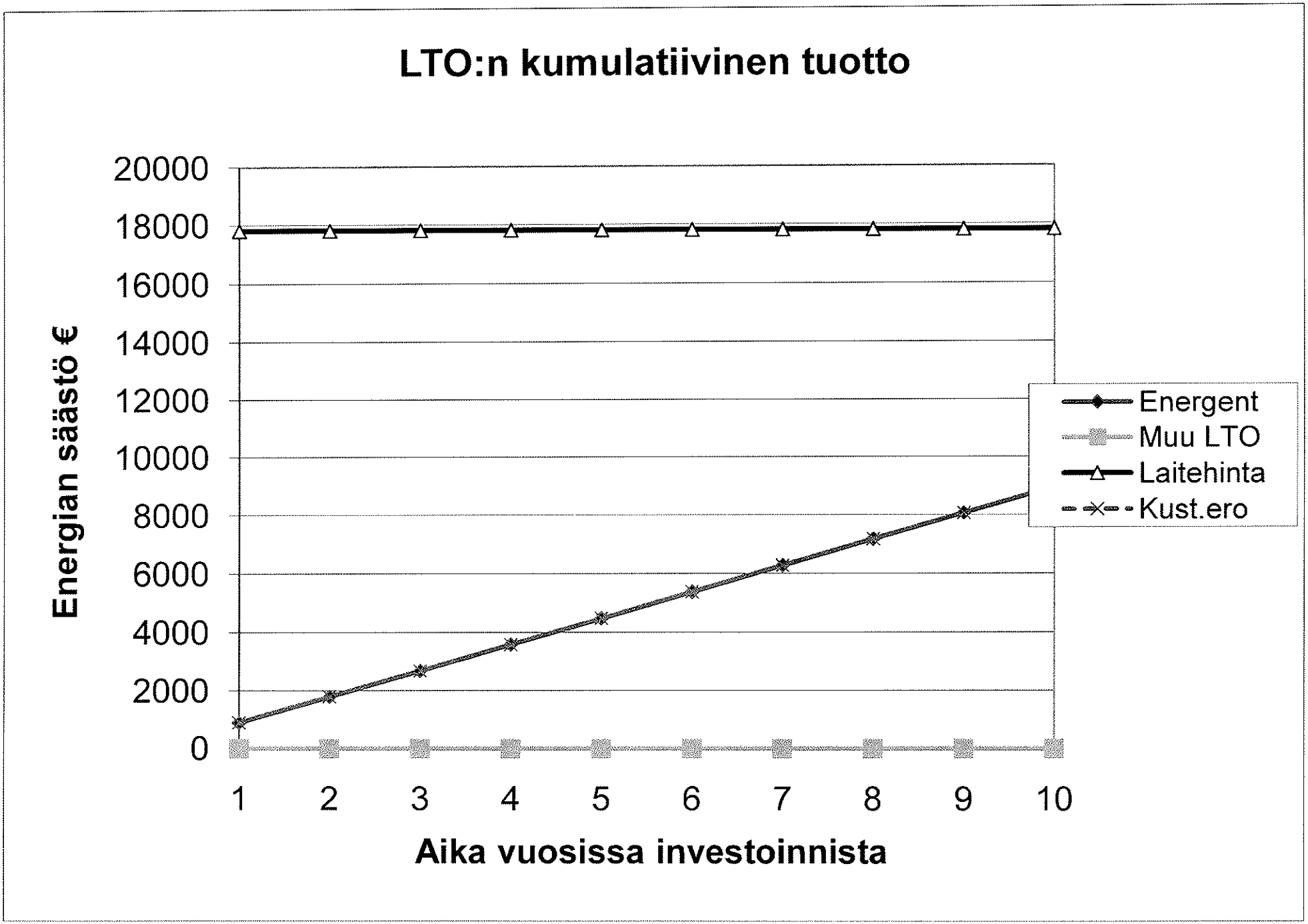
6.5.2010

Kiinteistön ilmanvaihdon käyttöajat	8 h / vrk
	5 vrk / vko

	Energiankulutus vuodessa	LTO:n lämmöntuotto vuodessa	Lisälämmitys-patterin tehotarve	Vuosihyötysuhde
Ilmanvaihdossa ei lämmöntalteenottoa	61 MWh	0 MWh	104 kW	0
Energentin lämmöntalteenotto	16 MWh	45 MWh	33 kW	74,0
Huippuimuri järjestelmä	61 MWh	0 MWh	73 kW	0,0

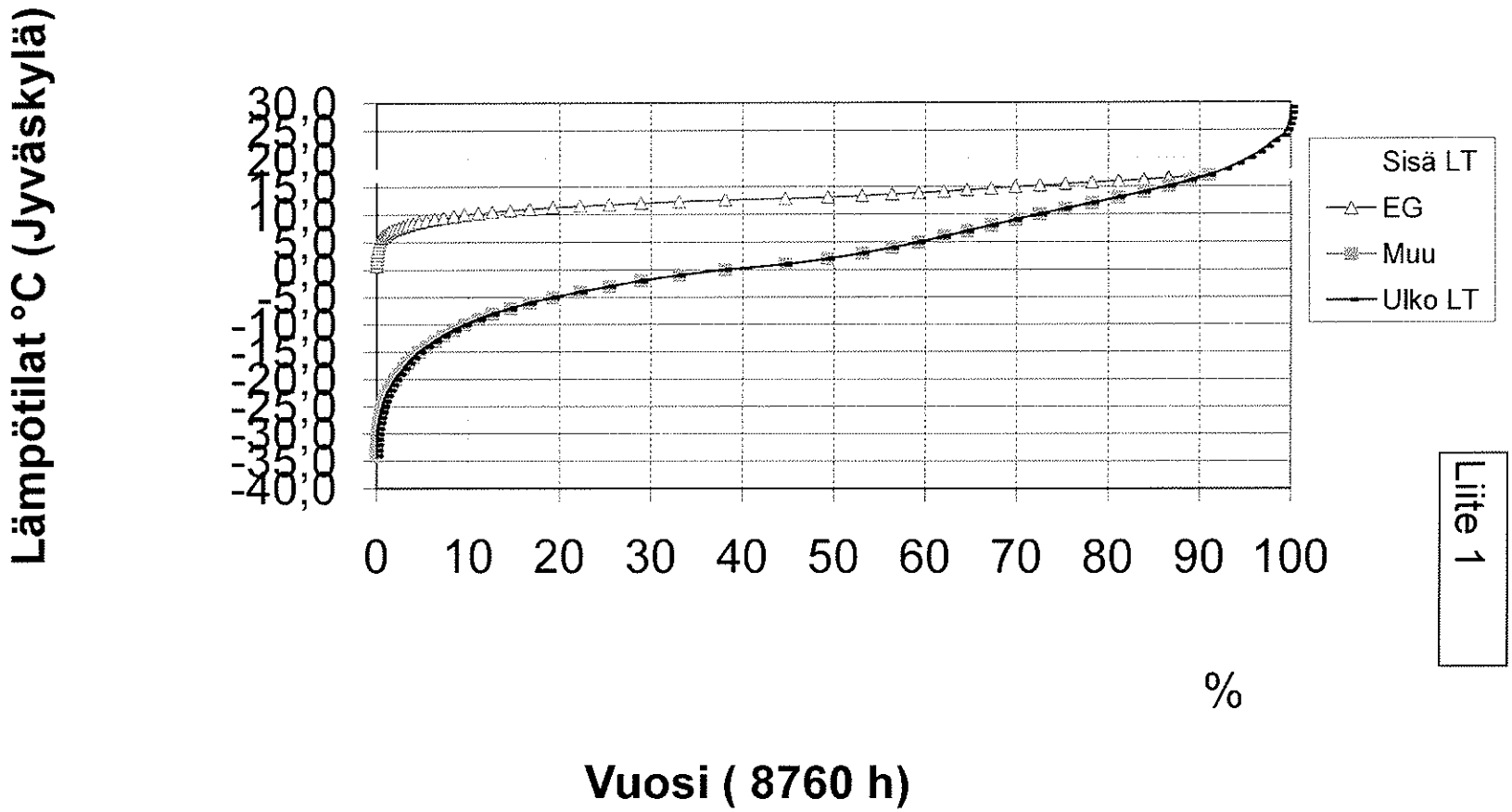


LIITE 14B


LTO:n kumulatiivinen tuotto
Energian säästö €
20000
18000
16000
14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Aika vuosissa investoinnista
Energent
Muu LTO
Laitehinta
Kust.ero

LIITE 19C

Sisä- ja ulkoilman lämpötilat sekä tulolämpötilat LTO:n jälkeen (Energent ja muu- LTO)

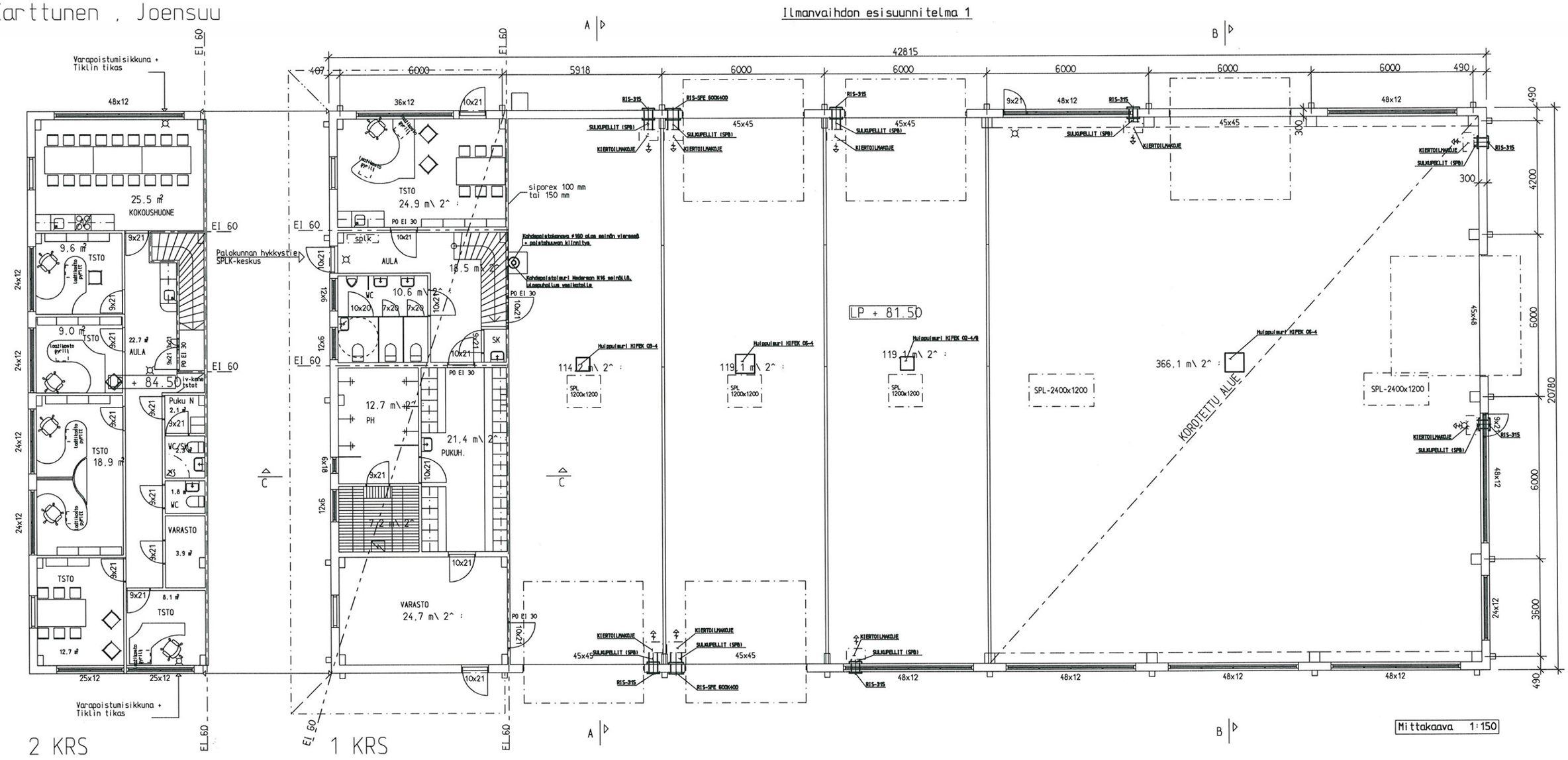


Liite 1

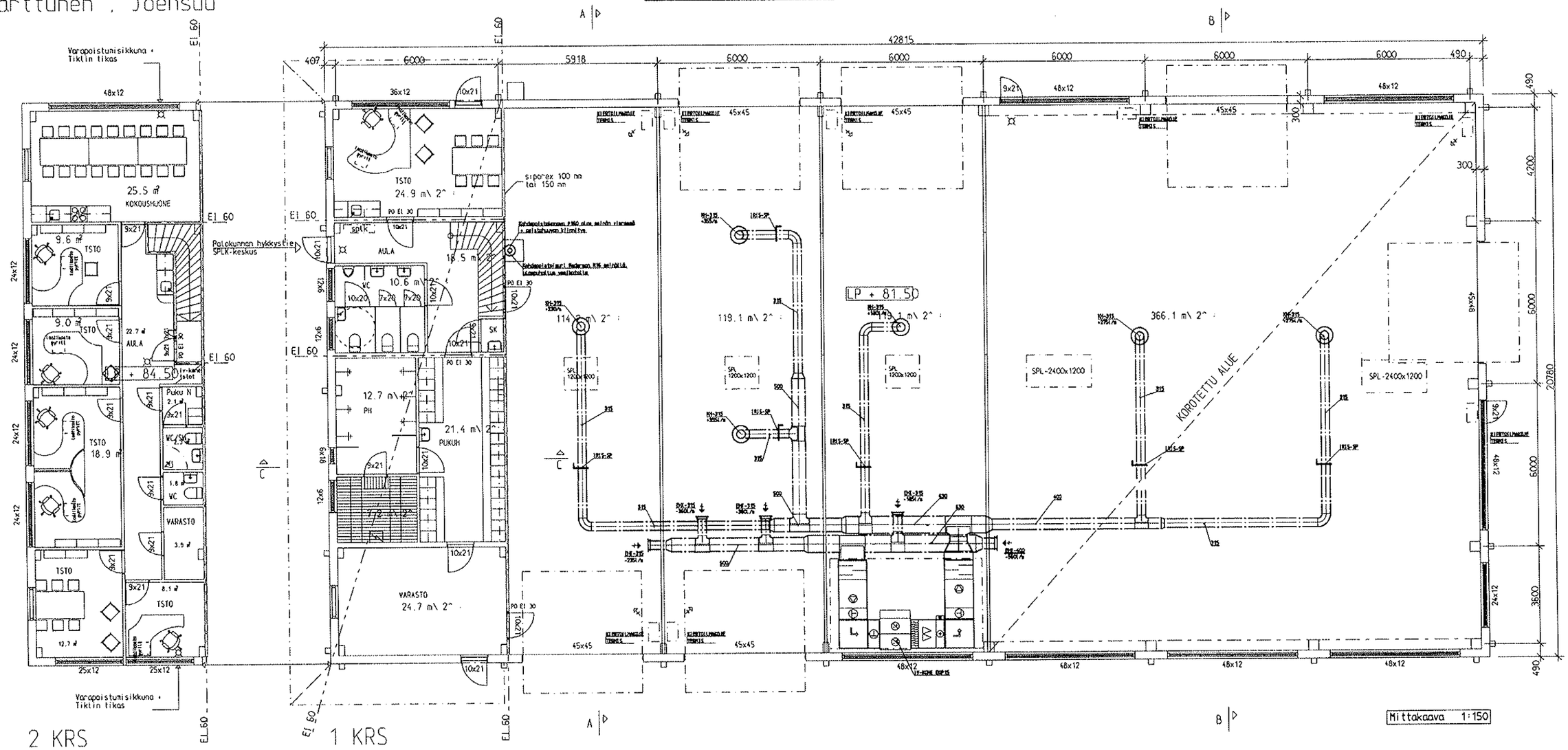
IV-KUVA 1

Karttunen , Joensuu

Ilmanvaihdon esisuunnitelma 1



IU-KUVA 2

Karttunen , Joensuu

Ilmanvaihdon esisuunnitelma 2