

Mika Kinnunen

ENERGIATALOUDEN
PARANTAMINEN
ILMANVAIHDON
AVULLA

Opinnäytetyö
Talotekniikka


Maaliskuu 2011



MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences	Opinnäytetyön päivämäärä 				
Tekijä(t) Mika Kinnunen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Talotekniikka LVI-tekniikan suuntautumisvaihtoehto				
Nimeke Energiatalouden parantaminen ilmanvaihdon avulla					
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli vähentää Etelä-Suomessa sijaitsevan maatalousmarketin energiankulutusta. Kiinteistö kuluttaa kokoonsa nähden paljon kaukolämpö- ja sähköenergiaa. Kohteen ilmastointikoneet ovat pääosin 1970 ja 1980 luvuilta ja niiden lämmön talteenottojärjestelmä on puutteellinen.</p> <p>Opinnäytetyössä laskettiin nykyisen ja uuden suunnitelman mukaisen ilmastointijärjestelmän lämmitys- ja sähköenergian kustannuksia. Saatuja tuloksia verrattiin todellisiin kustannuksiin ja kulutuksiin. Kiinteistön koneusinnalla saatavat energiasäästöt muutettiin kustannuksiksi, joiden avulla investoinnille laskettiin tarvittava takaisinmaksuaika. Investoinnin takaisinmaksulaskelmassa on pyritty huomioimaan lisäksi kaukolämpö- ja sähköenergian hinnannousu lähitulevaisuudessa.</p> <p>Laskelmat ilmanvaihtojärjestelmän uusinnasta osoittivat, että rakennuksen ilmavirtojen kohdistaminen tarpeenmukaisiksi ja keskittämällä ne LTO -laitteiston lävitse, on mahdollista parantaa energiataloutta merkittävästi.</p>					
Asiasanat (avainsanat) Ilmanvaihdon energiankulutus, lämmön talteenotto, SFP-luku					
Sivumäärä 28	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Kieli</td> <td style="width: 50%;">URN</td> </tr> <tr> <td>suomi</td> <td></td> </tr> </table>	Kieli	URN	suomi	
Kieli	URN				
suomi					
Huomautus (huomautukset liitteistä) 					
Ohjaavan opettajan nimi Aki Valkeapää	Opinnäytetyön toimeksiantaja LVI-suunnittelu Visatek Oy				

DESCRIPTION

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences		Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Mika Kinnunen		Degree programme and option Building Services Engineering HVAC-technology	
Name of the bachelor's thesis Improving energy economy by ventilation			
Abstract Aim of this study was reduce the agricultural supermarket energy consumption. Real estate to spend a lot of size, heating and electrical energy. The property air-conditioning machines are mainly 1970 and 1980 centuries and heat recovery system is not complete. The thesis was calculated the current and new plan under the air conditioning system for heating and electricity costs. The results were compared to actual costs of production and consumption. Energy saving were calculated using the investment required for the repayment period. Return on investment calculation, were taken into account in addition to district heating and electricity prices in the near future. The calculations of the study showed that changing of the streams of air of the building and to use centralised heat recovery it is possible to reach significant energy savings.			
Subject headings, (keywords) ventilation, energy consumption, heat recovery, electricity consumption			
Pages 28	Language finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Aki Valkeapää		Bachelor's thesis assigned by LVI-suunnittelu Visatek Oy	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	RAKENNUKSEN NYKYTILA	2
2.1	Rakennuksen mittatiedot	2
2.2	Rakennuksen ilmanvaihtokoneiden nykytila	3
2.3	Rakennuksen energiankulutuksen laskenta	6
2.4	Rakennuksen energiankulutus vuosina 2008 ja 2009	6
2.5	Vuoden keskilämpötilat vuosina 2008 ja 2009	7
3	ILMANVAIHDON ENERGIANKULUTUS	8
3.1	Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve	8
3.2	Tuloilman ja korvausilman lämmitysenergia tarve	8
3.3	Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus	11
3.4	Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP	12
4	LÄMMÖNTALTEENOTON JÄRJESTELMÄT JA LAITTEET	13
4.1	Lämmönsiirtimien tyypit	13
4.2	Regeneratiiviset lämmönsiirtimet	13
4.3	Rekuperatiiviset lämmönsiirtimet	14
5	ILMANVAIHTOKONEIDEN UUSIMINEN	15
5.1	Ilmanvaihdon perusteet	15
5.2	Ilmastointitavan valinta	15
5.3	Rakennuksen uudet ilmanvaihtokoneet	16
5.3.1	Huoltokorjaamon uusi iv-kattokonehuone	16
5.3.2	Myymälä / toimisto-osan uusi iv-kattokonehuone	18
5.3.3	Toimisto-osan uusi ilmanvaihtokone	19
6	UUSITUN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN ENERGIATEHOKKUUS	21
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuus D2 mukaan	21
6.2	Ilmanvaihtokoneiden energiankulutusvertailu	21
7	INVESTOINNIN KUSTANNUKSET	24
7.1	Ilmanvaihtokoneet	24
7.2	Sähkö ja Automatiikka	24
7.3	Kanava - putkisto ja rakennustekniset aputyöt	24
7.4	Ilmastoinnin päätelaitteet	24

8	YHTEENVETO INVESTOINNIN KANNATTAVUUDESTA.....	25
8.1	Säästö lämmitysenergian kustannuksista.....	25
8.2	Säästö sähköenergian kustannuksista	26
8.3	Investoinnin takaisinmaksuaika.....	27
	LÄHTEET	28
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana on parantaa etelä-suomessa sijaitsevan maatalousmarketin energiataloutta. Työssä keskityttiin kohteen ilmanvaihdon aiheuttamiin energiahäviöihin. Työn tilaajana on LVI-suunnittelu Visatek Oy ja ohjaajana LVI-insinööri Jari Sanamäki.



KUVA 1. Maatalousmarketti.

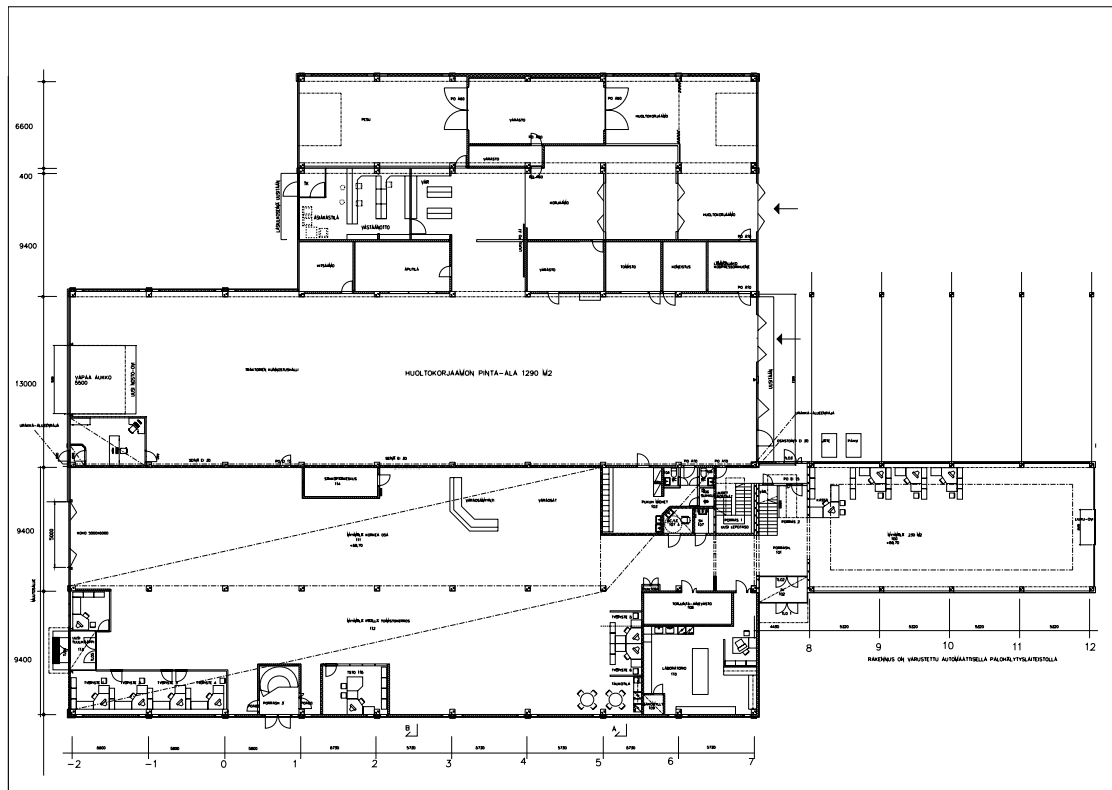
Kiinteistön rakentaminen aloitettiin v.1974, jonka jälkeen sitä laajennettiin kahdesti vuosina 1980 ja 1984. Rakennus voidaan jakaa myymälä, toimisto ja huoltokorjaamotiloihin. IV-koneet sijaitsevat vesikattokonehuoneissa, lukuun ottamatta toisen kerroksen koneita, jotka palvelevat myymälää ja osaa toimistoa. Kuvassa 1 on esitetty rakennuksen julkisivu asiakaspaikoituksen puolelta kuvattuna.

Rakennus kuluttaa tilavuuteensa nähden paljon lämmitys ja sähköenergiaa. Tämän työn tavoitteena on pienentää kiinteistön lämmitys- ja sähköenergian kustannuksia. Rakennuksen ilmastointi muutetaan vastaamaan toiminnallista tarkoitusta ja kiinteistön ilmanvaihto varustetaan kattavalla LTO –järjestelmällä. Investointihankkeesta tehdään lisäksi kustannus- ja takaisinmaksulaskelma, jossa pyritään arvioidaan myös tuleva energian hinnannousu.

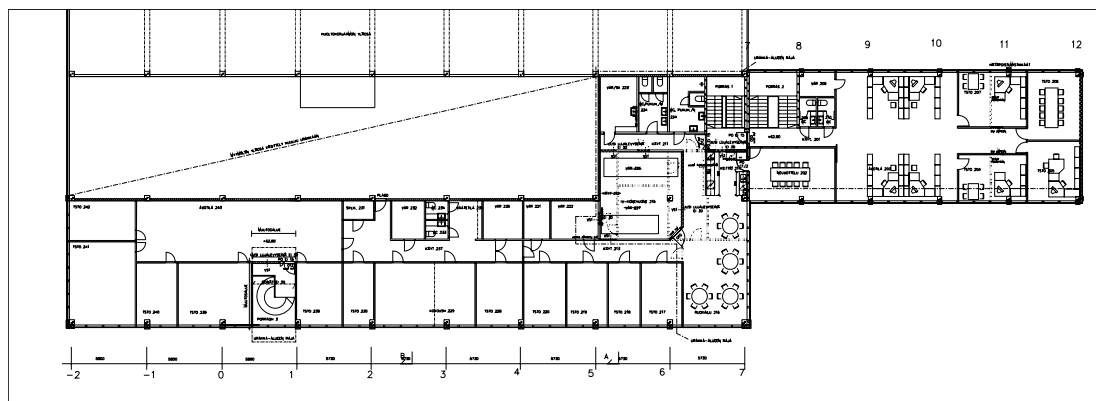
2 RAKENNUKSEN NYKYTILA

2.1 Rakennuksen mittatiedot

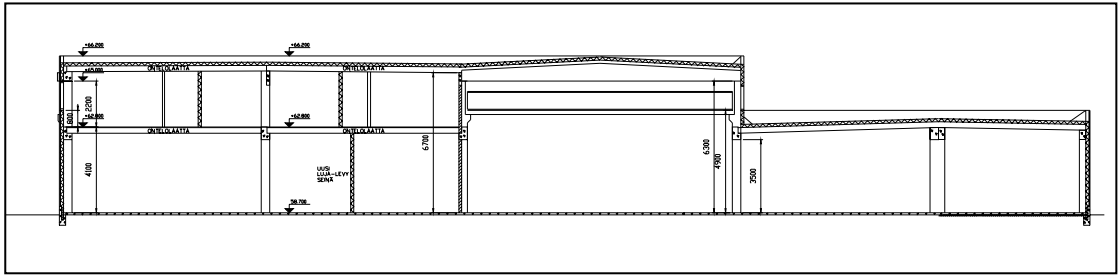
Kohteen kokonaiskerrosala on 3 323 m² ja rakennustilavuus 14 891 m³. Pituutta rakennuksella on 78 m, leveyttä 49 m ja korkeutta 7.6 m.



KUVA 2. 1.krs myymälä ja huoltokorjaamotilat.



KUVA 3. 2.krs toimistotilat.



KUVA 4. Maatalousmarketin poikkileikkaus (vasemmalla alhaalla myymälä ja yläpuolella toimisto-osa).

2.2 Rakennuksen ilmanvaihtokoneiden nykytila

Kiinteistön ilmanvaihtokoneet kartoitettiin vesikatolla ja lisäksi käytössä on ollut nykyisiä ilmanvaihtopiirustuksia. Kartoitus nojautuu pääosin suunnitelmiin, vaikka näiden osalta oli havaittavissa jonkin verran poikkeamia toteutukseen nähden.

Koneet ovat pääosin alkuperäisiä rakentamisvuodelta 1974. Koneet ovat huonokuntoisia ja teknisesti vanhentuneita, niiden säätölaitteet ovat myös huonokuntoisia. Koneissa ei ole myöskään hyödynnetty lämmöntalteenottoa kuin vähäisin osin.

1980-luvun alkupuolella on lisätty kolme ilmanvaihtokonetta. Kyseiset koneet ja säätölaitteet ovat myös melko huonokuntoisia. Koneissa ei ole hyödynnetty lämmöntalteenottoa kaikilta osin.

Vuonna 2001 on lisätty vielä yksi sisäasenteinen ilmanvaihtokone toiseen kerrokseen. Kone palvelee ensimmäisen kerroksen myymäläosaa. Sen kunto säätölaitteineen on hyvä, samoin koneen lämmön talteenotto on kunnossa.

Ilmanvaihtokoneet ovat teknisen käyttöikänsä loppuilla. LVI-kortiston ohjekortin LVI 01-10424 ”Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajakset” mukainen tekninen käyttöikä on 20-25 vuotta [9, s.23]. Koneiden tekniset suoritusarvot ovat myös puutteellisia mm suodatusten ja lämmön talteenoton osalta. Osassa kiinteistöä koneiden palveleman alueen toiminta on muuttunut ja näiltä osin ilmavirrat ei vastaa nykyistä käyttötarkoitusta, esimerkiksi maalaamo on poistunut ja entisiä työtiloja on muutettu varastokäyttöön. Näiltä osin ilmavirtoja voidaan pienentää ja näin saavuttaa energiansäästöä.

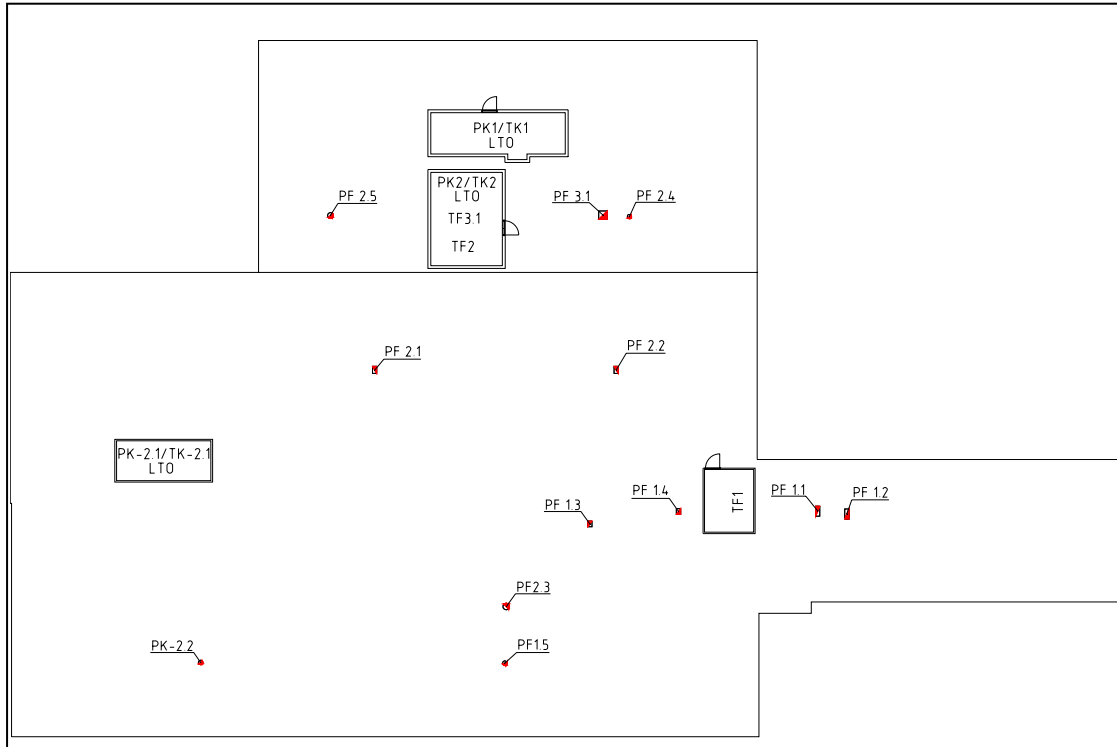
Lämmöntalteenottolaitteet koneissa ovat levylämmönsiirtimiä tai ne puuttuvat kokonaan. Uusimalla koneet ja varustamalla ne nykyaikaisilla lämmöntalteenottolaitteilla voidaan saavuttaa merkittäviä energiansäästöjä.

Ilmanvaihtokoneiden säätölaitteet ovat niin iäkkäitä, että säätimiin ei enää löydy varaosia. Samoin kenttälaitteet ovat erittäin huonokuntoisia. Pumppuryhmät tulee myös uusida kuntosaa ja sopivuutensa perusteella kokonaan.

Koneiden ilmanvaihtokanavia tulee muuttaa lämmöntalteenoton tehostamiseksi ja muutettuja ilmavirtoja vastaamaan. Pääosa kanavista ja päätelaitteista voidaan jättää ennalleen.

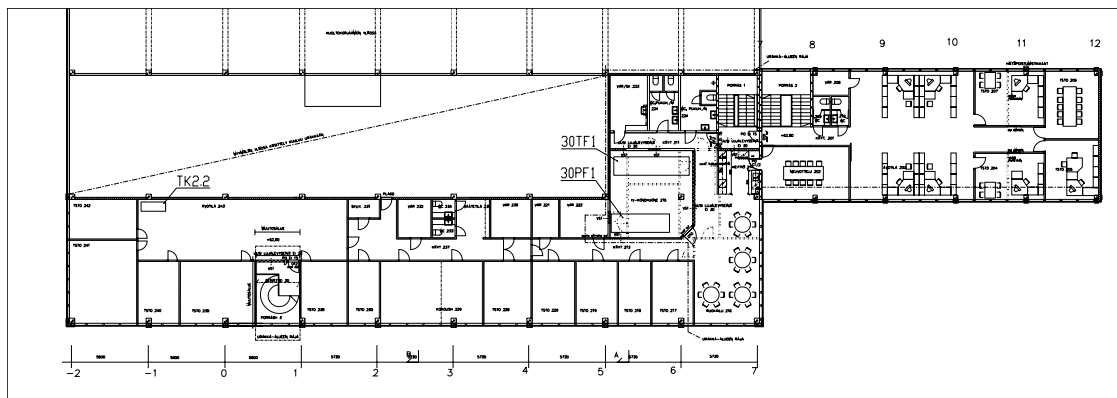
TAULUKKO 1. Luettelo nykyisistä ilmanvaihtokoneista.

koje nro	ilmavirrat m ³ /s	vaikutusalue	LTO
TF1	+1.89	myymälä/tsto-osa	-
PF1.1	- 0.97	myymälä/tsto-osa	-
PF1.2	- 0.50	myymälä/tsto-osa	-
PF1.3	- 0.33	myymälä/tsto-osa	-
PF1.4	- 0.39	myymälä/tsto-osa	-
PF1.5	- 0.56	myymälä/tsto-osa	-
TF2	+2.44	huoltokorjaamo	-
PF2.1	- 0.83	huoltokorjaamo	-
PF2.2	- 0.83	huoltokorjaamo	-
PF2.4	- 0.10	huoltokorjaamo	-
PF2.5	- 0.63	huoltokorjaamo	-
TF3.1	+1.95	huoltokorjaamo	-
PF3.1	- 1.95	huoltokorjaamo	-
TK1	+3.9	huoltokorjaamo	levylämmönsiirrin
PK1	- 3.9	huoltokorjaamo	levylämmönsiirrin
TK2	+0.42	huoltokorjaamo	levylämmönsiirrin
PK2	- 1.25	huoltokorjaamo	levylämmönsiirrin
TK2.1	+1.01	huoltokorjaamo	levylämmönsiirrin
PK2.1	- 1.01	huoltokorjaamo	levylämmönsiirrin
TK2.2	+0.30	tsto-osa	-
PK2.2	- 0.30	tsto-osa	-
30TF1	+3.25	myymälä/tsto-osa	LTO-patteri
30PF1	- 3.25	myymälä/tsto-osa	LTO-patteri



KUVA 5. Ilmanvaihtokoneiden sijainti vesikatolla.

Kiinteistön vesikatolla tulo- ja poistoilmakoneet sijaitsevat kattokonehuoneissa sekä huippuimurit hajautettuna tuloilmakoneensa ympärille (kuva 5). Toimistosiivessä olevat ilmanvaihtokoneet 30TF1 ja 30PF1 on uusittu vuonna 2001 ja ne ovat laitteineen hyvässä kunnossa. Näitä koneita ei suunnitelmissa esitetä uusittaviksi. Koneiden energiankulutukset kuitenkin huomioidaan nykyisissä ja uusissa laskelmissa. Toimistosiivoksen nykyinen tuloilmakone TK2.2 uusitaan uudella regeneratiivisella ilmanvaihtokoneella (kuva 6).



KUVA 6. Toimistosiiven ilmanvaihtokoneet.

2.3 Rakennuksen energiankulutuksen laskenta

Rakennuksen energiankulutus E_{rakennus} on rakennuksen lämmitysenergian, laitesähköenergian ja jäähdytysenergian yhteenlaskettu kulutus kaavan 1 mukaisesti. [2, s.16]

$$E_{\text{rakennus}} = Q_{\text{lämmitys}} + W_{\text{laitesähkö}} + Q_{\text{jäähdytys, tilat}} \quad (1)$$

E_{rakennus}	rakennuksen energiankulutus, kWh
$Q_{\text{lämmitys}}$	rakennuksen lämmitysenergiankulutus, kWh
$W_{\text{laitesähkö}}$	rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus, kWh
$Q_{\text{jäähdytys, tilat}}$	rakennuksen tilojen jäähdytysenergiankulutus, kWh

2.4 Rakennuksen energiankulutus vuosina 2008 ja 2009

Rakennuksen todelliset lämmitys- ja sähköenergiankulutuslukemat saatiin lähtötietoina kiinteistön omistajalta. Taulukossa 2 olevat toteutuneet kulutuslukemat ovat tämän tutkielman vertailulukemat, joihin saatuja tuloksia tullaan vertaamaan. Taulukossa 3 on esitetty rakennuksen normeerattu energiankulutus kyseisinä vuosina.

TAULUKKO 2. Rakennuksen toteutunut energiankulutus.

vuosi	kaukolämpö MWh	sähköenergia MWh
2008	1029	268
2009	1107	271

TAULUKKO 3. Rakennuksen normeerattu energiankulutus.

vuosi	normeerattu MWh	lämmöntarve- luku
2008	1251	3712
2009	1269	3936

2.5 Vuoden keskilämpötilat vuosina 2008 ja 2009

Ilmatieteen laitos laskee vuorokauden keskilämpötilan kullakin havaintoasemalla 3 tunnin välein tehdyistä lämpötilamittauksista. Lämpötila luetaan lämpömittarista normaalikellonaikana klo 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20 ja 23, kesäaikana tuntia myöhemmin.

Vuorokauden keskilämpötila on suoraan kahdeksan havaintoarvon aritmeettinen keskiarvo. Kuukauden keskilämpötila lasketaan kyseisten vuorokausikeskilämpötilojen keskiarvona. Käytäntöä noudatetaan edelleen suurimmassa osassa havaintoasemiamme, myös automatisoiduilla havaintoasemilla. Lisäksi on jäljellä jonkin verran ns. vanhoja ilmastoasemia, joilla mittaukset tehdään 3 kertaa vuorokaudessa. Lisäksi erikoismittauksin saadaan yön alin ja päivän ylin lämpötila. Näillä asemilla vuorokauden keskilämpötilan laskennassa käytetään kuukausikohtaisia, ns. empiirisiä kaavoja, joiden avulla lopputulos saadaan mahdollisimman lähelle edellä kuvattua aritmeettista keskiarvoa. Täten kaikkien havaintoasemien kuukausikeskilämpötilat ovat keskenään vertailukelpoisia. [6, s.1]

Vuoden 2008 keskilämpötila Helsingissä oli $+7,6^{\circ}\text{C}$ ja vuonna 2009 $+6,2^{\circ}\text{C}$, kun taas pitkäaikainen keskiarvo vuosilta 1971 – 2000 on $+5,6^{\circ}\text{C}$. Näin ollen vuonna 2008 ja 2009 oli keskimääräistä lämpimämpää. [7, s.1]

3 ILMANVAIHDON ENERGIANKULUTUS

Tämän opinnäytetyön ilmanvaihdon energiankulutukset laskettiin kirjoitushetkellä vielä luonnosvaiheessa olevan Suomen rakentamismääräyskokoelman D5 2012 mukaisilla kaavoilla. [3, s.19]

3.1 Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve

Ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve Q_{iv} eli ilmanvaihtokoneessa tapahtuva tuloilman lämmittäminen lasketaan erikseen jokaiselle ilmanvaihtokoneelle kaavalla

$$Q_{iv} = \rho_i c_{pi} t_d t_v q_{v,tulo} (T_{sp} - T_{lto}) \Delta t / 1000 \quad (2)$$

Q_{iv}	ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve, kWh
ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK).
$q_{v,tulo}$	tuloilmavirta, m ³ /s.
t_d	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuotokautinen käyntiaikasuhte, h/24h
t_v	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhte, vrk/7 vrk
T_{sp}	sisäänpuhallus lämpötila, °C
T_{lto}	lämmön talteenotto laitteen jälkeinen lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuutos kilowattitunneiksi

Lämmöntalteenoton jälkeinen tuloilmalämpötila lasketaan kaavalla.

$$T_{lto} = T_u + \eta_{t,a} (T_s - T_u) \quad (3)$$

T_{lto}	lämmöntalteenoton jälkeinen tuloilmalämpötila, °C
T_u	ulkolämpötila, °C
T_s	sisälämpötila, °C
$\eta_{t,a}$	lämmöntalteenoton tuloilman vuotuinen lämpötilasuhte

3.2 Tuloilman ja korvausilman lämmitysenergia tarve

Tuloilman lämpeneminen tilassa lasketaan erikseen jokaiselle ilmanvaihtokoneelle kaavalla

$$Q_{iv,tuloilma} = \rho_i c_{pi} t_d t_v q_{v,tulo} (T_s - T_{sp}) \Delta t / 1000 \quad (4)$$

Korvausilman lämpeneminen tilassa lasketaan kaavalla

$$Q_{iv,korvausilma} = \rho_i c_{pi} q_{v,korvausilma} (T_s - T_u) \Delta t / 1000 \quad (5)$$

$Q_{iv,korvausilma}$	korvausilman lämpenemisen tarvitsema energia, kWh
ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK).
$q_{v,korvausilma}$	korvausilmavirta, m ³ /s.
t_u	ulkolämpötila, °C
t_s	sisälämpötila, °C
T_{sp}	sisäänpuhallus lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuutos kilowattitunneiksi

Korvausilmavirta lasketaan kaavalla

$$q_{v,korvausilma} = \sum t_d t_v q_{v,poisto} - t_d t_v q_{v,tulo} \quad (6)$$

$q_{v,poisto}$	poistoilmavirta, m ³ /s.
$q_{v,tulo}$	tuloilmavirta, m ³ /s.

Taulukossa 4 on esitetty lämmöntalteenoton laskelmissa käytetyt tuloilmanlämpötilasuhteet, joita käytettiin, koska valmistajan ilmoittamia arvoja ei ollut käytettävissä.

TAULUKKO 4. Erilaisten lämmönsiirtimien lämpötilasuhdearvoja [2, s23].

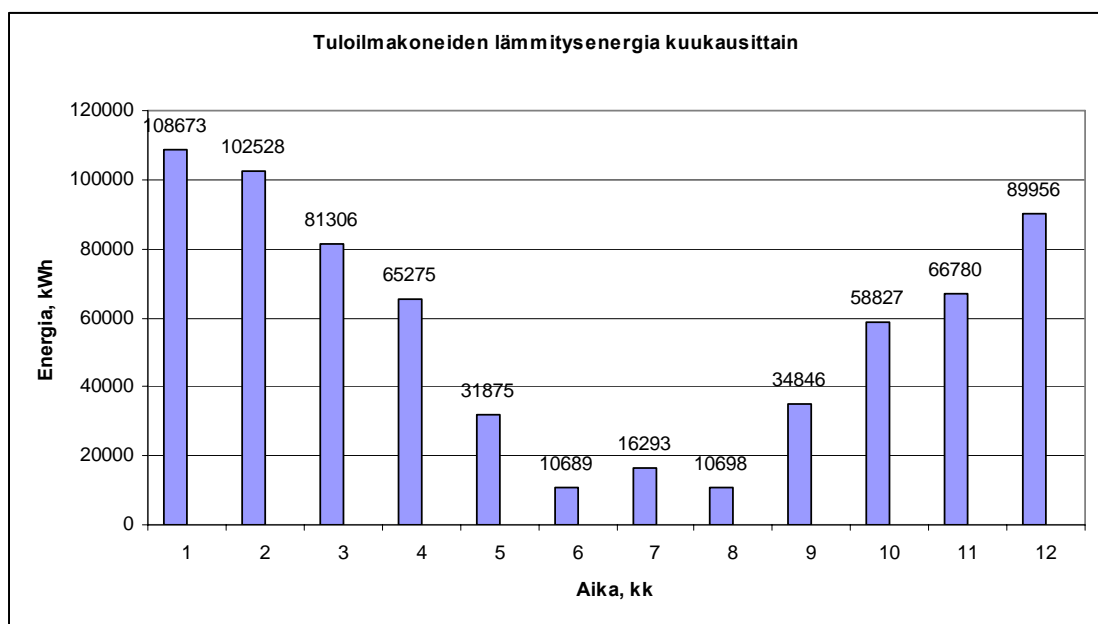
Lämmönsiirrin tyyppi	lämpötilasuhde η_t
Nestekiertoinen lämmönsiirrin	0,45
Ristivirtalevy lämmönsiirrin	0,55
Vastavirtalevylämmönsiirrin	0,70
Regeneratiivinen lämmönsiirrin	0,75

Rakennuksen ilmanvaihtokoneiden tuloilman lämmöntarve nykyisillä ilmanvaihtojärjestelmillä on esitetty taulukossa 5 sekä kuukausittainen lämmitysenergia taulukossa 6. Laskelmat koneiden lämmöntarpeista ja talteenotosta löytyvät liitteestä 1.

TAULUKKO 5. Tuloilman lämmityksen tarvitsema energia ja LTO.

koje nro	ilmavirrat m ³ /s	vaikutusalue	tuloilman lämmöntarve kWh	talteenotettu energia kWh	
TF1	+1.89/-2.75	myymälä/tsto-osa	131937	0	-
TF2	+2.44/-2.39	huoltokorjaamo	149570	0	-
TF3.1	+1.95/-1.95	huoltokorjaamo	119778	0	-
TK1	+3.9/-3.9	huoltokorjaamo	100529	139028	ristivirtalevyllämmönsiirrin
TK2	+0.42/-1.25	huoltokorjaamo	10678	15121	ristivirtalevyllämmönsiirrin
TK2.1	+1.01/-1.01	huoltokorjaamo	26034	36005	ristivirtalevyllämmönsiirrin
TK2.2	+0.30/-0.30	tsto-osa	20593	0	-
30TF	+3.25/-3.25	myymälä/tsto-osa	118627	108249	nestekiertoinen lämmönsiirrin
yht.	+15.16/-16.80		677746	190154	

TAULUKKO 6. Tuloilman lämmitysenergia kuukausittain.



3.3 Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus

Rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus on valaistussähkön, ilmanvaihtojärjestelmän sähkön ja muun laitesähkön yhteenlaskettu kulutus ilman lämmitykseen ja tilojen jäähtymiseen käytettyä sähköä kaavan 7 mukaan [2, s.33].

$$W_{\text{laitesähkö}} = W_{\text{valaistus}} + W_{\text{ilmanvaihto}} + W_{\text{muutlaitteet}} \quad (7)$$

$W_{\text{laitesähkö}}$	rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus, kWh.
$W_{\text{valaistus}}$	valaistuksen sähköenergiankulutus, kWh.
$W_{\text{ilmanvaihto}}$	ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus, kWh.
$W_{\text{muut laitteet}}$	muiden laitteiden sähköenergiankulutus, kWh.

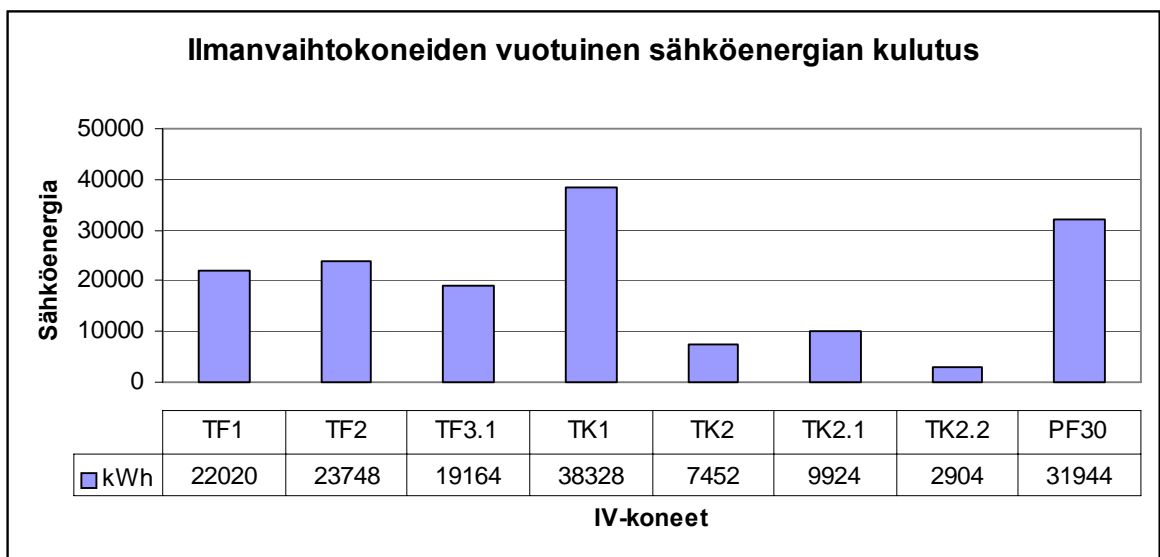
Tässä opinnäytetyössä keskityttiin vain ilmanvaihtokoneiden sähköenergiankulutuksiin. Laskelmissa ei oteta huomioon ilmanvaihtokoneen ja lämmöntalteenoton apulaitteiden sähköenergian kulutusta. Nykyisen ilmanvaihtojärjestelmän sähkökulutus laskettiin ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon (ilmanvaihtojärjestelmän painehäviö ja puhaltimien hyötysuhde), ilmavirran ja käyntiajan tulona kaavalla. [2, s.33]

$$W_{\text{ilmanvaihto}} = \sum P_{\text{es}} q_v \Delta t \quad (8)$$

$W_{\text{ilmanvaihto}}$	ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus, kWh
P_{es}	ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho, kW/(m ³ /s)
q_v	ilmanvaihtokoneen ilmavirta, m ³ /s
Δt	ilmanvaihtokoneen käyttöaika laskentajaksolla, h

Kiinteistön IV-koneiden sähköenergiankulutus esitetty taulukossa 7 ja liitteessä 1.

TAULUKKO 7. Ilmanvaihtokoneiden vuotuinen sähköenergian kulutus.



3.4 Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP

Koko ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP on rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän kaikkien puhaltimien yhteenlaskettu sähköverkosta ottama sähköteho [kW] jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän mitoitusilmavirralla tai mitoitusulkoilmavirralla [m³/s] (suurempi näistä). Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho lasketaan kaavalla. [10, s.20]

$$SFP = \frac{P_{\text{tuloilmapuhaltimet}} + P_{\text{poistoilmapuhaltimet}}}{Q_{\text{max}}} \quad (9)$$

SFP ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, kW(m³/s)
 $P_{\text{tuloilmapuhaltimet}}$ tuloilmapuhaltimien ottama sähköteho yhteensä, kW
 $P_{\text{poistoilmapuhaltimet}}$ poistoilmapuhaltimien ottama sähköteho yhteensä, kW
 Q_{max} mitoittava jäteilmavirta tai ulkoilmavirta, m³/s

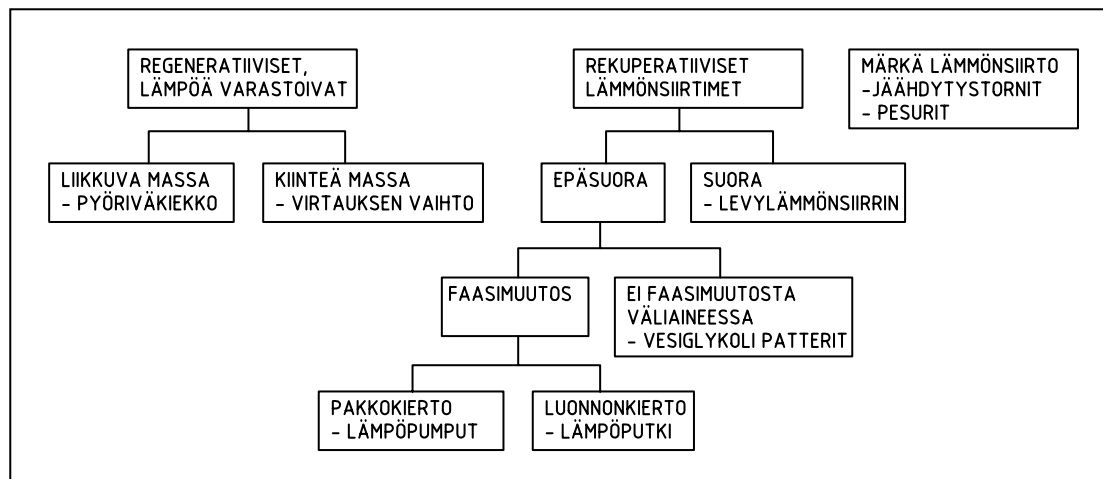
TAULUKKO 8. Ilmanvaihtokoneiden kaavalla 9 lasketut ominaissähkötehot.

Tulo- ja poisto-ilmakone	Ilmavirta	Sähköteho verkosta	Poisto-ilmakone	Ilmavirta	Sähköteho verkosta	koneen SFP
merkintä	m ³ /s	kW	merkintä	m ³ /s	kW	kW/m ³ /s
TK1	3,90	5,30	PK1	3,90	5,30	2,72
TK2	0,42	0,70	PK2	1,25	1,40	1,68
TK2.1	1,01	1,60	PK2.1	1,01	1,10	2,67
TK2.2	0,30	0,40	PK2.2	0,30	0,40	2,67
30TF1	3,25	4,40	30PF1	3,25	4,40	2,71
Yhteensä	8,88	12,40		9,71	12,60	
Tuloilmakone	Ilmavirta	Sähköteho verkosta	koneen SFP			
merkintä	m ³ /s	kW	kW/m ³ /s			
TF1	1,89	3,00	1,59			
TF2	2,44	3,90	1,60			
TF3.1	1,95	3,10	1,59			
Yhteensä	6,28	10,00				
Poistoilmakone	Ilmavirta	Sähköteho verkosta	Tämän koneen SFP			
merkintä	m ³ /s	kW	kW/m ³ /s			
PF1	2,75	3,00	1,09			
PF2	2,39	2,60	1,09			
PF3.1	1,95	2,10	1,08			
Yhteensä	7,09	7,70				
Tuloilmavirta m³/s					15,16	
Poistoilmavirta m³/s					16,80	
Sähkötehot yhteensä kW					42,70	
SFP [kW/m³/s]					2,54	

4 LÄMMÖNTALTEENOTON JÄRJESTELMÄT JA LAITTEET

4.1 Lämmönsiirtimien tyypit

Huomattava osa poistoilman lämpösisällöstä voidaan ottaa talteen lämmönsiirtimien avulla. Lämmönsiirto on sitä tehokkaampaa, mitä suurempi lämpötilaero on lämpöä luovuttavan ja vastaanottavan ainevirran välillä. Tämän vuoksi edullinen poistoilman lämmön käyttökohde on ilmanvaihtoilman lämmittäminen. Lämpö voi siirtyä poistoilmasta ulkoilmaan suoraan ilmavirtojen erottavan levyn välityksellä, jolloin kysymyksessä on suora rekuperatiivinen lämmönsiirrin. Jos lämpöä siirtävä aine varastoi lämpöä ja vuorotellen lämpenee ja jäähtyy ilmavirrassa, on kysymyksessä regeneratiivinen, lämpöä varastoiva lämmönsiirrin. Ilmavirta voi myös olla suoraan kosketuksessa lämpöä välittävään veteen, jolloin kysymyksessä on märkä lämmönsiirto. [11, s.285]



KUVA 7. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotossa käytettyjä tapoja.

4.2 Regeneratiiviset lämmönsiirtimet

Pyörivä lämmönsiirrin rakentuu pyöreästä kennomaisesta kiekosta, joka pyörii hitaasti tulo- ja poistoilmojen välillä. Lämmönsiirtimen kennostoon ensin varautuu poistoilman sisältämää lämpöä, joka siirtyy kennoston pyöriessä tuloilmaan. Regeneratiivinen lämmönsiirrin poikkeaa rekuperatiivisesta, koska se voi myös siirtää kosteutta ja muita aineita ilmavirrasta toiseen. Lämmönsiirtimen hyötysuhdetta voidaan muuttaa kiekon pyörimisnopeuden avulla. Varaavien lämmönsiirtimien hyötysuhde on korkea, aina 80 prosenttiin saakka. [11, s.289]

4.3 Rekuperatiiviset lämmönsiirtimet

Rekuperatiiviset lämmönsiirtimet voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin lämmönsiirtimiin. Suorat rekuperatiiviset lämmönsiirtimet luokitellaan virtausgeometrian, lämmönsiirtopinnan muodon ja lämmönsiirtopinnan materiaalin mukaan. Lämpöteknisesti edullisin virtausgeometria on vastavirtaus. Myötävirtauksella ei saavuteta pienemmästä keskimääräisestä lämpötilaerosta johtuen yhtä tehokasta lämmönsiirtymistä. Käytännön syistä ristivirtaus on kuitenkin yleisin. Suorien rekuperatiivisten lämmönsiirtimien lämpötilahyötysuhde vaihtelee välillä 50-70 %. Lämpötilahyötysuhde muuttuu ilmavirran mukana.

Epäsuorissa rekuperatiivisissa nestekiertoisissa järjestelmissä käytetään kiertävänä nesteinä yleensä 30-40 prosentista vesi-etyleeniglykoliseosta ja lämmönsiirtiminä lamellipattereita. Järjestelmän lämpötilahyötysuhde on 45-60 % patterin syvyydestä riippuen. [11, s.287]

5 ILMANVAIHTOKONEIDEN UUSIMINEN

5.1 Ilmanvaihdon perusteet

Ilmanvaihdon tehtävänä on tuoda puhdasta ilmaa hengitykseen ja poistaa rakennuksessa syntyvät epäpuhtaudet. Ihmisen hapentarpeen tyydyttämiseksi tarvittava ilmanvaihdon määrä on murto-osa tarvittavasta kokonaisilmanvaihtomäärästä. Hapentarpeen ja keuhkoissa syntyvän hiilidioksidin poistamiseksi ihmisen keuhkojen kautta kulkee yli 15000 litraa ilmaa vuorokaudessa. Mitä puhtaampaa tämä ilma on, sitä paremmin elimistö voi.

Rakennuksessa syntyy useita epäpuhtauksia, joiden lähteitä ei voida kokonaan poistaa. Tällöin tarvitaan riittävää yleisilmanvaihtoa. Sen avulla esimerkiksi hiilidioksidin ja vesihöyryn pitoisuudet ilmassa saadaan pidettyä ihmiselle ja rakennukselle terveellisellä tasolla. [13, s.1]

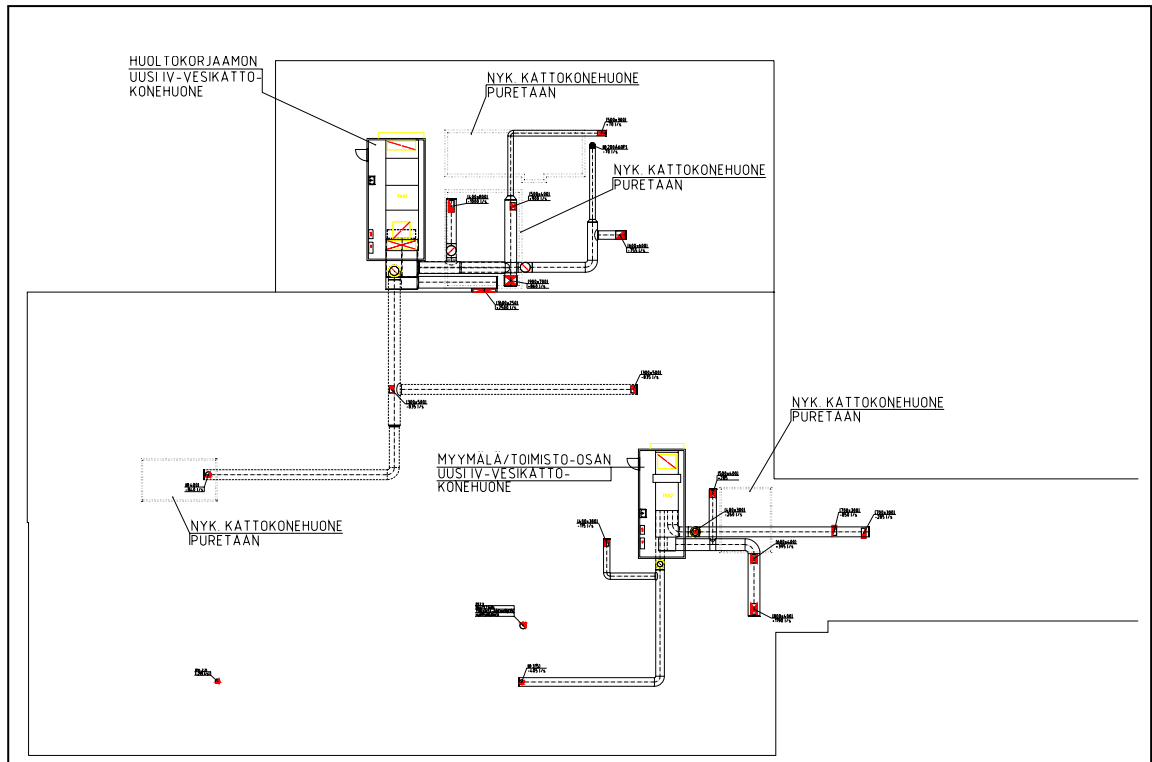
5.2 Ilmastointitavan valinta

Ensiksi määritellään mitä ilmastointijärjestelmältä halutaan aiemmin asetettujen tavoitteiden pohjalta. Tämä aloitetaan sisäilmastoluokan valinnalla sekä sisäilmaston tavoitearvojen määrittelyllä. Sen jälkeen määritellään muuntojoustovaatimukset muunneltavuuden, joustavuuden ja täydennettävyyden osalta. Lopuksi määritellään muut ominaisuudet, joita ilmastoinnilta vaaditaan. Ominaisuudet määritellään tilaryhmäkohtaisesti, jotta tilojen käyttö tulee otetuksi huomioon. Mikäli kustannukset ovat liian korkeat, harkitaan mistä vaatimuksista voidaan tinkiä ja mistä luopua kokonaan. Kun ilmastointitapa on valittu, kirjataan suunnitteluperusteet ja toteutusratkaisujen luonnokset toteutussuunnittelun lähtökohdaksi. [12, s.41]

Tässä opinnäytetyössä valittiin sisäilmaston tavoitearvoksi sisäilmastoluokka S2 hyvä sisäilmasto. Rakennustöiden puhtausluokaksi P1 ja rakennusmateriaalien päästöluokaksi M1.

5.3 Rakennuksen uudet ilmanvaihtokoneet

Vesikatolla sijaitsevat nykyiset neljä IV-kattokonehuonetta puretaan ja korvataan kahdella uudella. Uudet konehuoneet nostetaan toimintavalmiina nykyisten kanavaläpivientien ja huippuimureiden välittömään läheisyyteen kuvan 8 mukaisesti. Tarvittavat kanavamuutokset ja ilmanvaihtokoneiden yhdistämiset tehdään mahdollisuuksien mukaan rakennuksen sisäpuolella.



KUVA 8. Vesikaton uudet ilmanvaihtokoneet.

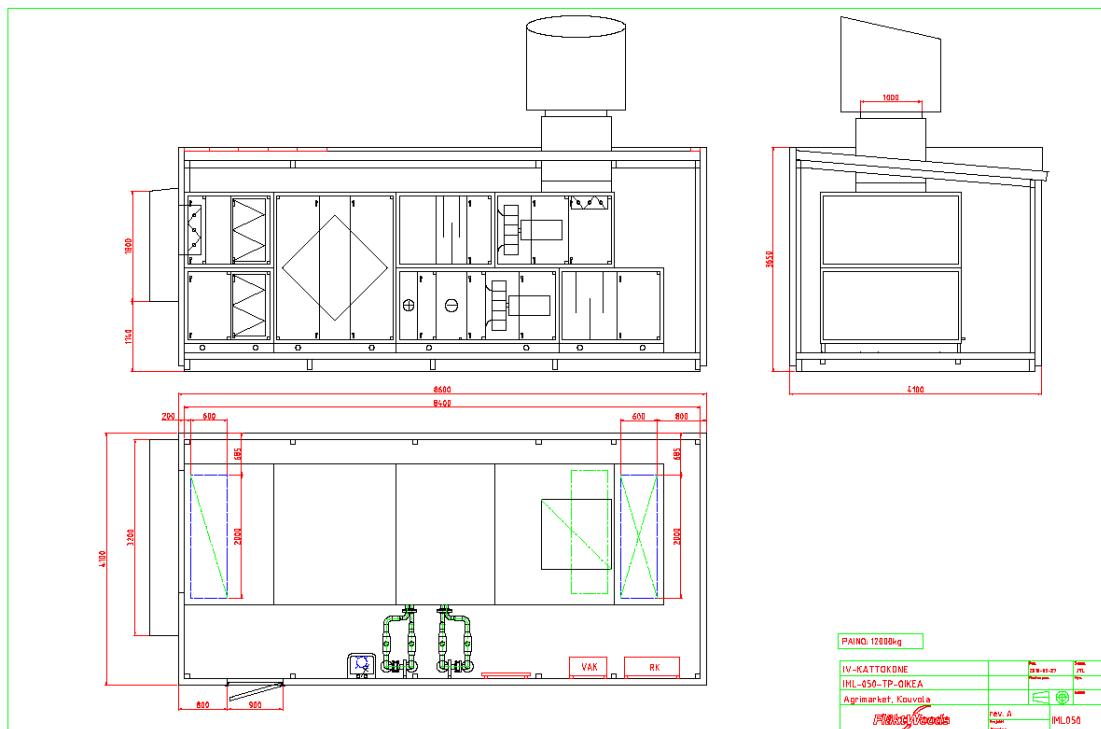
5.3.1 Huoltokorjaamon uusi iv-kattokonehuone

Huoltokorjaamon iv-kone mitoitettiin vastaamaan muuttuneita ilmavirta ja käyttötapamuutoksia. Koneeksi valittiin levylämmönsiirtimellä varustettu Fläktwoods EQ-050, joka täyttää D2 (4.3.2.2) määräyksen jäteilman pois johtamisen rakennuksesta. Huoltokorjaamon jäteilma kuuluu poistoilmaluokkaan 4, jossa ilmaa ei käytetä palautus- tai siirtoilmana. Koneajo suoritettiin valmistajan Acon mitoitusohjelmaa hyväksikäyttäen. Taulukossa 9 on esitetty koneen valmistajan tyyppi, ilmavirrat, ulkoiset painehäviöt ja SFP luku suoritetusta koneajosta. Koneen yhteenveto ja tekninen erittely on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 2.

TAULUKKO 9. Huoltokorjaamon uusi iv-kone.

					
ILMANKÄSITTELYKONE eQ					
AOC	ACON-00831612				
Kone	TK01	2011/04/15			
Tuloilmavirta	4.50 m ³ /s	Poistoilmavirta	4.50 m ³ /s		
Ulkoinen painehäviö	300 Pa	Ulkoinen painehäviö	300 Pa		
Jännite	3 x 400, 50 Hz	Paino	3818 kg		
SFP _v	1.85 kW/m ³ /s				

Kuvassa 9 on esitetty huoltokorjaamon katolle sijoitettavan IV-konehuoneen päämittapiirustus, jonka perusteella vesikaton ja huoltohallin sisällä tehtävät kanaviston muutokset ja yhdistämissuunnitelmat laadittiin.



KUVA 9. Huoltokorjaamon IV-konehuoneen päämittapiirustus.

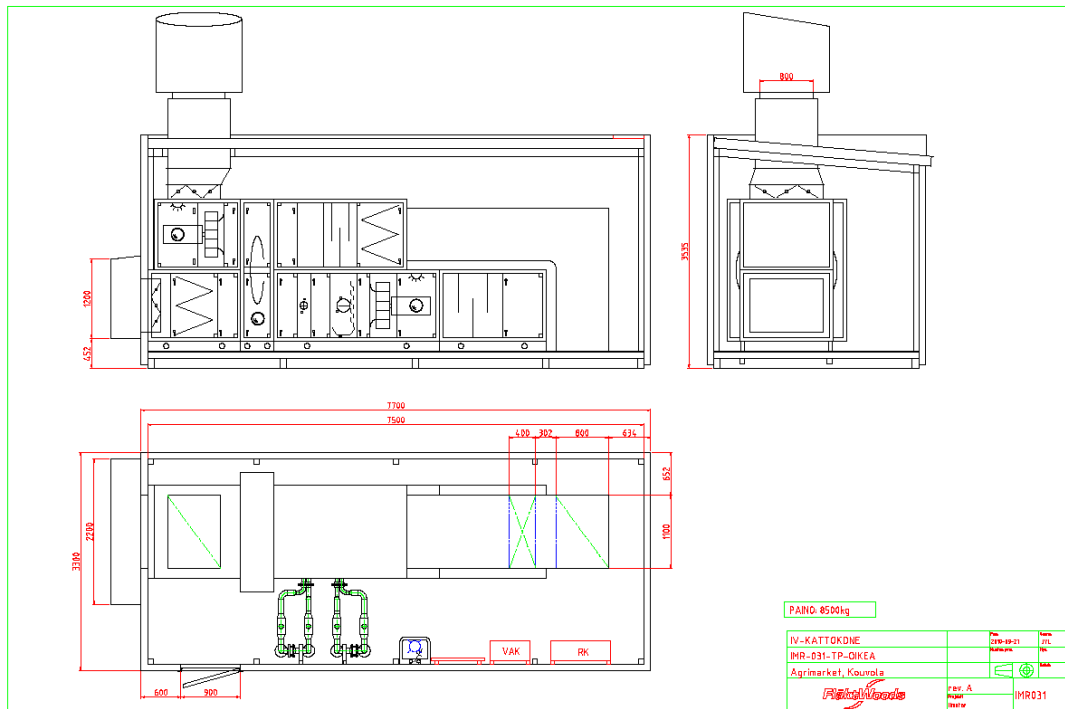
5.3.2 Myymälä / toimisto-osan uusi iv-kattokonehuone

Myymälä / toimisto-osan iv-kone mitoitettiin vastaamaan muuttuneita ilmavirta ja käyttötapamuutoksia. Koneeksi valittiin regeneratiivisella lämmönsiirtimellä varustettu Fläktwoods EQ-032 , joka täyttää D2 (3.4.2.2) määräyksen jäteilman pois johtamisen rakennuksesta. Myymälä / toimisto-osan jäteilma kuuluu poistoilmaluokkaan 1, jossa poistoilma sisältää vain vähän epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet ovat pääasiallisesti lähtöisin ihmisistä tai rakenteista. Ilma soveltuu palautus- ja siirtoilmaksi. Koneajo suoritettiin valmistajan Acon mitoitusohjelmaa hyväksikäyttäen. Taulukossa 10 on esitetty koneen valmistajan tyyppi, ilmavirrat, ulkoiset painehäviöt ja SFP luku suoritusta koneajosta. Koneen yhteenveto ja tekninen erittely on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

TAULUKKO 10. Myymälä / toimisto-osan uusi iv-kone.

					
ILMANKÄSITTELYKONE eQ					
AOC	ACON-00831639				
Kone	TK02	2011/04/15			
Tuloilmavirta	2.00 m ³ /s Poistoilmavirta	2.20 m ³ /s			
Ulkoisen painehäviö	300 Pa Ulkoinen painehäviö	300 Pa			
Jännite	3 x 400, 50 Hz Paino	2030 kg			
SFP _v	1.62 kW/m ³ /s				

Kuvassa 10 on esitetty huoltokorjaamon katolle sijoitettavan IV-konehuoneen päämit-tapiirustus, jonka perusteella vesikatolla ja sisäpuoliset kanaviston muutos ja yhdistä-missuunnitelmat laadittiin.



KUVA 10. Myymälä / toimisto-osan IV-konehuoneen päämittapiirustus.

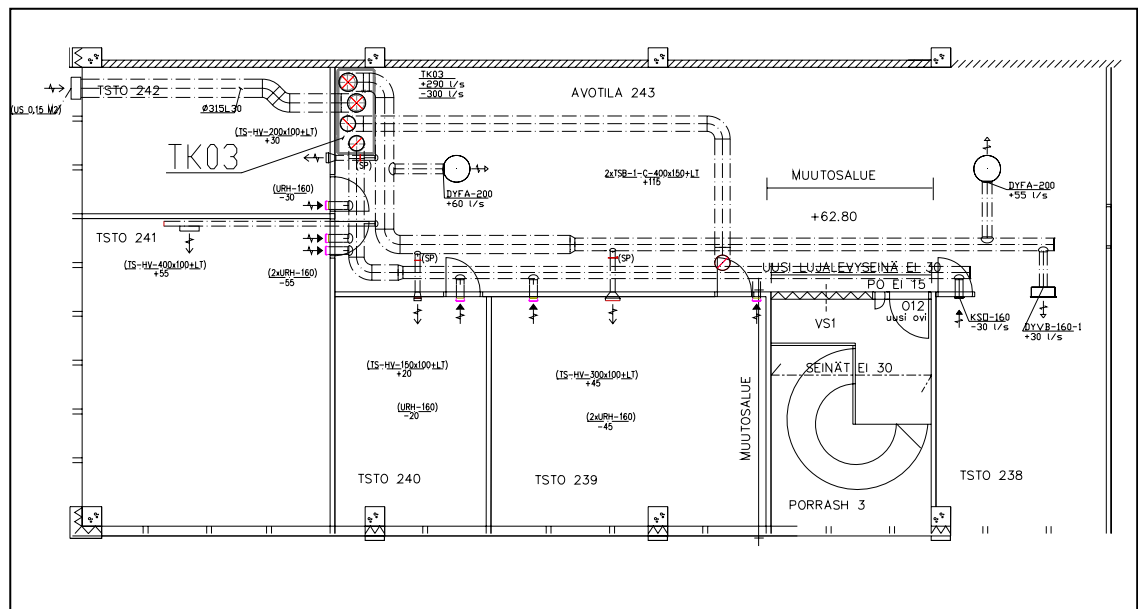
5.3.3 Toimisto-osan uusi ilmanvaihtokone

Toimisto-osan uusi iv-kone mitoitettiin vastaamaan muuttuneita ilmavirta ja käyttötapamuutoksia. Koneeksi valittiin regeneratiivisella lämmönsiirtimellä varustettu Enervent RSA-12032, joka täyttää D2 (3.4.2.2) määräyksen jäteilman pois johtamisen rakennuksesta. Myymälä / toimisto-osan jäteilma kuuluu poistoilmaluokkaan 1, jossa poistoilma sisältää vain vähän epäpuhtauksia. Epäpuhtaudet ovat pääasiallisesti lähtöisin ihmisistä tai rakenteista. Ilma soveltuu palautus- ja siirtoilmaksi. Koneajo suoritettiin valmistajan Enervent air desingner mitoitusohjelmaa hyväksikäyttäen. Taulukossa 11 on esitetty koneen valmistajan tyyppi, ilmavirrat, ulkoiset painehäviöt ja SFP luku suoritetusta koneajosta. Koneen yhteenveto ja tekninen erittely on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 4.

TAULUKKO 11. Toimisto-osan uusi iv-kone.

		
RSA-12-HW-CW		
Kone	TK03	2011/04/15
Tuloilmavirta	0.35 m ³ /s Poistoilmavirta	0.35 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	200 Pa Ulkoinen painehäviö	200 Pa
Jännite	3 x 400, 50 Hz Paino	475 kg
SFP _v	1.68 kW/m ³ /s	

Toimisto-osan uusi iv-kone sijoitettiin nykyisen tuloilmakoneen paikalle toisen kerroksen pohjoispäättyyn. Tilojen nykyiset kanavoinnit ja päätelaitteet jätettiin ennalleen lukuun ottamatta aulatiloja. Ilmanvaihtokoneen uusi jäteilmakanavisto liitetään nykyisen huippumurin läpivientiaukkoon. Raitisilmalaitteet jätetään myös ennalleen. Kuvassa 11 on esitetty ilmanvaihtokoneen sijoitus kanava ja päätelaitteineen. Kone varustettiin lisäksi jäähdytyspatterivarauksella, mikäli kiinteistön jäähdytys päätettäisiin lisätä myöhemmin.



KUVA 11. Toimisto-osan IV-koneen sijainti.

6 UUSITUN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN ENERGIATEHOKKUUS

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuus D2 mukaan

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltava ja rakennettava rakennuksen suunnitellun käyttötarkoituksen ja käytön perusteella siten, että se luo omalta osaltaan edellytykset tehokkaalle energiakäytölle. Ilmanvaihdon energiatehokkuus varmistetaan rakennuksen käytön kannalta tarkoituksenmukaisilla keinoilla tinkimättä terveellisestä, turvallisesta ja viihtyisästä sisäilmastosta. Ilmanvaihdon tehokkaan energiankäytön edellytykset varmistetaan tarkoituksenmukaisilla suunnittelu- ja toteutusratkaisuilla, kuten ilmanvaihtolaitteiden toiminta-alueiden ja toiminta-aikojen ryhmittelyllä, ilmanvaihdon tarpeenmukaisella ohjauksella sekä poistoilman lämmöntalteenoton tarpeenmukaisella toiminnalla. Rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä. Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla yleensä enintään 2,5 kW/(m³/s) ja koneellisen poistoilmajärjestelmän ominaissähköteho saa olla yleensä enintään 1,0 kW/(m³/s). [1, s.23]

6.2 Ilmanvaihtokoneiden energiankulutusvertailu

Maatalousmarketin nykyiset ja uudet suunnitellut ilmanvaihtokoneet asetettiin samaan taulukkoon 13, jossa koneiden vertailu suoritettiin sarakkeittain A:sta M:n.

Sarakkeessa A on lueteltu nykyiset seitsemän tuloilmakonetta, jotka korvataan kolmella uudella. Uudet ilmanvaihtokoneet esiteltiin edellisessä luvussa 5. Vuonna 2001 uusittu ilmanvaihtokone jätetään ennalleen, kuten edellä jo mainittiin.

Sarakkeessa B on laskettu kiinteistön nykyiset ilmavirrat (+15.16m³/s / -16.80m³/s), jotka muutettiin vastamaan tilojen ilmavirta tarpeita (+9.92m³/s / -10.21m³/s).

Sarakkeessa C on kerrottu ilmanvaihtokoneiden vaikutusalueet. Suurin muutos seuraisi huoltokorjaamon tiloissa, jossa nykyiset viisi konetta korvattaisiin yhdellä uudella TK01:llä kuvan 7 mukaisesti.

Sarakkeessa D on esitetty nykyisten koneiden ominaissähköteholuvut taulukon 6 mukaan. Uusien ilmanvaihtokoneiden ominaissähköteholuvut on poimittu valmistajan ilmoittamista koneajoista, taulukoista 8, 9 ja 10.

Sarake E:ssä on laskettu yhteen ilmanvaihdon vuotuinen lämmitysenergian nettotarve sekä tulo- ja korvausilman lämmitysenergian tarve luvun 3 mukaisesti. Erittely lämmitysenergioista on esitetty taulukossa 12.

Sarake F:ssä on esitetty ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenoton tilanne. Lämmöntalteenoton järjestelmät ja laitteet kerrottiin luvussa 4.

Ilmanvaihtokoneiden vuotuinen sähköenergiankulutus koneittain on lueteltu sarakkeessa H.

Kaukolämmön kilowattituntihinta on haettu paikallisen energiayhtiön kotisivuilta sarakkeessa I. [8, s.8]

Sähköenergian (energia + siirto) kilowattitunti on haettu paikallisen energiayhtiön kotisivuilta sarakkeessa J. [8, s.1]

Kiinteistön ilmanvaihdon lämmitysenergian kustannukset vuositasolla on laskettu sarakkeessa K. Tulokseen on päästy laskemalla sarakkeen E lämmöntarve kilowattitunnit yhteen ja kertomalla se sarakkeen I kaukolämmön hinnalla.

Ilmanvaihtokoneiden vuotuiset sähköenergian kustannukset on laskettu sarakkeessa L. Tulokseen on päästy kertomalla sarakkeen H ja J tulokset keskenään.

Sarakkeessa M on arvioitu ilmanvaihtokoneen vuotuiset huoltokustannukset, suurimpana kustannuksena suodattimien vaihdot.

TAULUKKO 12. IV-koneiden lämmitysenergian erittely vuoden ajalta.

Nykyiset IV-koneet											
koje nro	ilmavirrat m ³ /s	vaikutusalue	η_a %	R	$\eta_{t,a}$ %	Q_{iv} kWh	Q_{iv} korvausilma kWh	Q_{iv} tuloilma kWh	T_{sp} °C	T_s °C	T_{LTO} °C
TF1	+1.89/-2.75	myymälä/tsto-osa	0	0,69	0	131937	63717	4153	21	21	0
TF2	+2.44/-2.39	huoltokorjaamo	0	1,02	0	149570	0	5350	19	19	0
TF3.1	+1.95/-1.95	huoltokorjaamo	0	1	0	119778	0	4284	19	19	0
TK1	+3.9/-3.9	huoltokorjaamo	54,4	1	54,4	100529	0	8569	19	19	18
TK2	+0.42/-1.25	huoltokorjaamo	18,5	0,34	54,3	10678	54432	923	19	19	18
TK2.1	+1.01/-1.01	huoltokorjaamo	54,4	1	54,4	26034	0	2219	19	19	18
TK2.2	+0.30/-0.30	tsto-osa	0	1	0	20593	0	648	21	21	0
30TF (uusittu 2001, jää ennalleen)	+3.25/-3.25	myymälä/tsto-osa	45	1	45	118627	0	7141	21	21	20
yht.	+15.16/-16.80										
uudet IV-koneet											
koje nro	ilmavirrat m ³ /s	vaikutusalue	η_a %	R	$\eta_{t,a}$ %	Q_{iv} kWh	Q_{iv} korvausilma kWh	Q_{iv} tuloilma kWh	T_{sp} °C	T_s °C	T_{LTO} °C
TK01	+4.44/-4.47	huoltokorjaamo	70	0,99	70	78408	1902	9757	19	19	18
TK02	+1.94/-2.17	myymälä/tsto-osa	75	0,89	84,3	30771	16670	4262	21	21	20
TK03	+0.29/-0.32	tsto-osa	75	0,9	83,3	4629	2223	637	21	21	20
(30TF) (uusittu 2001, jää ennalleen)	+3.25/-3.25	myymälä/tsto-osa	45	1	45	118627	0	7141	21	21	20
yht.	+9.92/-10.21										

TAULUKKO 13. IV-koneiden energiankulutusvertailu vuoden ajalta.

Nykyiset IV-koneet											
koje nro	ilmavirrat m ³ /s	vaikutusalue	SFP-luku	lämmöntarve kWh	LTO kWh	sähkö kWh	KL-hinta eur/kWh	sähkö-hinta eur/kWh	lämmitys eur	sähkö eur	huolto eur
TF1	+1.89/-2.75	myymälä/tsto-osa	2,18	199807	EI	22018	0,048	0,1	9591	2202	200
TF2	+2.44/-2.39	huoltokorjaamo	2,66	154920	EI	23751	0,048	0,1	7436	2375	200
TF3.1	+1.95/-1.95	huoltokorjaamo	2,67	124062	EI	19165	0,048	0,1	5955	1917	200
TK1	+3.9/-3.9	huoltokorjaamo	2,72	109098	LEVY	38329	0,048	0,1	5237	3833	500
TK2	+0.42/-1.25	huoltokorjaamo	1,68	66033	LEVY	7451	0,048	0,1	3170	745	500
TK2.1	+1.01/-1.01	huoltokorjaamo	2,67	28253	LEVY	9926	0,048	0,1	1356	993	500
TK2.2	+0.30/-0.30	tsto-osa	2,67	21241	EI	2899	0,048	0,1	1020	290	200
30TF (uusittu 2001, jää ennalleen)	+3.25/-3.25	myymälä/tsto-osa	2,71	125768	LTO-patteri	31941	0,048	0,1	6037	3194	400
yht.	+15.16/-16.80			829182		155480			39801	15548	2700
uudet IV-koneet											
koje nro	ilmavirrat m ³ /s	vaikutusalue	SFP-luku	lämmöntarve kWh	LTO kWh	sähkö kWh	KL-hinta eur/kWh	sähkö-hinta eur/kWh	lämmitys eur	sähkö eur	huolto eur
TK01	+4.44/-4.47	huoltokorjaamo	1,85	90067	LEVY	43762	0,048	0,1	4323	4376	400
TK02	+1.94/-2.17	myymälä/tsto-osa	1,62	51703	PYÖRIVÄ	19967	0,048	0,1	2482	1997	400
TK03	+0.29/-0.32	tsto-osa	1,68	7489	PYÖRIVÄ	2970	0,048	0,1	359	297	400
(30TF) (uusittu 2001, jää ennalleen)	+3.25/-3.25	myymälä/tsto-osa	2,71	125768	LTO-patteri	31941	0,048	0,1	6037	3194	400
yht.	+9.92/-10.21			275027		98640			13201	9864	1600

7 INVESTOINNIN KUSTANNUKSET

Investoinnin kustannukset perustuvat laitetoimittajien antamiin budjettihintoihin sekä työntilaajan yksikköhintaluetteloiden tietokantoihin vastaavista kohteista. Laskelma kustannuksista on suuntaa antava.

7.1 Ilmanvaihtokoneet

Ilmanvaihtokoneiden kustannukset sisältävät kaksi kappaletta toimintavalmiita vesikattokonehuoneita sekä yhden sisäasenteisen toimiston LTO-koneen ilman automaatiikkaa. Kustannusvaraus 200 000 eur.

7.2 Sähkö ja Automaatiikka

Kohta sisältää automaatiikan rakentamisen uusiin ilmanvaihtokoneisiin niin, että tarvittavat keskuskeskukset, lähettimet, anturit, venttiilit ja venttiilimoottorit on huomioitu. Liittymistä kiinteistön nykyiseen järjestelmään ei ole laskettu mukaan. Sähkötyöt sisältävät tarvittavat kaapeloinnit ja kytkennät. Kustannusvaraus 30 000 eur.

7.3 Kanava - putkisto ja rakennustekniset aputyöt

Kanavointityöt sisältävät tarvittavat kanavamutokset vesikatolla sekä hallin sisällä, kun poistuvien ilmanvaihtokoneiden toiminta-alueita yhdistetään. Ilmanvaihtokoneiden lämmitysputkistot ja rakennustekniset aputyöt 50 000 eur.

7.4 Ilmastoinnin päätelaitteet

Toiminta-alueilla, joissa ilmavirtoja muutetaan tilan ilmamäärän tarpeita vastaavaksi, vaihdetaan osa päätelaitteista sopivammiksi. Kustannusvaraus päätelaitemuutoksiin 20 000 eur.

8 YHTEENVETO INVESTOINNIN KANNATTAVUUDESTA

8.1 Säästö lämmitysenergian kustannuksista

Rakennuksen normeeratut lämmitysenergian kulutukset vuosina 2008 ja 2009 esitettiin sivulla 6 olevassa taulukossa 3. Lämmitysenergian vuotuiseksi keskipulutukseksi saatiin näin laskettua 1260 MWh kaukolämpöä. Rakennuksen nykyisten ilmanvaihtokoneiden laskennallinen lämmitysenergian tarve taulukon 13 mukaisesti on 829 MWh, joten muille lämmitysjärjestelmille (käyttövesi ja patteriverkosto) jäisi 431 MWh. Vastaavasti uusilla ilmavirroilla ja uusitulla IV-koneilla energiatarpeeksi saatiin 275 MWh, joten vuotuinen kaukolämpö säästö olisi 554 MWh.

Säästö vuodessa: $554\,000\text{ kWh} \times 0,048\text{ eur/kWh} = 26\,592\text{ eur}$

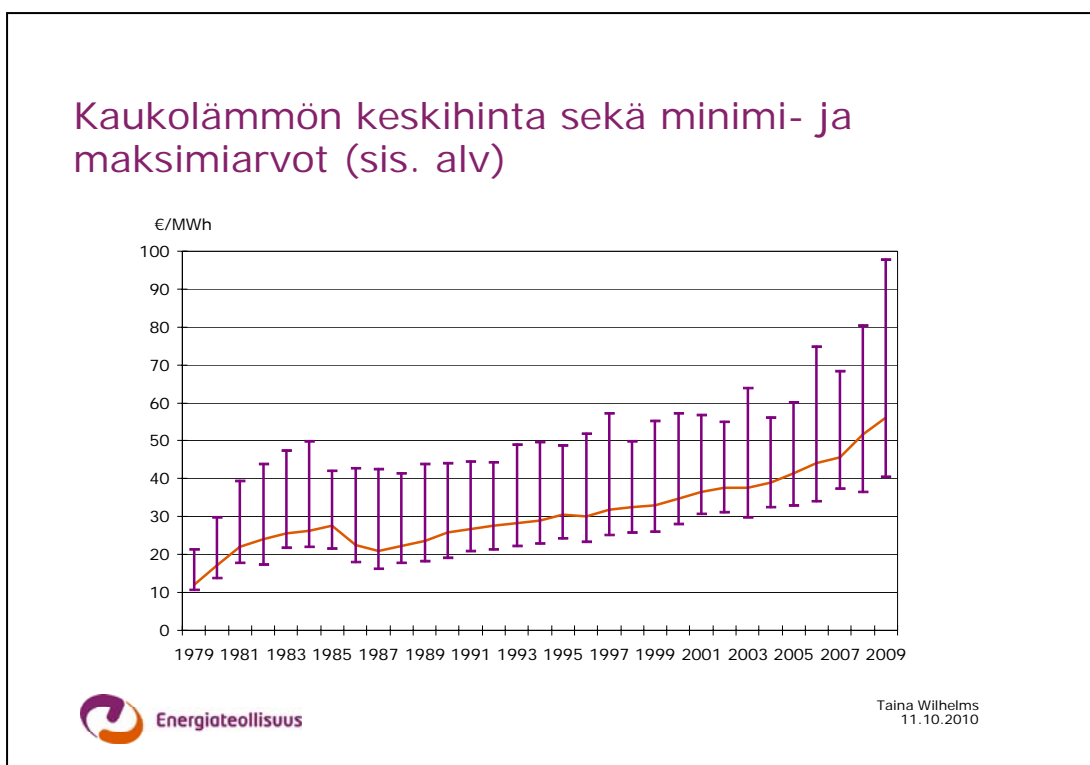
5 vuodessa: $5 \times 554\,000\text{ kWh} \times 0,048^{1,05}\text{ eur/kWh} = 169\,742\text{ eur}$

7 vuodessa: $7 \times 554\,000\text{ kWh} \times 0,048^{1,05}\text{ eur/kWh} = 261\,996\text{ eur}$

10 vuodessa: $10 \times 554\,000\text{ kWh} \times 0,048^{1,05}\text{ eur/kWh} = 433\,277\text{ eur}$

Kaukolämpöenergian vuotuiseksi hinnannousuksi arvioitiin +5 % Energiateollisuuden tilastotietojen perusteella. [5, s.1]

TAULUKKO 13. Kaukolämmön hintakehitys vuosien 1979 ja 2009 välillä.



8.2 Säästö sähköenergian kustannuksista

Rakennuksen mitatut sähköenergian kulutukset esitettiin taulukossa 2 ja sivulla 6. Sähkön vertailuarvoksi laskettiin vuosien 2008 ja 2009 keskiarvoksi 270 MWh sähköenergiaa. Rakennuksen nykyisten ilmanvaihtokoneiden laskennallinen sähköenergian tarve taulukon 11 mukaisesti on 155 480 kWh ja muille kulutusasteille (valaistus ja muu laitesähkö) jäisi 114 520 kWh. Vastaavasti uusilla ilmajärjestelmillä ja uusitulla IV-koneilla energiatarpeeksi saatiin 98 640 kWh, joten vuotuinen säästö olisi 56 840 kWh.

Säästö vuodessa: $56\,840 \text{ kWh} \times 0,1 \text{ eur/kWh} = 5\,684 \text{ eur}$

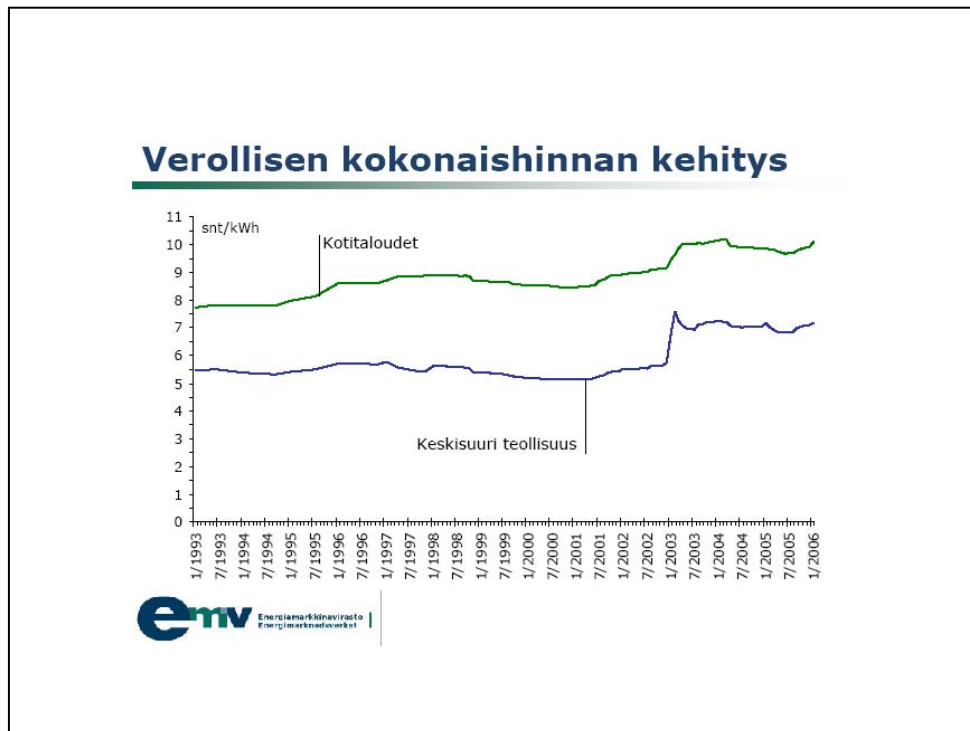
5 vuodessa: $5 \times 56\,840 \text{ kWh} \times 0,1^{1,05} \text{ eur/kWh} = 36\,272 \text{ eur}$

7 vuodessa: $7 \times 56\,840 \text{ kWh} \times 0,1^{1,05} \text{ eur/kWh} = 55\,986 \text{ eur}$

10 vuodessa: $10 \times 56\,840 \text{ kWh} \times 0,1^{1,05} \text{ eur/kWh} = 92\,587 \text{ eur}$

Sähköenergian vuotuiseksi hinnannousuksi arvioitiin +5 % Energiamarkkinaviraston tilastotietojen perusteella. [4, s.1]

TAULUKKO 14. sähköenergian hintakehitys vuosien 1993 ja 2006 välillä.



8.3 Investoinnin takaisinmaksuaika

Investointiin liittyviä kustannuksia käsiteltiin jo edellisessä luvussa 7. Kun hankkeeseen liittyvien koneiden ja laitteet budjettihinnat laskettiin yhteen, saatiin investoinnin kokonaiskustannusarvioiksi n.300 000 eur.

Mikäli tässä opinnäytetyössä arvioidut energian hinnannousut toteutuvat, voidaan kiinteistön ilmanvaihdon koneuusinnan maksavan itsensä takaisin n. 7 vuodessa. Taulukossa 15 on esitetty laskelma kaukolämmön ja sähköenergian kustannussäästöistä vuosittain.

TAULUKKO 15. Kojee uusinnalla saatavat säästöt.

Kojee uusinnalla saatavat säästöt (arvio energian hinnannousuksi + 5% / vuosi):					
	Kaukolämpö		sähkö		säästö KL+sähkö
vuodessa	554	Mwh	57	Mwh	32283 eur
5 vuodessa	2771	Mwh	284	Mwh	206014 eur
7 vuodessa	3879	Mwh	398	Mwh	317982 eur
10 vuodessa	5542	Mwh	568	Mwh	525863 eur

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa kiinteistön energiankulutusta ja sitä kautta pienentää lämmityksen ja sähköenergian kustannuksia. Rakennus on valmistunut 1970 ja osittain 1980 luvuilla, joten sen vaipan ja erityisesti ikkunoiden ilmatiivyyttä parantamalla olisi varmasti saatavissa lisäsäästöjä energiatalouteen. Energian hinnan on odotettavissa kallistuvan myös jatkossa, kun ilmastopolitiikka tiukentuu ja siitä seuraavat määräykset astuvat voimaan. Mielenkiinnolla jää nähtäväksi kuinka vanhojen rakennuksien energiankulutusta tullaan ohjaamaan tulevaisuudessa.

LÄHTEET

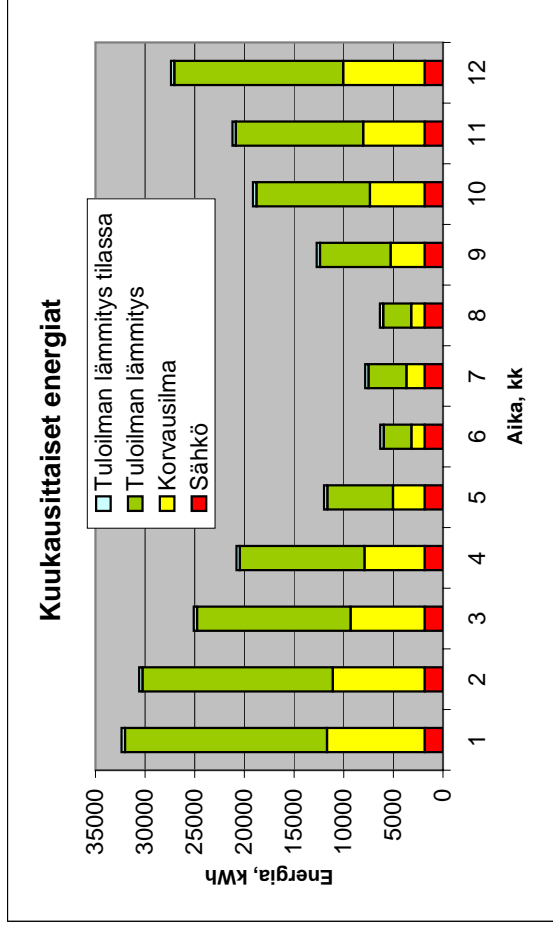
1. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto 2010.
2. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta 2007.
3. D5 Suomen rakentamismääräyskokoelma Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta 2012 (luonnos 28.9.2010).
4. Energiamarkkinavirasto, tilastotietoa sähköenergian hinnankehityksestä. WWW-dokumentti.
<http://www.energiamarkkinavirasto.fi/files/hintakehitys0601>
5. Energiateollisuus, tilastotietoa kaukolämmön hinnankehityksestä. WWW-dokumentti. <http://www.energia.fi/fi/tilastot/kaukolampotilastot>
6. Ilmatieteen laitos. WWW-dokumentti.
<http://ilmatieteenlaitos.fi/lampotila-ja-kosteus#7>
7. Ilmatieteen laitos. WWW-dokumentti.
<http://ilmatieteenlaitos.fi/vuositilastot>
8. KSS-Energia Oy, kaukolämpö- ja sähköenergiainnasto. WWW-dokumentti.
<http://www.kssenergia.fi/tuotteet/hinnastot>
9. LVI-kortisto CD. LVI 01-10424 kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot 2008.
10. LVI-talotekniikkateollisuus ry heinäkuu 2009. Opas ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehon määrittämiseen, laskentaan ja mittaamiseen.
11. Seppänen Olli. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto.
12. Seppänen Olli 2004. Ilmastoinnin suunnittelu.
13. Sisäilmayhdistys, ilmanvaihdon perusteet. WWW-dokumentti.
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/perustietoa/ilmanvaihdon_perusteet/

IV:n lämmitysenergiantarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedolla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Oletusarvot
Sisäilmastot		
Sisälämpötila	21 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp	21 °C	
Kanavisto		
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.	1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
LTO		
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)	0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)	0 %	Taulukko 4.2
Apulaiteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone		
Tuloilmavirta	1,890 m ³ /s	
Poistoilmavirta	2,750 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde	0,5	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö tulo puolella	600 Pa	Taulukko 8.3
Koneen painehäviö poistopuolella	350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.	1	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika vrk:ssa	14 h	
IV:n käyntiaika viikossa	5 vrk	
Apulaiteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2



Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve tilassa	Talteenotettu energia	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
$Q_{LTO, on}, kWh$ 131937	$Q_{fivtila}, kWh$ 4153	Q_{LTO}, kWh 0	E_{v}, kWh 22018
$Q_{E, LTO}, kWh$ 131937	$Q_{fivtila}, kWh$ 4153	Q_{LTO}, kWh 0	E_{v}, kWh 22018
		$Q_{iv, E, LTO}, kWh$ 203746	E_{v}, kWh 22018
		Q_{Kiv}, kWh 63717	E_{v}, kWh 22018

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

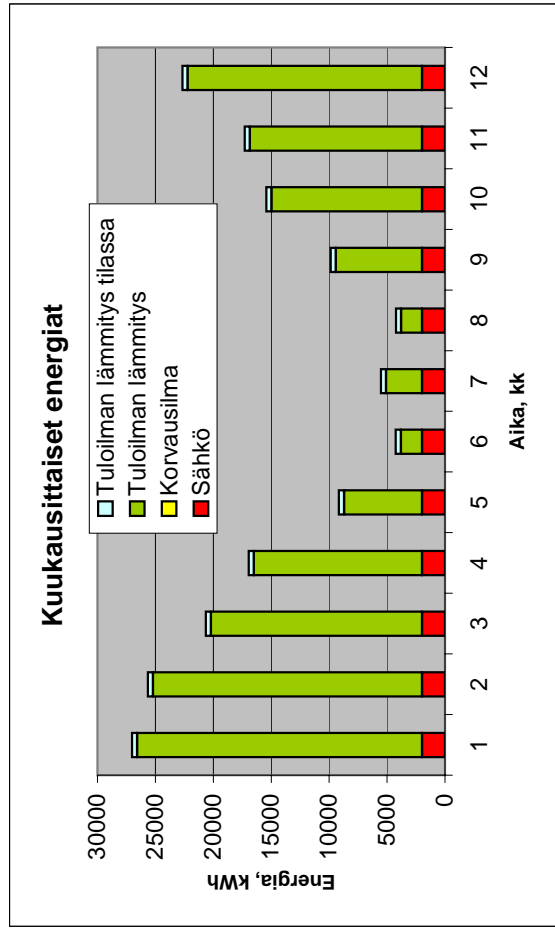
Tuloilma	0,00
Poistoilma	0,00

IV:n lämmitysenergiatarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Syöttötietoja	Oletusarvot
Sisäilmast			
Sisälämpötila		19 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp		19 °C	
Kanavisto			
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.		1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
LTO			
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)		0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)		0 %	Taulukko 4.2
Apulaitteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone			
Tuloilmavirta		2,435 m ³ /s	
Poistoilmavirta		2,390 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde		0,5	
Koneen painehäviö tulo puolella		600 Pa	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö poistopuolella		350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.		1	Taulukko 8.3
IV:n käyntiaika vrk:ssa		14 h	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika viikossa		5 vrk	
Apulaitteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2



Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve	Talteenotettu energia	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
$Q_{E,LTO}$, kWh	$Q_{fiv,tila}$, kWh	Q_{LTO} , kWh	E_{v} , kWh
149570	5350	0	23751
		$Q_{iv,E,LTO}$, kWh	
		156738	
			Q_{kiv} , kWh
			0

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

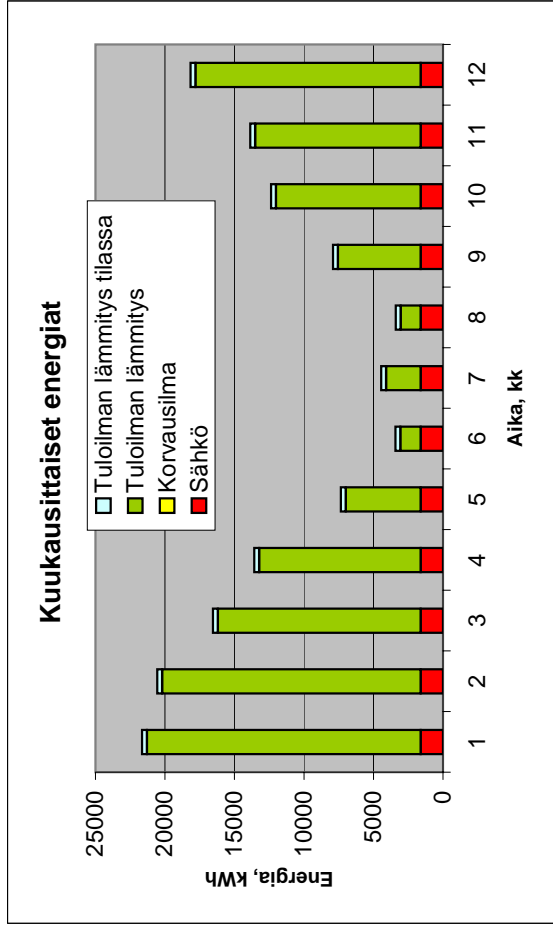
Tuloilma	0,00
Poistoilma	0,00

IV:n lämmitysenergiatarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Syöttötietoja	Oletusarvot
Sisäilmast			
Sisälämpötila		19 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp		19 °C	
Kanavisto			
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.		1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
LTO			
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)		0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)		0 %	Taulukko 4.2
Apulaitteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone			
Tuloilmavirta		1,950 m ³ /s	
Poistoilmavirta		1,950 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde		0,5	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö tulopuolella		600 Pa	Taulukko 8.3
Koneen painehäviö poistopuolella		350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.		1	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika vrk:ssa		14 h	
IV:n käyntiaika viikossa		5 vrk	
Apulaitteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2



Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve tilassa	Talteenotettu energia	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
$Q_{LTO, on}$	$Q_{fivtila}$	Q_{LTO}	$E_{v,i}$
119778	4284	0	19165
$Q_{iv, EILTO, kWh}$	$Q_{fivtila, kWh}$	$Q_{LTO, kWh}$	$E_{v,i, kWh}$
127882	4284	0	19165
$Q_{Kiv, kWh}$			
0			

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

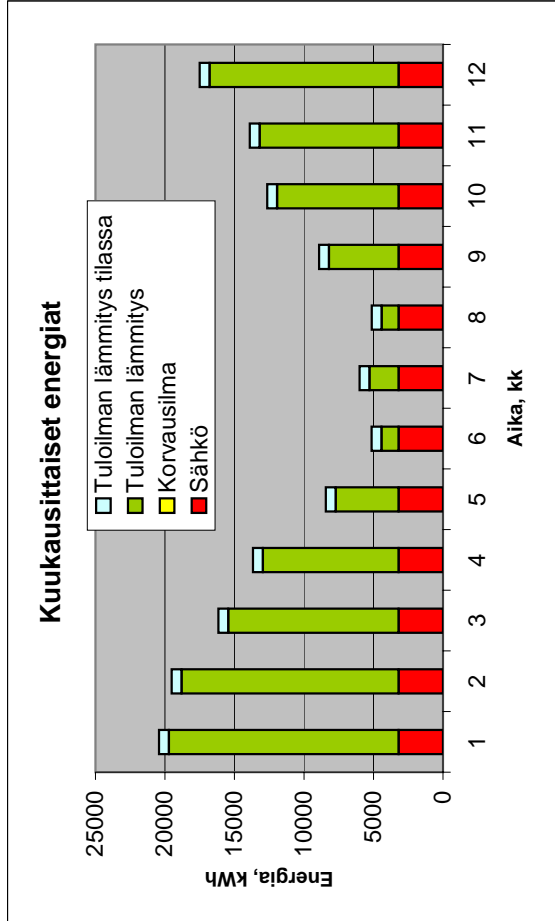
Tuloilma	0,00
Poistoilma	0,00

IV:n lämmitysenergiatarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Oletusarvot
Sisäilma		
Sisälämpötila	19 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp	19 °C	
Kanavisto		
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.	1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
LTO		
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)	0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)	55 %	Taulukko 4.2
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone		
Tuloilmavirta	3,900 m ³ /s	
Poistoilmavirta	3,900 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde	0,5	
Koneen painehäviö tulopuolella	600 Pa	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö poistopuolella	350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.	1	Taulukko 8.3
IV:n käyntiaika vrk:ssa	14 h	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika viikossa	5 vrk	
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2

**Tulokset:**

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve tilassa	Talteenotettu energia	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
$Q_{E,LTO}$, kWh	$Q_{IV,tila}$, kWh	Q_{LTO} , kWh	E_{v} , kWh
239557	8569	139028	38329
		$Q_{iv,E,LTO}$, kWh	Q_{kiv} , kWh
		255765	0

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

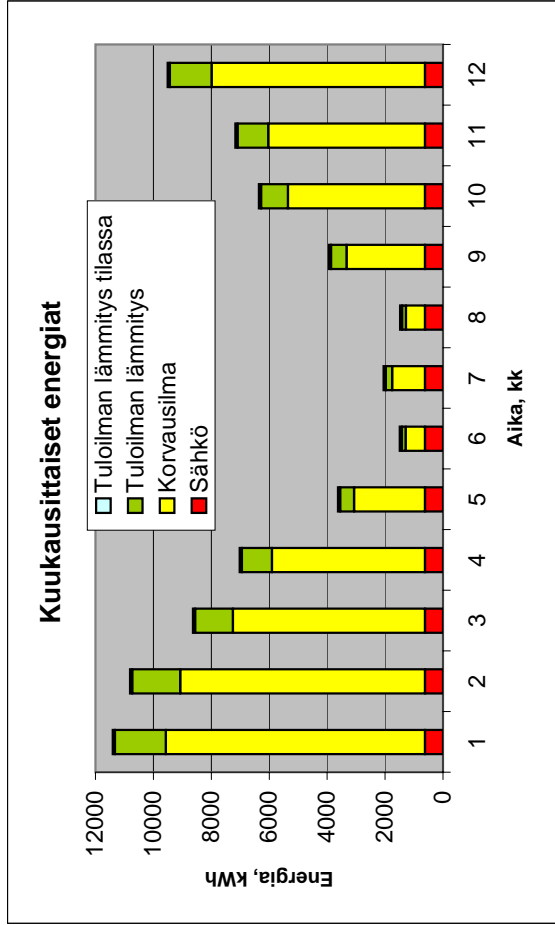
Tuloilma	58,04
Poistoilma	54,36

IV:n lämmitysenergiatarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Oletusarvot
Sisäilmastot		
Sisälämpötila	19 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp	19 °C	
Kanavisto		
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.	1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
LTO		
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)	0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)	55 %	Taulukko 4.2
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone		
Tuloilmavirta	0,420 m ³ /s	
Poistoilmavirta	1,250 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde	0,5	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö tulopuolella	600 Pa	Taulukko 8.3
Koneen painehäviö poistopuolella	350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.	1	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika vrk:ssa	14 h	
IV:n käyntiaika viikossa	5 vrk	
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2



Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve	Talteenotettu energia	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
Q _{ELTO} , kWh	Q _{tilassa} , kWh	Q _{LTO} , kWh	E _{vt} , kWh
25798	10678	15121	7451
	Q _{tilassa} , kWh	Q _{LTO} , kWh	E _{vt} , kWh
	923	15121	7451
	Q _{iv} , kWh	Q _{iv, ELTO} , kWh	E _{vt} , kWh
	10678	81976	7451
	Q _{iv} , kWh	Q _{iv, ELTO} , kWh	E _{vt} , kWh
	10678	81976	7451
	Q _{iv} , kWh	Q _{iv, ELTO} , kWh	E _{vt} , kWh
	10678	81976	7451
	Q _{iv} , kWh	Q _{iv, ELTO} , kWh	E _{vt} , kWh
	10678	81976	7451

LTO:n vuosihyötysuhteet, %
Tuloilma
Poistoilma

58,61

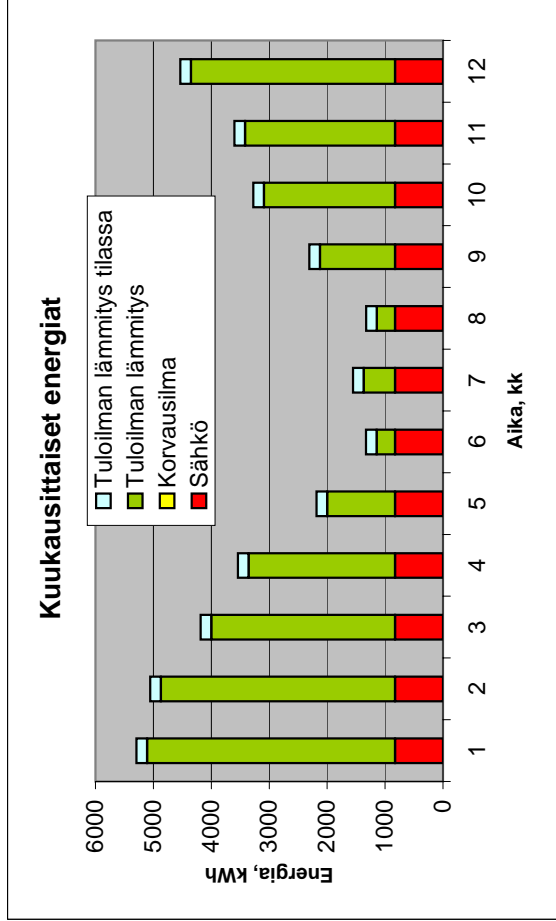
18,45

IV:n lämmitysenergiantarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Syöttötietoja	Oletusarvot
Sisäilmast			
Sisälämpötila		19 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp		19 °C	
Kanavisto			
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.		1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
LTO			
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)		0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)		55 %	Taulukko 4.2
Apulaiteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone			
Tuloilmavirta		1,010 m ³ /s	
Poistoilmavirta		1,010 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde		0,5	
Koneen painehäviö tulopuolella		600 Pa	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö poistupuolella		350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.		1	Taulukko 8.3
IV:n käyntiaika vrk:ssa		14 h	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika viikossa		5 vrk	
Apulaiteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2



Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve tilassa	Talteenotettu energia	Poistoilman mukana kulkeutuva energia	Korvausilman lämmöntarve	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
$Q_{E,LTO}$, kWh	$Q_{fiv,tila}$, kWh	Q_{LTO} , kWh	$Q_{fiv,E,LTO}$, kWh	Q_{kiv} , kWh	E_{v} , kWh
62039	2219	36005	66236	0	9926

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

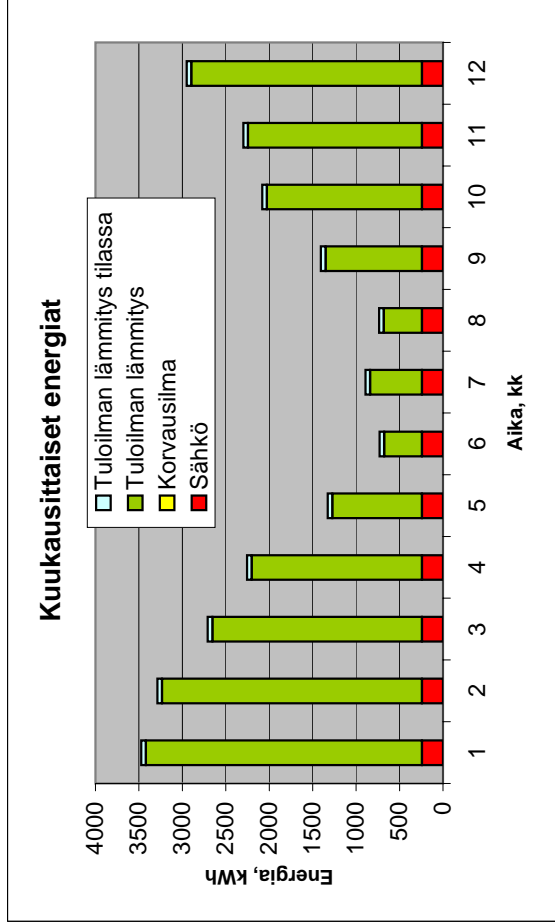
Tuloilma	58,04
Poistoilma	54,36

IV:n lämmitysenergiatarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Oletusarvot
Sisäilma		
Sisälämpötila	21 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp	21 °C	
Kanavisto		
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.	1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
LTO		
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)	0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)	0 %	Taulukko 4.2
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone		
Tuloilmavirta	0,295 m ³ /s	
Poistoilmavirta	0,295 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde	0,5	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö tulopuolella	600 Pa	Taulukko 8.3
Koneen painehäviö poistopuolella	350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.	1	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika vrk:ssa	14 h	
IV:n käyntiaika viikossa	5 vrk	
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2



Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve tilassa	Talteenotettu energia	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
$Q_{LTO, on}$, kWh	$Q_{IV, tila}$, kWh	Q_{LTO} , kWh	$E_{v, kWh}$
20593	648	0	2899
		$Q_{iv, LTO}$, kWh	Q_{kiv} , kWh
		21856	0

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

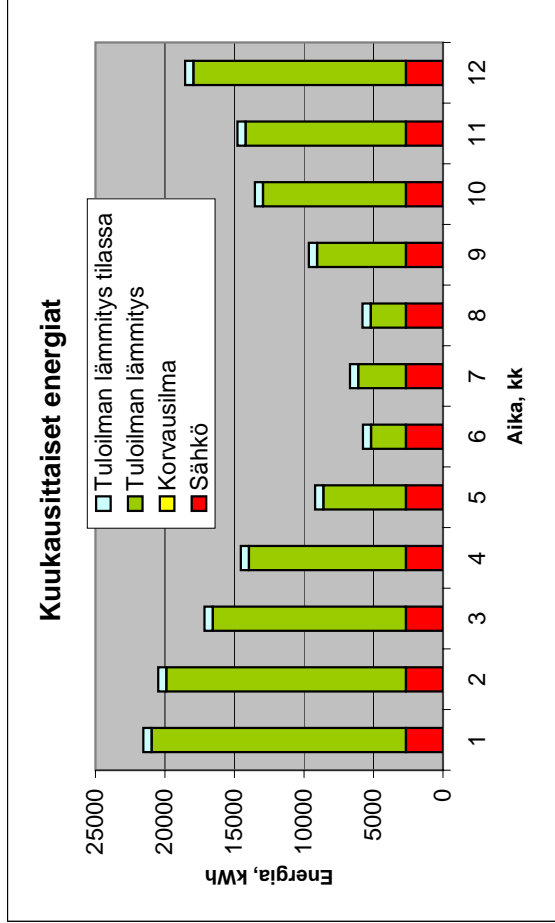
Tuloilma	0,00
Poistoilma	0,00

IV:n lämmitysenergiatarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Oletusarvot
Sisäilmastot		
Sisälämpötila	21 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp	21 °C	
Kanavisto		
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.	1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
LTO		
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)	0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)	45 %	Taulukko 4.2
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone		
Tuloilmavirta	3,250 m ³ /s	
Poistoilmavirta	3,250 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde	0,5	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö tulopuolella	600 Pa	Taulukko 8.3
Koneen painehäviö poistopuolella	350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.	1	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika vrk:ssa	14 h	
IV:n käyntiaika viikossa	5 vrk	
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2



Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve	Talteenotettu energia	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
$Q_{E,LTO}$, kWh	$Q_{fivtila}$, kWh	Q_{LTO} , kWh	E_{v} , kWh
226876	7141	108249	31941
		$Q_{iv,E,LTO}$, kWh	Q_{kiv} , kWh
		240791	0

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

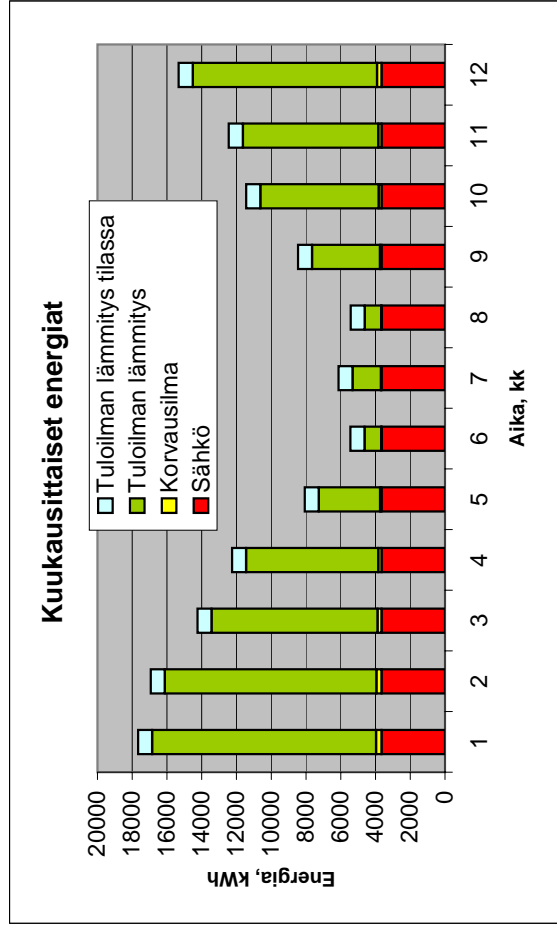
Tuloilma	47,71
Poistoilma	44,96

IV:n lämmitysenergiatarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Syöttötietoja	Oletusarvot
Sisäilmast			
Sisälämpötila		19 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp		19 °C	
Kanavisto			
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.		1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
LTO			
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)		0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)		70 %	Taulukko 4.2
Apulaitteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone			
Tuloilmavirta		4,441 m ³ /s	
Poistoilmavirta		4,470 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde		0,5	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö tulopuolella		600 Pa	Taulukko 8.3
Koneen painehäviö poistopuolella		350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.		1	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika vrk:ssa		14 h	
IV:n käyntiaika viikossa		5 vrk	
Apulaitteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2



Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve	Talteenotettu energia	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
$Q_{E,LTO}$, kWh	Q_{LTO} , kWh	Q_{LTO} , kWh	E_{v} , kWh
272788	78408	194380	43762
	Q_{LTO} on, kWh	Q_{LTO} , kWh	E_{v} , kWh
	78408	194380	43762
	$Q_{iv,E,LTO}$, kWh	$Q_{iv,E,LTO}$, kWh	E_{v} , kWh
	293145	293145	43762
	Q_{Kiv} , kWh	Q_{Kiv} , kWh	E_{v} , kWh
	1902	1902	43762

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

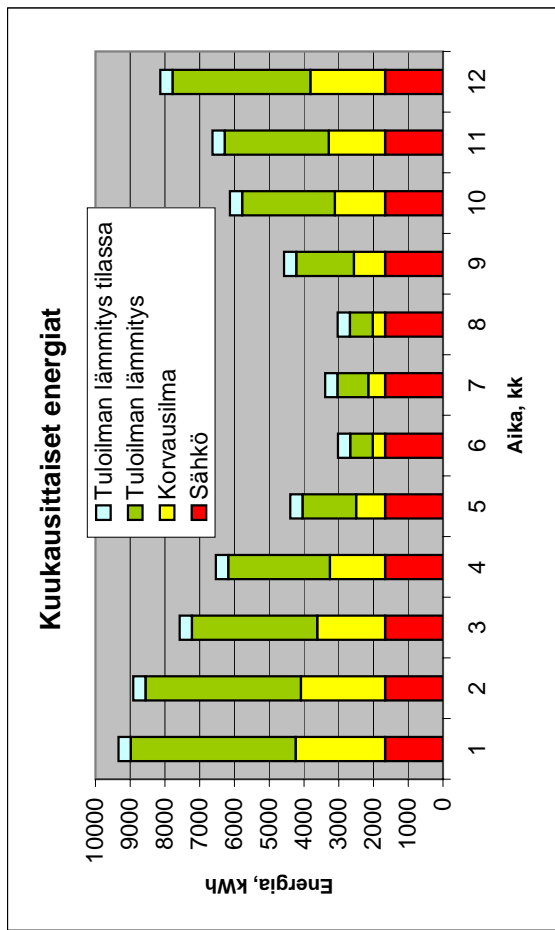
Tuloilma	71,26
Poistoilma	66,31

IV:n lämmitysenergiatarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Syöttötietoja	Oletusarvot
Sisäilmast			
Sisälämpötila		21 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp		21 °C	
Kanavisto			
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.		1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö		200 Pa	Taulukko 8.3
LTO			
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)		0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)		75 %	Taulukko 4.2
Apulaitteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone			
Tuloilmavirta		1,940 m ³ /s	
Poistoilmavirta		2,165 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde		0,5	
Koneen painehäviö tulopuolella		600 Pa	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö poistopuolella		350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.		1	Taulukko 8.3
IV:n käyntiaika vrk:ssa		14 h	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika viikossa		5 vrk	
Apulaitteiden sähköteho		0 kW	Kohta 8.3.2



Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve	Talteenotettu energia	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
$Q_{E,LTO}$, kWh	Q_{LTO} , kWh	Q_{LTO} , kWh	E_{v} , kWh
135427	30771	104657	19967
	Q_{LTO} on, kWh	Q_{LTO} , kWh	E_{v} , kWh
	4262	104657	19967
	$Q_{iv,E,LTO}$, kWh	$Q_{iv,E,LTO}$, kWh	E_{v} , kWh
	160404	160404	19967
	Q_{Kiv} , kWh	Q_{Kiv} , kWh	E_{v} , kWh
	16670	16670	19967

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

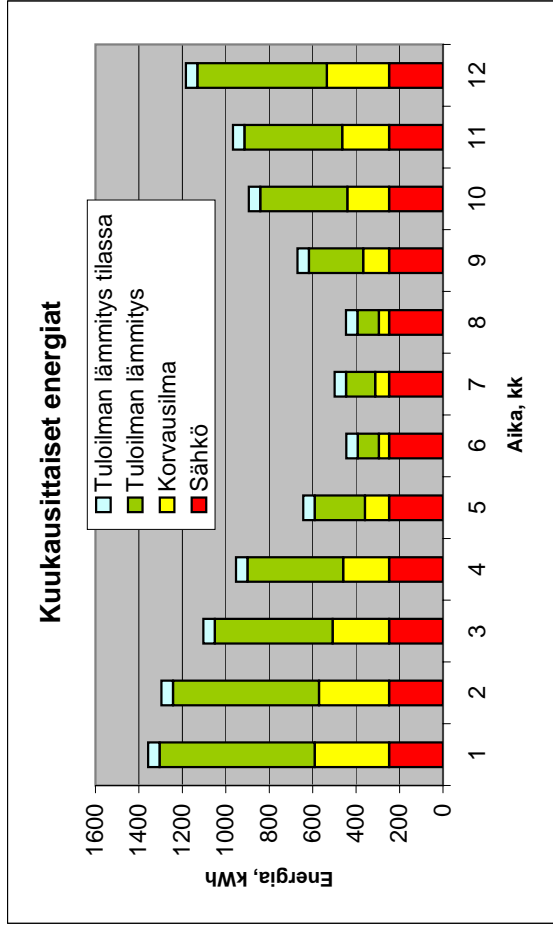
Tuloilma	77,28
Poistoilma	65,25

IV:n lämmitysenergiatarpeen ja sähköenergiankulutuksen sekä LTO:n vuosihyötysuhteiden laskenta

Vuoden 1979 Helsingin säätiedoilla

Tiedoksi: Laskennan syöttötietoja voi muuttaa, muutoin sivu on lukittu.

Lähtötiedot:		Oletusarvot
Sisäilmasto		
Sisälämpötila	21 °C	
Sisäänpuhalluslämpötila Tsp	21 °C	
Kanavisto		
Ilman lämpeneminen tuloilmapuh. ja kanav.	1 °C	Kohta 8.2
Tuloilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
Poistoilmakanaviston painehäviö	200 Pa	Taulukko 8.3
LTO		
Poistoilman min lämpötila (jäätymisen esto)	0 °C	Kohta 8.2.2
LTO:n tuloilman lämpötilasuhde (1:1)	75 %	Taulukko 4.2
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2
IV-kone		
Tuloilmavirta	0,290 m ³ /s	
Poistoilmavirta	0,320 m ³ /s	
Puhaltimen kokonaishyötysuhde	0,5	
Koneen painehäviö tulo puolella	600 Pa	Taulukko 8.2
Koneen painehäviö poistopuolella	350 Pa	Taulukko 8.3
Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon ilmavirtakerr.	1	Taulukko 8.3
IV:n käyntiaika vrk:ssa	14 h	Taulukko 3.8
IV:n käyntiaika viikossa	5 vrk	
Apulaitteiden sähköteho	0 kW	Kohta 8.3.2

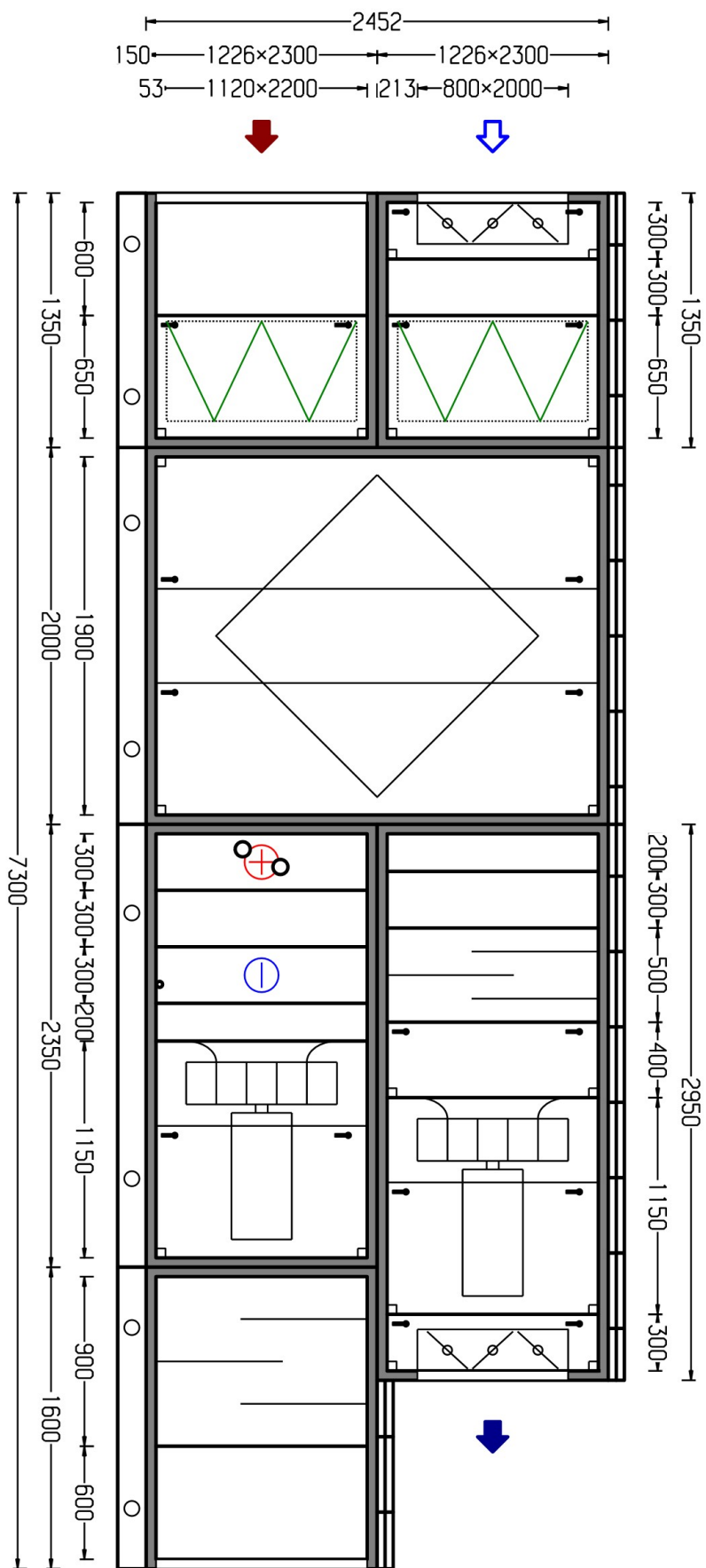


Tulokset:

Tuloilman lämmöntarve ilman LTO:ta	Tuloilman lämmöntarve tilassa	Talteenotettu energia	Poistoilman mukana kulkeutuva energia	Korvausilman lämmöntarve	Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus
Q_{E-LTO} , kWh	$Q_{IV-tila}$, kWh	Q_{LTO} , kWh	$Q_{IV-E-LTO}$, kWh	Q_{KIV} , kWh	E_{VI} , kWh
20244	4629	15615	23709	2223	2970

LTO:n vuosihyötysuhteet, %

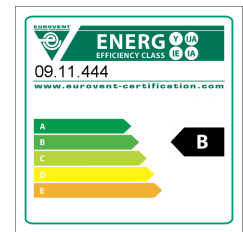
Tuloilma	77,13
Poistoilma	65,86



Huoltopuoli
2011-03-19
2.2.110204.2

Asiakasnumero	57517	Projektin nimi	Agri
Projekti	124	Koneen nimi	(1) / TK01
Kone	1	Tuottilma	4.50 m³/s
AOC	ACON-00831612	Poistotilma	4.50 m³/s
		eQ-050	
		eQ 0	





ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	124 () / Agri	2.2.110204.2
AOC	ACON-00831612	
Kone	1 (1) / TK01	2011-03-19
Konekoko	050 / 0	Sivu 3
Asiakas		
Asiakkaan viite		
Oma viite	Mika Kinnunen	
Tuloilmavirta	4.50 m ³ /s Poistoilmavirta	4.50 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	300 Pa Ulkoinen painehäviö	300 Pa
Jännite	3 x 400, 50 Hz Paino	3818 kg
SFP _v	1.85 kW/m ³ /s	
Ilman tiheys	1.2 kg/m ³ Korkeus mpy	0 m

YHTEENVETO

Toiminto-osat ilmavirran suunnassa	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP (Pa)
Tuloilma:					
Peltiosa/liitântäosa	2.9				3
Rakenneosa					0
Suodatin	2.3				124
Lämmönsiirrin	2.1	57.5	-20.0 / 0.4		132
Ilmanlämmitin	2.0		0.4 / 18.2		28
Rakenneosa					0
Ilmanjäähdytin	2.1			24.0 / 18.1	45
Rakenneosa					0
Kammio puhallin		75.8	18.2 / 19.0	18.1 / 19.0	681
Äänenvaimennin	1.8				21
Rakenneosa					0
Poistoilma:					
Rakenneosa					0
Suodatin	2.3				125
Lämmönsiirrin	2.3		22.0 / 3.0		123
Rakenneosa					0
Rakenneosa					0
Äänenvaimennin	1.9				16
Rakenneosa					0
Kammio puhallin		74.8			600
Peltiosa/liitântäosa	2.9				11

ÄÄNEN TEHOTASOT

(standardi: EN13053 ISO/CD 13347-2)

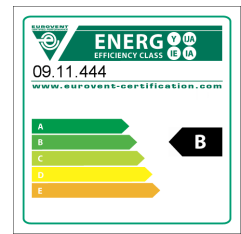
Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Ulkoilmaliitântä	62	73	62	57	58	52	46	42	63
Tuloilmaliitântä	65	73	61	59	55	57	56	53	64
Poistoilmaliitântä	63	69	54	45	46	46	43	42	56
Jäteilmaliitântä	67	81	80	81	78	74	70	66	83
Koneen vaipan läpi	64	72	60	49	50	48	43	38	59

TOLERANSSI

Standardin EN 13053 mukaan kokonaistason LwA toleranssi on 4dB. Oktaavikaistojen toleranssit on annettu taulukossa

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Toleranssi	6	4	4	4	4	4	4	7	4

Taajuusmuuttajat ja mahdolliset koneen ulkopuolelle asennetut moottorit eivät sisälly äänitasoihin



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	124 () / Agri	2.2.110204.2
AOC	ACON-00831612	
Kone	1 (1) / TK01	2011-03-19
Konekoko	050 / 0	Sivu 4
Asiakas		
Asiakkaan viite		
Oma viite	Mika Kinnunen	
Tuloilmavirta	4.50 m ³ /s	Poistoilmavirta 4.50 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	300 Pa	Ulkoinen painehäviö 300 Pa
Jännite	3 x 400, 50 Hz	Paino 3818 kg
SFP _v	1.85 kW/m ³ /s	
Ilman tiheys	1.2 kg/m ³	Korkeus mpy 0 m

YHTEENVETO

Kone

Tuloilmavirta	4.50 m ³ /s	Asennus	Ulkoasennus, vaakasuora
Ulkoinen painehäviö	300 Pa	Materiaali	Aluzink teräs
Poistoilmavirta	4.50 m ³ /s	Lämpöeristys	T3
Ulkoinen painehäviö	300 Pa	Kondenssieristys	TB3
Mitoittava lämpötila kesällä	24 °C	Tiiviysluokka	L2 (CEN B)
Mitoittava kosteus kesällä	53.1 %	Vaipan lujuusluokka	CEN D2
Mitoittava lämpötila talvella	-20 °C	Tuloilman suodatinluokka	F7
Mitoittava kosteus talvella	90 %	Poistoilman suodatinluokka	F7
Lämpötila sisään, tuloilma/kesä	19 °C	Lämpötila sisään, poistoilma/kesä	25 °C
Kosteus sisään, tuloilma/kesä	50 %	Kosteus sisään, poistoilma/kesä	55 %
Lämpötila sisään, tuloilma / talvi	19 °C	Lämpötila sisään, poistoilma / talvi	22 °C
Kosteus sisään, tuloilma / talvi	40 %	Kosteus sisään, poistoilma / talvi	20 %
Lämmöntalteenoton hyötysuhde	57 %	Lämmön talteenoton kapasiteetti	111 kW
SFP tuloilma	0.9 kW/m ³ /s	Kokonaispaino	3818 kg
SFP poistoilma	0.8 kW/m ³ /s		
SFP yhteensä	1.8 kW/m ³ /s	Suurimman lohkon paino	1071 kg
		Suurin lohko	3000 x 1481 x 2450 mm

Lämmitys/Jäähdytys

	Teho [kW]	Ilma sisään [°C/%]	Ilma ulos [°C/%]	Vesi sisään / ulos [°C]	Jäätymissuoja	Vesi [l/s]	Vesi [kPa]	Liit. [mm]
Ilmanlämmitin	96.7	0/15	18/4	60/30	0 %	0.79	7.8	80
Ilmanjäähdytin	37.4	24/53	18/73	7/12	0 %	1.78	2	

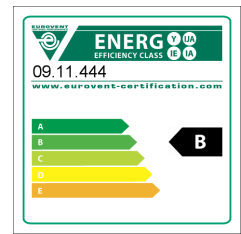
Moottoritiedot

Jännite	3 x 400 V	Taajuus	50 Hz
Nimellisteho, tuloilma	5.5 kW	Nimellisteho, poistoilma	5.5 kW
Nimellisvirta, tuloilma	13.2 A	Nimellisvirta, poistoilma	13.2 A

ÄÄNEN TEHOTASOT

(standardi: EN13053 ISO/CD 13347-2)

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Ulkoilmaliitettä	62	73	62	57	58	52	46	42	63
Tuloilmaliitettä	65	73	61	59	55	57	56	53	64
Poistoilmaliitettä	63	69	54	45	46	46	43	42	56
Jäteilmaliitettä	67	81	80	81	78	74	70	66	83
Koneen vaiipan läpi	64	72	60	49	50	48	43	38	59



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

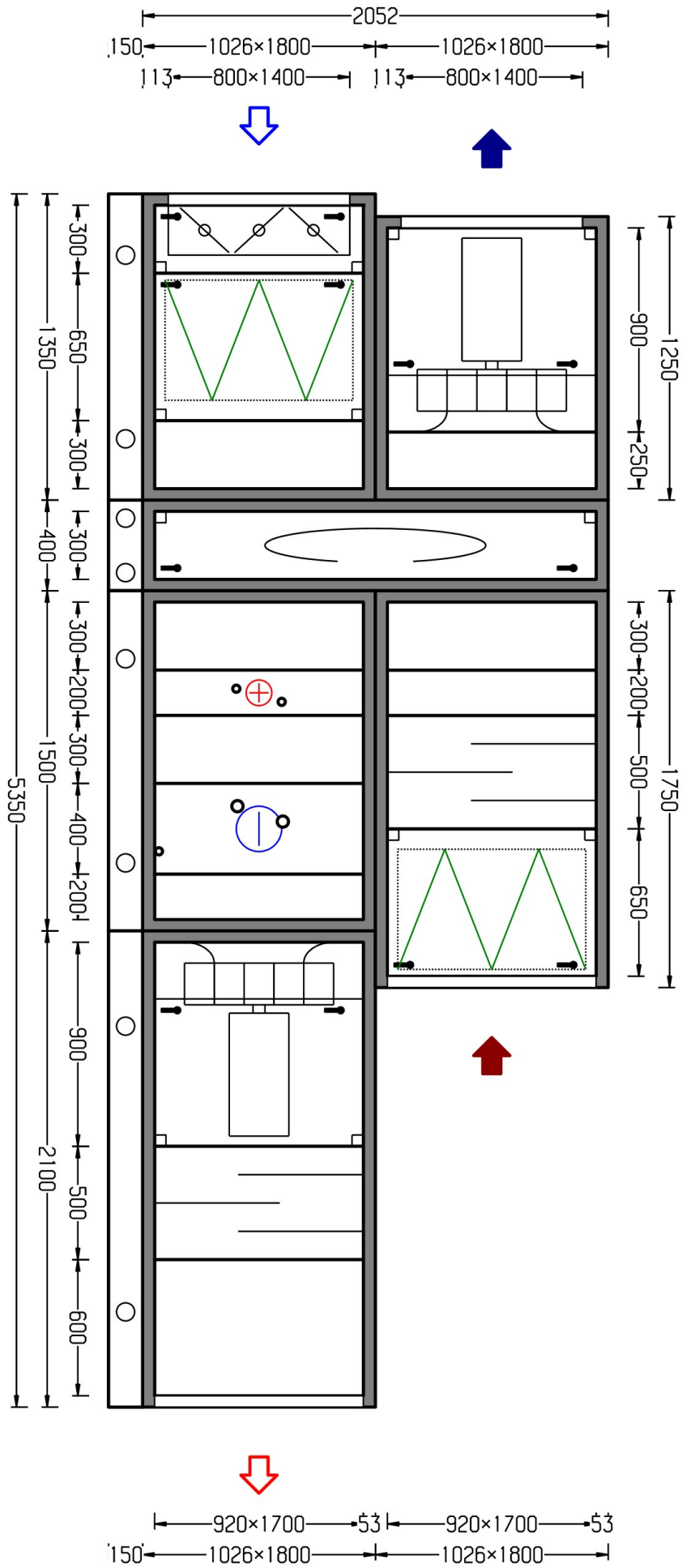
Projekti	124 () / Agri	2.2.110204.2
AOC	ACON-00831612	
Kone	1 (1) / TK01	2011-03-19
Konekoko	050 / 0	Sivu 5
Asiakas		
Asiakkaan viite		
Oma viite	Mika Kinnunen	
Tuloilmavirta	4.50 m ³ /s Poistoilmavirta	4.50 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	300 Pa Ulkoinen painehäviö	300 Pa
Jännite	3 x 400, 50 Hz Paino	3818 kg
SFP _v	1.85 kW/m ³ /s	
Ilman tiheys	1.2 kg/m ³ Korkeus mpy	0 m

TOLERANSSI

Standardin EN 13053 mukaan kokonaistason LwA toleranssi on 4dB. Oktaavikaistojen toleranssit on annettu taulukossa

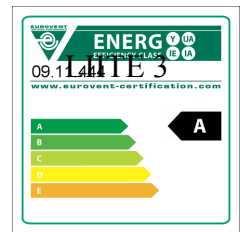
Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
Toleranssi	6	4	4	4	4	4	4	7	4

Taajuusmuuttajat ja mahdolliset koneen ulkopuolelle asennetut moottorit eivät sisälly äänitasoihin



Huoltopuoli	Asiakasnumero	57517	Projektin nimi	Agri
2011-03-19	Projekti	124	Koneen nimi	(2) / TK02
2.2.110204.2	Kone	2	Tuoli	2.00 m ³ /s
	AOC	ACON-00831639	Poistolinja	2.20 m ³ /s
				eQ-032
				eQ 0





ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	124 () / Agri	2.2.110204.2
AOC	ACON-00831639	
Kone	2 (2) / TK02	2011-03-19
Konekoko	032 / 0	Sivu 2
Asiakas		
Asiakkaan viite		
Oma viite	Mika Kinnunen	
Tuloilmavirta	2.00 m ³ /s Poistoilmavirta	2.20 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	300 Pa Ulkoinen painehäviö	300 Pa
Jännite	3 x 400, 50 Hz Paino	2030 kg
SFP _v	1.62 kW/m ³ /s	
Ilman tiheys	1.2 kg/m ³ Korkeus mpy	0 m

YHTEENVETO

Toiminto-osat ilmavirran suunnassa	v0 (m/s)	Et (%)	tw (°C)	ts (°C)	dP (Pa)
Tuloilma:					
Peltiosa/liitäntäosa	1.9				2
Suodatin	1.6				99
Rakenneosa					0
Lämmönsiirrin	2.0	82.5	-20.0 / 14.6		108
Rakenneosa					0
Ilmanlämmitin	1.6		14.6 / 18.7		16
Rakenneosa					0
Ilmanjäähdytin	1.5			24.0 / 14.2	41
Rakenneosa					0
Kammiopuhallin		75.0	18.7 / 19.5	14.2 / 15.0	586
Äänenvaimennin	1.3				6
Rakenneosa					0
Poistoilma:					
Suodatin	1.8				103
Äänenvaimennin	1.4				8
Rakenneosa					0
Rakenneosa					0
Lämmönsiirrin	2.2		22.0 / -8.0		120
Rakenneosa					0
Kammiopuhallin		75.9			547

ÄÄNEN TEHOTASOT

(standardi: EN13053 ISO/CD 13347-2)

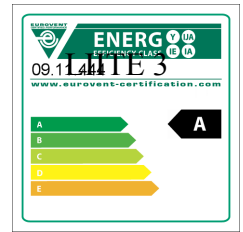
Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
Ulkoilmaliitäntä	61	68	64	59	53	48	40	37	61
Tuloilmaliitäntä	64	68	63	60	57	55	52	51	63
Poistoilmaliitäntä	63	65	57	48	42	43	39	38	54
Jäteilmaliitäntä	66	75	76	77	74	68	64	62	78
Koneen vaipan läpi	61	67	61	49	45	43	38	35	56

TOLERANSSI

Standardin EN 13053 mukaan kokonaistason LwA toleranssi on 4dB. Oktaavikaistojen toleranssit on annettu taulukossa

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
Toleranssi	6	4	4	4	4	4	4	7	4

Taajuusmuuttajat ja mahdolliset koneen ulkopuolelle asennetut moottorit eivät sisälly äänitasoihin



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	124 () / Agri	2.2.110204.2
AOC	ACON-00831639	
Kone	2 (2) / TK02	2011-03-19
Konekoko	032 / 0	Sivu 3
Asiakas		
Asiakkaan viite		
Oma viite	Mika Kinnunen	
Tuloilmavirta	2.00 m ³ /s	Poistoilmavirta 2.20 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	300 Pa	Ulkoinen painehäviö 300 Pa
Jännite	3 x 400, 50 Hz	Paino 2030 kg
SFP _v	1.62 kW/m ³ /s	
Ilman tiheys	1.2 kg/m ³	Korkeus mpy 0 m

YHTEENVETO

Kone

Tuloilmavirta	2.00 m ³ /s	Asennus	Sisäasennus, vaakasuora
Ulkoinen painehäviö	300 Pa	Materiaali	Aluzink teräs
Poistoilmavirta	2.20 m ³ /s	Lämpöeristys	T3
Ulkoinen painehäviö	300 Pa	Kondenssieristys	TB3
Mitoittava lämpötila kesällä	24 °C	Tiiviysluokka	L2 (CEN B)
Mitoittava kosteus kesällä	53.1 %	Vaipan lujuusluokka	CEN D2
Mitoittava lämpötila talvella	-20 °C	Tuloilman suodatinluokka	F7
Mitoittava kosteus talvella	90 %	Poistoilman suodatinluokka	F7
Lämpötila sisään, tuloilma/kesä	15 °C	Lämpötila sisään, poistoilma/kesä	25 °C
Kosteus sisään, tuloilma/kesä	50 %	Kosteus sisään, poistoilma/kesä	55 %
Lämpötila sisään, tuloilma / talvi	20 °C	Lämpötila sisään, poistoilma / talvi	22 °C
Kosteus sisään, tuloilma / talvi	40 %	Kosteus sisään, poistoilma / talvi	20 %
Lämmöntalteenoton hyötysuhde	82 %	Lämmön talteenoton kapasiteetti	89 kW
SFP tuloilma	0.8 kW/m ³ /s	Kokonaispaino	2030 kg
SFP poistoilma	0.8 kW/m ³ /s		
SFP yhteensä	1.6 kW/m ³ /s	Suurimman lohkon paino	490 kg
		Suurin lohko	450 x 2372 x 1950 mm

Lämmitys/Jäähdytys

	Teho [kW]	Ilma sisään [°C/%]	Ilma ulos [°C/%]	Vesi sisään / ulos [°C]	Jäätymissuoja	Vesi [l/s]	Vesi [kPa]	Liit. [mm]
Ilmanlämmitin	9.9	15/14	19/11	60/30	0 %	0.08	0.3	32
Ilmanjäähdytin	31	24/53	14/87	7/12	0 %	1.48	5.7	50

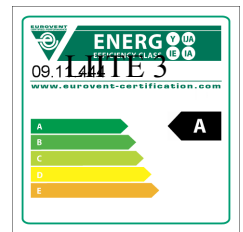
Moottoritiedot

Jännite	3 x 400 V	Taajuus	50 Hz
Nimellisteho, tuloilma	2.2 kW	Nimellisteho, poistoilma	2.2 kW
Nimellisvirta, tuloilma	4.7 A	Nimellisvirta, poistoilma	4.7 A

ÄÄNEN TEHOTASOT

(standardi: EN13053 ISO/CD 13347-2)

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA dB(A)
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
Ulkoilmaliitettä	61	68	64	59	53	48	40	37	61
Tuloilmaliitettä	64	68	63	60	57	55	52	51	63
Poistoilmaliitettä	63	65	57	48	42	43	39	38	54
Jäteilmaliitettä	66	75	76	77	74	68	64	62	78
Koneen vaipan läpi	61	67	61	49	45	43	38	35	56



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	124 () / Agri	2.2.110204.2
AOC	ACON-00831639	
Kone	2 (2) / TK02	2011-03-19
Konekoko	032 / 0	Sivu 4
Asiakas		
Asiakkaan viite		
Oma viite	Mika Kinnunen	
Tuloilmavirta	2.00 m ³ /s Poistoilmavirta	2.20 m ³ /s
Ulkoinen painehäviö	300 Pa Ulkoinen painehäviö	300 Pa
Jännite	3 x 400, 50 Hz Paino	2030 kg
SFP _v	1.62 kW/m ³ /s	
Ilman tiheys	1.2 kg/m ³ Korkeus mpy	0 m

TOLERANSSI

Standardin EN 13053 mukaan kokonaistason LwA toleranssi on 4dB. Oktaavikaistojen toleranssit on annettu taulukossa

Oktaavikaista (Hz)	Lw oktaavikaistoittain (dB)								LwA
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	dB(A)
Toleranssi	6	4	4	4	4	4	4	7	4

Taajuusmuuttajat ja mahdolliset koneen ulkopuolelle asennetut moottorit eivät sisälly äänitasoihin

Asiakkaan tiedot Mika Kinnunen
Projektin tiedot / kohde
Käsittelijä
Lisätiedot

KOJE: **RSA-12-HW-CW**
Sähkö- ja säätölaitekeskus Ouman EH-105

ILMANVAIHTOKOJE, 1-OSAINEN
Pyörivä lämmönvaihdin (ei-hygroskooppinen)
Kätisyys: Vasen
Sinkin värinen ulkokuori
Eristeet 50 mm mineraalivilla
Koneen paino (kuiva / märkä) 459 / 464 kg
SFP-arvo (puht.suod.) 1.62 kW/(m³/s)

TULOILMA

Ilmavirta	350.00	l/s
Ulkopuoliset paineet	200	Pa

Ulkoilmasuodatin

F7

Tyyppi	RSA 12 Pussisuodatin 287-592-305/5	
Suodatinpinta-ala	1.74	m ²
Koko	1 kpl 287x592x305 mm	
Alkupainehäviö, (puhdas)	104	Pa
Loppupainehäviö, (likainen)	182	Pa
Mitoituspainehäviö	143	Pa
Paine-eromittayhteet	1	kpl

Pyörivä lämmönvaihdin (ei-hygroskooppinen)

Vakio Enervent RSA 12, Ø 610 mm

Tyyppi	Ei hygroskooppinen	
Lämmönvaihtimen ohjaus	Portaaton	
Lämmönvaihtimen moottori	230 V (1~), 60 W, 0.26 A	
Hihnäkäyttö	Ø45 2-ura alumiini	
Tuloilma	Ilmavirta	350.00 l/s
	Otsapintanopeus	2.5 m/s
	Painehäviö	114 Pa
	Ulkoilma	-26 °C / 35 %
	Tuloilma lämmönvaihtimen jälkeen	10 °C / 63 %
	Lämpötilahyötysuhde	74.4 %
	Kosteushyötysuhde	79.7 %
	Teho	20.7 kW
Poistoilma	Ilmavirta	350.00 l/s
	Otsapintanopeus	2.5 m/s
	Painehäviö	114 Pa
	Poistoilma	22 °C / 35 %
	Jäteilma	-14 °C / 100 %
Kondenssiliitäntä	DN40 ulkokierre	

Jälkilämmityspatteri, neste

Tyyppi	RSA 12, 100772	
Putkiliitännät	DN 22 / DN 22	
Kätisyys	Vasenkätinen (Kone: Vasenkätinen)	
Tilavuus	1.2	l
Turvamarginaali tulevan ilman lämpötilalle	5.0	°C
Ilmatiedot	Otsapintanopeus	2.6 m/s
	Ilma ennen	5 °C
	Ilma jälkeen	20 °C
	Maksimilämpötila	24 °C
	Painehäviö	35.6 Pa
Nestepuolen tiedot	Puhdas vesi	
	Lämpötila ennen / jälkeen	60 °C / 40 °C

Asiakkaan tiedot Mika Kinnunen
Projektin tiedot / kohde
Käsittelijä
Lisätiedot

Nestevirta / virtausnopeus	0.07	l/s / 0.3	m/s
Nesteen painehäviö		0.8	kPa
Kokonaisteho		6.79	kW
Säätöventtiilin kvs		1.0	m ³ /h
Säätöventtiilin DN		15	mm

Jäähdytyspatteri, neste

Tyyppi	RSA 12, 1007471		
Putkiliitännät	DN 35 / DN 35		
Kondenssiliitäntä	DN40 ulkokierre		
Kätsisyys	Vasenkätinen (Kone: Vasenkätinen)		
Tilavuus		3.8	l
Lamelliväli		3.0	mm
Ilmatiedot	Otsapintanopeus	1.7	m/s
	Ilma ennen	28 °C / 50	% RH
	Ilma jälkeen	16 °C / 89	% RH
	Minimilämpötila	13	°C
	Painehäviö	34.4	Pa
Nestepuolen tiedot	Puhdas vesi		
	Lämpötila ennen / jälkeen	7 °C / 12	°C
	Nestevirta / virtausnopeus	0.18 l/s / 0.4	m/s
	Nesteen painehäviö	3.5	kPa
Kokonaisteho	(Tuntuva teho 5.18 kW)	6.96	kW

Suorakäyttö, kammiopuhallin

Taaksepäin kaartuvat siivet

Tyyppi	RH22C		
Kokonaispaineenkorotus		595	Pa
Staattinen paineenkorotus		566	Pa
Hyötysuhde		79	%
Referenssipaineen k-kerroin	$q_v = \frac{k \cdot \sqrt{\Delta p}}{3600} = [m^3/s]$	47	
Referenssipaine		719	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	(max 4495 rpm)	3174	rpm
Puhaltimen akseliteho		0.26	kW
SFP-arvo (puht.suod.)		0.91	kW/(m ³ /s)

Moottori integroidulla taaajuusmuuttajalla

Tyyppi	FCM 307-2, EFF2		
Tehotiedot		400	VAC
1/1 nop.	2850 rpm	1.80 A	0.75 kW
Taajuus toimintapisteessä		(max 79 Hz)	56 Hz

POISTOILMA

Ilmavirta	350.00	l/s
Ulkopuoliset paineet	200	Pa

Poistoilmasuodatin

F5

Tyyppi	RSA 12 Pussisuodatin 287-592-340/3		
Suodatinpinta-ala		1.23	m ²
Koko	1 kpl 287x592x340 mm		
Alkupainehäviö, (puhdas)		49	Pa
Loppupainehäviö, (likainen)		86	Pa
Mitoituspainehäviö		67	Pa
Paine-eromittayhteet		1	kpl

Asiakkaan tiedot Mika Kinnunen
Projektin tiedot / kohde
Käsittelijä
Lisätiedot

Pvm: 19.3.2011

Pyörivä lämmönvaihdin (ei-hygroskoopinen)

Vakio Enervent RSA 12, Ø 610 mm

Katso tuloilmapuoli

Suorakäyttö, kammiopuhallin

Taaksepäin kaartuvat siivet

Tyyppi		RH22C	
Kokonaispaineenkorotus		449	Pa
Staatinnainen paineenkorotus		420	Pa
Hyötysuhde		79	%
Referenssipaineen k-kerroin	$q_v = \frac{k \cdot \sqrt{\Delta p}}{3600} = [m^3/s]$	47	
Referenssipaine		719	Pa
Puhaltimen pyörimisnopeus	(max 4500 rpm)	2888	rpm
Puhaltimen akseliteho		0.20	kW
SFP-arvo (puht.suod.)		0.70	kW/(m ³ /s)

Moottori integroidulla taajuusmuuttajalla

Tyyppi		FCM 307-2, EFF2	
Tehotiedot		400	VAC
1/1 nop.	2850 rpm	1.80 A	0.75 kW
Taajuus toimintapisteessä		(max 79 Hz)	51 Hz

AUTOMATIikka

Varustelutaso	Sähkö- ja säätölaitekeskus
Säätölaite tyyppi	Ouman EH-105
Asennustapa	Asennettuna
Puhaltimien säätötapa	Ilmavirtasäätö
Puhallinkäyttö	Jatkuvasäätöinen, taajuusmuuttaja
Lämpötilasäätö	Vakio poistoilman lämpötila
Lämmönvaihtimen ohjaus	Portaaton

SÄHKÖTIEDOT

Sähkösyöttö: Ilmanvaihtokone: **3 x 10 A, 400 VAC, 50 Hz**

	Teho [W]	Vaihekohtaiset virta-arvot		
		L1 [A]	L2 [A]	L3 [A]
TULOPUHALLIN / MOOTTORI	750	1.80	1.80	1.80
POISTOPUHALLIN / MOOTTORI	750	1.80	1.80	1.80
LTO-MOOTTORI	60	0.26		
PUMPPU (HW) Esim. UPS 25-40 180 (Pumppu ei kuulu toimitukseen)	60	0.26		
YHTEENSÄ	1620	4.12	3.60	3.60

LISÄVARUSTEET

Varasuodatinsarjat	1	kpl
Lämmönvaihtimen varahihna	1	kpl
2-tieventtiili ja toimilaite, lämmitys		Irrallisena

ÄÄNITIEDOT

TULOILMA	350	l/s	Puhaltimen kokonaispaine	595	Pa
POISTOILMA	350	l/s	Puhaltimen kokonaispaine	449	Pa

Asiakkaan tiedot

Mika Kinnunen

Projektin tiedot / kohde

Käsittelijä

Lisätiedot

KOJEEN ÄÄNITASOT KANAVILLE JA VAIPAN LÄPI

	dB	dB(A)	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Hz
TULOILMA	74	71	61	66	69	64	63	64	65	61	dB
ULKOILMA	70	65	57	63	67	66	56	42	19	6	dB
POISTOILMA	72	67	59	64	68	66	61	54	47	39	dB
JÄTEILMA	71	69	59	64	67	61	60	61	63	58	dB
YMPÄRISTÖ	63	48	57	62	50	40	29	22	14	23	dB

Asiakkaan tiedot
Projektin tiedot / kohde
Käsittelijä
Lisätiedot

Mika Kinnunen

KOJE: RSA-12-HW-CW
Sähkö- ja säätölaitekeskus Ouman EH-105

