



ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN MODERNISOINTI ENERGIATE- HOKKAAKSI RATKAISUKSI

CASE PELTOLAMMI

Samuli Järvinen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013
Talotekniikan koulutusoh-
jelma
LVI

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma
LVI-alan suuntautumisvaihtoehto

SAMULI JÄRVINEN:

Ilmanvaihtojärjestelmän modernisointi energiatehokkaaksi ratkaisuksi
Case Peltolammi

Opinnäytetyö 68 sivua, joista liitteitä 25 sivua
Huhtikuu 2013

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää miten 70-luvulla tehty ilmanvaihtojärjestelmä saadaan modernisoitua nykyaikaiseksi energiatehokkaaksi ratkaisuksi. Työssä esitetään neljä eri ratkaisumallia, joita vertailemalla valitaan tehokkain ratkaisu pääasiassa energiatehokkuuden parantamisen kannalta. Pilottikohteena käytetään Tampereen seurakuntayhtymän Peltolammin seurakuntakeskusta.

Peltolammin seurakuntakeskus on rakennettu 70-luvun alussa, jolloin ei yleisesti ottaen vielä investoitu ilmanvaihdon lämmöntalteenottojärjestelmiin. Rakennuksessa on erilliset tuloilmakoneet ja poistopuhaltimet. Poistopuhaltimet on ryhmitelty tuloilmakoneiden palvelualueiden ja käyttöaikojen perusteella. Lisäksi rakennuksessa on yksi pieni yleispoistopuhallin ja kaksi takkaimuria.

Jotta ratkaisuja voidaan selkeästi vertailla ja niiden hyötyjä saadaan paremmin tuotua esille, verrataan niitä tavalliseen peruskorjaukseen, jossa on vain vähän energiatehokkuutta parantavia tekijöitä. Ratkaisumalleiksi valittiin neljä toteutuskelpoista vaihtoehtoa: peruskorjaus, nestekiertoinen LTO-järjestelmä, regeneratiivinen LTO-järjestelmä sekä uutta tekniikkaa edustavaa Economizer - järjestelmä, joka yhdistää nestekiertoisen LTO-järjestelmän ja lämpöpumpputekniikan.

Ratkaisuille laskettiin myös kustannusarviot ja takaisinmaksuajat. Lyhin takaisinmaksu-aika ja sen pohjalta suurimmat taloudelliset säästöt toi pyörivällä LTO-järjestelmällä varustettu ratkaisu. Tämä ratkaisu oli myös energiatehokkain malli tässä työssä käsitellyyn rakennukseen.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Building service engineering
Option of HVAC-Technology

SAMULI JÄRVINEN

Energy efficient solution for modernizing an air handling system
Case Peltolammi

Bachelor's thesis 68 pages, appendices 25 pages
April 2013

The main objective of this thesis was to explore how an old air handling system can be modernized into an energy efficient solution. This thesis presents four different solutions, which are compared mostly by their energy efficiency and the best solution is chosen on that basis. The parish centre of Peltolammi works as a pilot project for the task.

The parish centre of Peltolammi is built in the early 70's. Heat recovery in air handling systems was very rare at that time and the parish centre is not an exception. The building is equipped with separate supply air units and exhaust fans. The fans are grouped based on the supply air units service areas and operating times. There is also one general exhaust fan and two fireplace extractor fans in the building.

To be able to distinctly compare the solutions and adduce their benefits, it is necessary to perform a basic solution with only minor improvements in energy efficiency, so it can be used as a point of reference to the other solutions. The presented solutions are renovation, liquid-coupled heat recovery system, regenerative heat recovery system and the Economizer - system, which combines liquid-coupled heat recovery system and heat pump technology.

Cost estimate and reimbursement time were calculated to each solution. The shortest reimbursement time and therefore the biggest economical gains in the future were achieved by the solution with regenerative heat recovery system. It was also the most energy efficient solution for the pilot project.

Key words: energy efficiency, air handling, heat recovery

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	ENERGIATEHOKKUUS	8
2.1	Yleistä	8
2.2	Kehitys 70-luvulta alkaen	9
2.2.1	70-luku	10
2.2.2	80-luku	11
2.2.3	90-luku	12
2.2.4	2000-luku	13
2.3	Nykypäivä.....	15
3	CASE PELTOLAMMI.....	16
3.1	Lähtökohdat	16
3.2	Saneerauksen tarve	16
3.2.1	Lämmitysverkosto.....	17
3.2.2	Ilmanvaihto	19
3.3	Energian kulutus	21
3.3.1	Ilmanvaihto	22
3.3.2	Lämmin käyttövesi.....	24
3.3.3	Lämmitys	25
4	RATKAISUVAIHTOEHDOT	27
4.1	Yleistä	27
4.2	Peruskorjaus.....	27
4.2.1	Toimenpiteet ja hyödyt	27
4.3	Lämmöntalteenotto glykolipattereihin.....	28
4.3.1	Toimenpiteet ja hyödyt	28
4.3.2	Lämmöntalteenotto periaate.....	29
4.4	Regeneratiivinen lämmöntalteenotto tulo-poistoilmanvaihtokonein.....	30
4.4.1	Toimenpiteet ja hyödyt	31
4.4.2	Lämmöntalteenotto periaate.....	31
4.5	Economizer	32
4.5.1	Toimenpiteet ja hyödyt	32
4.5.2	Lämmöntalteenotto periaate.....	33
5	SANEERAUKSEN KANNATTAVUUS	34
5.1	Lähtökohdat	34
5.1.1	Energian hinta	34
5.1.2	Ilmanvaihdon hukkaenergia.....	34
5.1.3	Energiatehokkuus.....	35

5.2	Kustannukset ja takaisinmaksu ajat	35
5.2.1	Peruskorjaus	35
5.2.2	Lämmöntalteenotto glykolipatterein	36
5.2.3	Regeneratiivinen lämmöntalteenotto tulo-poistoilmanvaihtokonein	37
5.2.4	Economizer	38
6	TEHOKKAIN RATKAISU	39
7	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	42
	LIITTEET	44
	Liite 1. Rakennuskannan kerrosala.....	44
	Liite 2. Peltolammin SRK:n energiankulutukset 2007 - 2011	45
	Liite 3. Peltolammin SRK:n energiankulutukset 2011	46
	Liite 4. TK01 Tuloilmakone.....	47
	Liite 5. TK02 Tuloilmakone.....	49
	Liite 6. TK01 Tuloilmakone nestekiertoisella lämmöntalteenotolla.....	51
	Liite 7. TK02 Tuloilmakone nestekiertoisella lämmöntalteenotolla.....	54
	Liite 8. TK01 Tulo-poistoilmakone pyörivällä lämmöntalteenotolla	57
	Liite 9. TK02 Tulo-poistoilmakone pyörivällä lämmöntalteenotolla	62
	Liite 10. Kaukolämpöhinnasto 1.1.2013	67
	Liite 11. Economizer kytkentäkaavio.....	68

ERITYISSANASTO

Ilmanvuotoluku n_{50}	Rakennuksen ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h
Ilmanvuotoluku q_{50}	Rakennusvaipan ilmanvuotoluku, $m^3/(h \cdot m^2)$
Lämmitystarveluku	Rakennusten lämmitysenergian tarve lämmityskaudella, Kd
Lämpötilasuhde	Mitattu lämpötilasuhde testaustilanteessa, jossa tulo- ja poistoilman massavirrat ovat yhtä suuret
Lämpökerroin	Lämpöpumpun lämmöntuotto suhteessa kompressorin sähköiseen käyttötehoon
Ominaislämpökapasiteetti	Materiaaliin sitoutuvan lämpöenergian määrä lämpötilaeroa ja massa kohti, kJ/kgK

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on selvittää miten Peltolammin seurakuntakeskuksen ilmanvaihtojärjestelmä saadaan modernisoitua nykyaikaiseksi energiatehokkaaksi ratkaisuksi. Työssä esitetään erilaisia vaihtoehtoja modernisoinnille, joista energiatehokkuuksia vertailemalla valitaan otollisin malli. Tarkoituksena on myös selvittää ratkaisumallien investointikustannukset ja laskea niiden taloudellinen kannattavuus.

Kohteena on peltolammin seurakuntakeskus. Rakennus on rakennettu 70-luvun alussa ja ilmanvaihto on toteutettu erillisillä tuloilmakoneilla sekä poistopuhaltimilla. Järjestelmässä ei ole lainkaan lämmöntalteenottoa, joka tarkoittaa että energiaa menee hukkaan hyvin merkittävä määrä. Vielä 70-luvulla tähän ei kiinnitetty suurta huomiota, mutta nykyään tiukentuneet määräykset energian säästöstä ohjaavat suuntaan, jossa lämmöntalteenotto on välttämätön. Tästä johtuen lämmöntalteenottojärjestelmä tulee mitä todennäköisemmin olemaan osa valittavaa ratkaisumallia.

Energiatehokkuuden lisäksi tarkastellaan myös rakennuksen sisäilmaolosuhteita. Nykyään ihmiset viettävät yhä enemmän aikaa sisätiloissa. Rakennusten homevauriot ovat myös merkittävästi lisääntyneet. Tästä johtuen on alettu kiinnittämään enemmän huomiota sisäilman laatuun. Ilmanvaihtojärjestelmän modernisoinnilla saavutetaan merkittäviä parannuksia sisäilman laadussa. Tutkimusten mukaan sisäilman laatua parantamalla lisätään työtehokkuutta, tilojen viihtyvyyttä sekä rakennuksen elinkaari pitenee, kun rakenteet pysyvät paremmassa kunnossa. Tämän opinnäytetyön pääpaino on kuitenkin energiatehokkuudessa.

2 ENERGIATEHOKKUUS

2.1 Yleistä

Energiatehokkuus on keskeinen asia nykypäivän rakentamisessa sekä rakennusten käytössä. Rakentaminen sekä käytössä olevat rakennukset kuluttavat noin 40 % valtakunnassa tuotetusta energiasta (Tekes, 2011). Tämä on suuri määrä, jota on pyrittävä selvästi pienentämään. Tilastolliset tutkimukset energiankulutuksesta ja tutkimukset ilmaston lämpenemisestä ovat saaneet poliitikot asettamaan uusia vaatimuksia rakentamisen energiatehokkuuteen, mm. tiukentamalla rakentamismääräyksiä, solmimalla yhteisiä kansainvälisiä sopimuksia päästöjen vähentämisestä ja energiatehokkuuden parantamisesta.

Energiatehokkuus käsitteenä tarkoittaa energiankäytön hyötysuhdetta. Rakennuksen tapauksessa energiatehokkuus määritellään käytännössä suoraan energiankulutuksella. Toisin sanoen jos rakennuksen tarpeet tyydytetään tavanomaista pienemmällä energiamäärällä tai saadaan toteutettua tavanomaista enemmän toimintoja samalla energiamäärällä, rakennus luokitellaan energiatehokkaaksi. Laajemmin tarkasteltuna energiatehokkuus käsittää myös materiaaleihin ja rakentamiseen käytetyn energian. Tällöin puhutaan rakentamisen energiatehokkuudesta. (Helsingin kaupunki, rakennusvalvontavirasto, 2012)

Teoreettinen tapa ilmaista rakennuksen energiatehokkuutta on energiaselvityksen yhteydessä lasketut ET-luku sekä E-luku. ET-luku eli energiatehokkuusluku tarkoittaa rakennuksen energiankulutusta vuodessa lämmitettyä bruttoalaa kohden ($\text{kWh}/\text{brm}^2/\text{vuosi}$). Tämän perusteella ilmoitetaan rakennuksen energiatehokkuusluokka asteikolla A-G, jossa A ilmoittaa pienimmän luokan kulutusta ja G suurimman. (Kuva 1) E-luku puolestaan ilmaisee energiamuotojen kertoimilla painotettua ostoenergian kulutusta vuodessa lämmitettyä nettoalaa kohden (kWh/m^2) (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012, 2.1.2).

ET-luku	Rakennuksen ET-luokka
- 150	A
151 - 170	B
171 - 190	C
191 - 230	D
231 - 270	E
271 - 320	F
321 -	G

Rakennuksen energiatehokkuusluku (ET-luku, kWh/brm²/vuosi)
luokitteluasteikko: Pienet asuinrakennukset

Energiatehokkuusluokitus perustuu rakennuksen laskennalliseen energiankulutukseen.

Todellinen kulutus riippuu rakennuksen sijainnista, asukkaiden lukumäärästä ja asumistottumuksista.

KUVA 1. Esimerkki rakennuksen ET-luokista (sähköala.fi, 2007)

2.2 Kehitys 70-luvulta alkaen

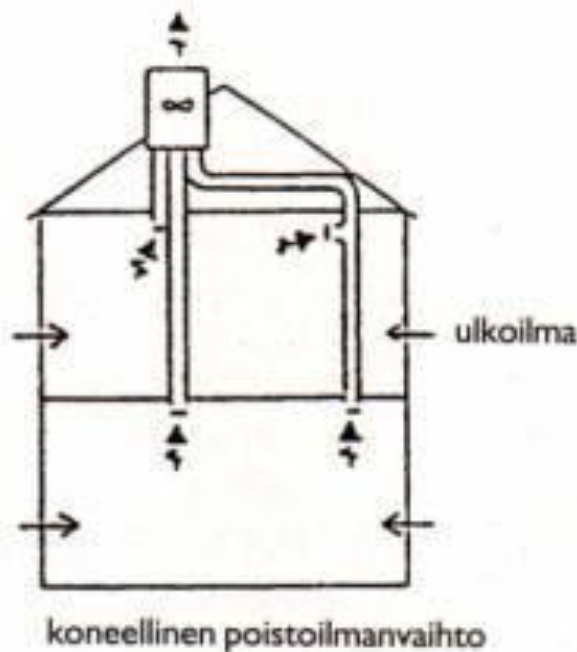
Energian tuotantomenetelmät sekä käyttölaitteet ovat muuttuneet merkittävästi vuosien varrella, jolla on suuri merkitys rakennusten energiatehokkuuteen. Rakennustekniikka on kehittynyt ja muuttunut miltei joka vuosikymmenellä edelliseen verrattuna. Rakentamismääräykset ovat tiukentuneet huomattavasti 40:ssä vuodessa, joka on osaltaan vaikuttanut rakennustekniikan kehitykseen. Myös erilaiset ajatusmallit eri vuosikymmenillä ovat vaikuttaneet rakennustekniikkaan ja energiankäyttöön.

Rakennusosa	Rakennusluvun hakemisvuosi								
	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	2003-	2008-	2010-	2012-
Lämpimät tilat									
Ulkoseinä	0,81	0,81	0,70	0,35	0,28	0,25	0,24	0,17	0,17
Maavarainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,36	0,25	0,24	0,16	0,16
Ryömintätilainen alapohja	0,47	0,47	0,40	0,40	0,40	0,20	0,20	0,17	0,17
Ulkoilmaan rajoittuva alapohja	0,35	0,35	0,35	0,29	0,22	0,16	0,16	0,09	0,09
Yläpohja	0,47	0,47	0,35	0,29	0,22	0,16	0,15	0,09	0,09
Ovi	2,2	2,2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,0	1,0
Ikkuna	2,8	2,8	2,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,0	1,0

KUVA 2. Rakennusosien U-arvot (Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatodistuksesta, 2012)

2.2.1 70-luku

Suomessa oli suuri uudisrakentamisen kausi 1970-luvulla, varsinkin asuinrakennuskannassa 1970-luku oli vilkkain vuosikymmen (kts. Liite 1). Rakenteiden U-arvo (W/m^2K), eli lämmönläpäisykerroin, parantui huomattavasti 70-luvun lopulla uusien rakentamismääräysten myötä (Kuva 2). Tästä johtuen rakennuksien eristemäärää kasvatettiin huomattavasti vuonna 1962 tulleesta rakennusten lämmöneristystä koskevasta normista (korjaustieto.fi, 2011). Tämä luonnollisesti pienensi rakennusten lämpöhäviöitä, joka paransi energiatehokkuutta. Toisaalta ilmanvaihtoa ei valitettavasti parannettu yhtä merkittävästi kuin eristämistä, jonka seurauksena tänä päivänä korjataan paljon 70-luvulla rakennettuja rakennuksia homevaurioiden takia. (Terveysilma) Tyypillinen ilmanvaihtojärjestelmä oli koneellinen poisto ja raitisilmanotto joko venttiileillä tai rakenteiden vuotokohdista (Kuva 3). Ilmanvaihdon energiatehokkuuden kannalta tämä on huono vaihtoehto, lämpöä ajetaan paljon hukkaan.



KUVA 3. Koneellinen poistoilmanvaihto (Sisäilmäyhdistys, 2008)

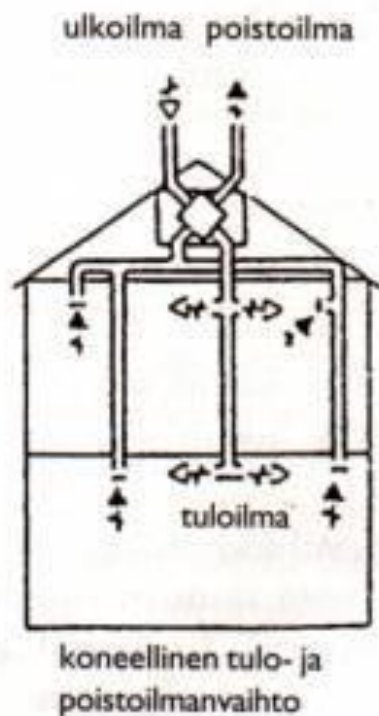
Energiatehokkuuden parantamiseen vaikutti vuoden 1973 öljykriisi, joka nosti energian hintaa merkittävästi. Tästä seurasi Valtioneuvoston laatima energiansäästöohjelma, jossa kehoitettiin mm. vähentämään kiinteistöjen lämmitystä. Tämän lisäksi Työ- ja elinkeinoministeriö (tuolloin kaupp- ja teollisuusministeriö) antoi ohjeita kuluttajille miten energiaa voitiin säästää rakennuksien lämmityksessä, sähkön kulutuksessa sekä lämpimän käyttöveden kulutuksessa. (Eilen, tänään ja huomenna, 2005) Vipuhanat tulivat markkinoille Oraksen julkaisemina, veden säästö yli 30 % verrattuna 2-otehanoihin (Teknologiaateollisuus, 2011). Veden kulutusta vähensi myös 70-luvulla käyttöön otettu jätevesimaksu (HSY, 2012).

Öljykriisin aiheuttama energian hinnannousu vauhditti suuresti jo 60-luvulla alkanutta kaukolämmön tuotantoa ja jakeluverkoston laajenemista. Kaukolämmön tuotannon hyötysuhde on hyvä ja se tuotetaan useimmiten yhteistuotantona sähkön kanssa. Kaukolämmön käyttö vähensi paikallisten lämmitysmuotojen käyttöä (esim. öljy), joka puolestaan vähensi päästöjä varsinkin kaupungeissa parantaen ilmanlaatua. (Helsingin energia) Uusi lämmitysmuoto oli energiatehokas ja puhdas verrattuna vanhoihin muotoihin.

2.2.2 80-luku

Uudisrakentaminen jatkui merkittävänä myös 80-luvulla. Lämmöntuottona kaukolämpö jatkoi kasvuaan. Rakennustekniikassa kiinnitettiin edelleen huomiota eristämiseen sekä rakennusten tiiviyyteen. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto (Kuva 4) alkoi yleistyä, mutta edelleen tavallinen tapa hoitaa ilmanvaihto oli koneellinen poisto, kuten 70-luvullakin (korjaustieto.fi, 2011). Tästä johtuen myös 80-luvulla rakennetuissa rakennuksissa on havaittu homevaurioita.

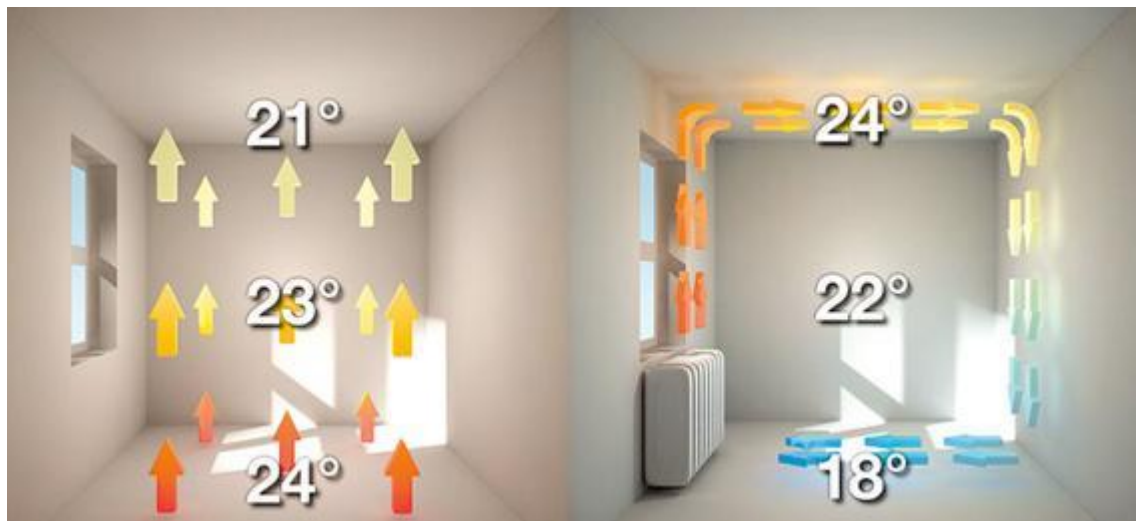
Rakennuksien energiatehokkuudessa ei tapahtunut juurikaan muutoksia vielä 80-luvun alkupuolella. Rakenteiden tiiviys ja paremmat eristykset paransivat energiatehokkuutta, mutta ilmanvaihto ilman lämmöntalteenottoa heikensi sitä. Vuosikymmenen loppupuolella energiatehokkuus alkoi vähitellen paranemaan, koneelliset tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmät alkoivat lisääntyä ja niiden yhteyteen tuli ensimmäiset lämmöntalteenottolaitteet. Lämmönjakotapana alettiin käyttää lattialämmitystä, tosin pääasiassa sähköistä (rakentamisen ja asumisen energianeuvonta, 2012). Termostaattihanat tulivat suihkuihin, veden säästö 20 - 40 % vipuhanaan verrattuna (Teknologiateollisuus, 2011).



KUVA 4. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto (Sisäilmäyhdistys, 2008)

2.2.3 90-luku

Rakentaminen alkoi hieman hiipua 70- ja 80-lukujen huippuvauhdista. Rakennusten energiatehokkuus kuitenkin kasvoi 90-luvulla. Ilmanvaihdossa alkoi yleistyä lämmöntalteenotto, joka säästi huomattavasti energiaa aikaisempaan verrattuna, vaikka hyötysuhde ei ollut vielä tämän päivän luokkaa. Lämmönjakotapana alkoi yleistyä vesikiertoinen lattialämmitys (Kuva 5). (rakentamisen ja asumisen energianeuvonta, 2011) Elektroniset hanat tulivat markkinoille, veden ja energian säästö 30 - 50 % verrattuna vipuhanaan (Teknologiateollisuus, 2011). Tuulivoimaa alettiin hiljalleen rakentamaan 70- ja 80-luvuilla tehtyjen kokeilujen jälkeen (Suomen tuulivoimayhdistys Ry, 2009)

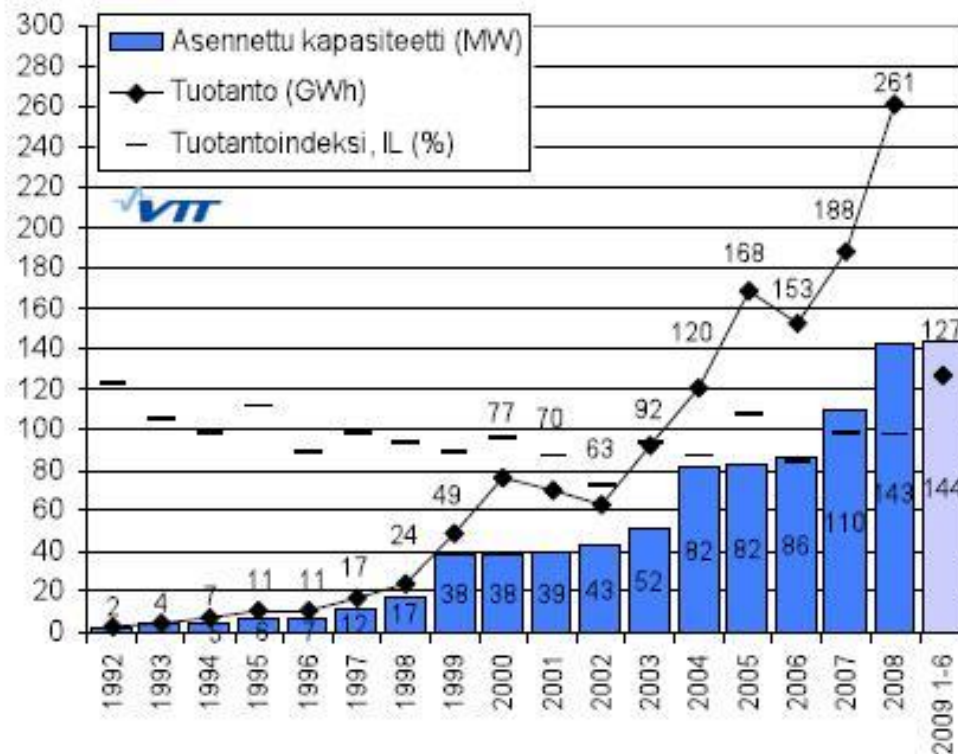


KUVA 5. Lattialämmitys vs patterilämmitys (Aurelia Lattialämmitys Oy)

2.2.4 2000-luku

Uusiutuvat energianlähteet ja niiden hyödyntäminen alkoivat yleistyä rakentamisessa. Erilaiset lämpöpumput alkoivat vallata markkinoita 2000-luvun alussa ja aurinkoenergi-

aa alettiin hyödyntää käyttöveden lämmittämiseen ja osittain myös kuluttajalaitteiden sähkön tuottamiseen. Tämä uusi suunta paransi merkittävästi energiatehokkuutta, kun hyödynnettiin ns. ilmaisenergioita. Energian tuotannossa tuulivoiman rakentaminen vauhdittui moninkertaiseksi 90-lukuun verrattuna (Kuva 6).



KUVA 6. Suomen tuulivoimakapasiteetin ja tuulisähkön tuotannon kehitys (Suomen tuulivoimayhdistys Ry, 2009)

2000-luvun ensimmäinen vuosikymmen oli määräysten, lakien ja asetusten aikaa. Ilmanvaihdon lämmöntalteenottoon laadittiin minimivaatimus vuosihyötysuhteelle vuonna 2003, jota tiukennettiin vuonna 2010 (Kuva 7). Rakentamismääräykset C3, D3 ja D5 uusiutui vuonna 2007. Kyseiset määräykset määrittelevät tärkeimmiltä osin uudisrakentamisen energiatehokkuuden vaatimukset. Vuonna 2008 astui voimaan laki rakennuksen energiatodistuksesta. Edellä mainittuja rakentamismääräyksiä uudistettiin jälleen vuonna 2010 kiristäen niiden vaatimuksia energiatehokkuudelle 30 % edellisiin verrattuna. (PRKK, 2011) Rakennusten vuotoilmavirtaa rajoitettiin kiristämällä vuotoilmalukua n_{50} (1/h) selvästi edellisestä (Kuva 8).

Rakennusluvan hakemisvuosi	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	2003-	2008-	2010-	2012-
Vuosihyötysuhde	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	30 %	30 %	45 %	45 %

KUVA 7. Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteen vaatimus (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta, 2012)

EU:n taholta tuli vuonna 2008 komission ehdotus rakennusten energiatehokkuusdirektiivin uudistamiseksi (PRKK, 2011). Vuotta aiemmin Eurooppa-neuvosto päätti EU:n sisäisiksi tavoitteiksi vähentää päästöjä 20 % vuoden 1990 tasosta ja lisätä energiatehokkuutta 20 % vuoteen 2020 mennessä (Energiateollisuus ry). Euroopan Unionin rooli energiatehokkuuden parantamisessa voimistui selvästi ja jatkuu vahvana myös 2010-luvulla.

Rakennusluvan hakemisvuosi	-1969	1969-	1976-	1978-	1985-	2003-	2008-	2010-	2012-
Ilmanvuotoluku n_{50}	7,0	6,0	6,0	6,0	6,0	4,0	4,0	4,0	
Ilmanvuotoluku q_{50}									4,0

KUVA 8. Vuotoilmaluvun vaatimus (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatodistuksesta, 2012)

2.3 Nykypäivä

Energiatehokkuus esiintyy tärkeänä osana nykypäivän rakentamisessa. Energiatehokkuudesta määräävät rakentamismääräykset uudistuivat kesällä 2012 ja kiristyivät aiempiin verrattuna. Niiden pohjalta siirryttiin kokonaisenergiankulutuksen tarkasteluun, jota kuvastaa aiemmin tässä luvussa mainittu E-luku. Määräykset koskevat uudisrakentamista. Vanhojen rakennusten luvanvaraista korjausta, käyttötarkoituksen muuttamista tai teknisten järjestelmien korjausta koskevat määräykset astuvat voimaan tämän vuoden alkupuolella porrastetusti (Ympäristöministeriö, 2013).

3 CASE PELTOLAMMI

3.1 Lähtökohdat

Peltolammin seurakuntakeskus on vuonna 1970 rakennettu Tampereen seurakuntayhtymän monitoimikeskus. Rakennuksen tiloissa on monenlaista toimintaa, kuten lähetyspiiri, tyttökerho, torstaitupa sekä naistenkerho (Peltolammin seurakuntakeskus 2013). Seurakuntakeskuksessa on myös koululaisten iltapäiväkotitoimintaa (Iltapäiväkotien kokoontumispaikat 2013).

Kohteen käyttö painottuu pääasiassa arkipäiville, joten tämä tulee huomioida laskettaessa ilmanvaihdon energiankulutusta sekä mahdollisia lämmöntalteenoton vaihtoehtoja. Ilmanvaihdon käyttöajat ovat nykyisin noin 50 h/vko (Li-1, Hi-1 ja Hi-6) ja 42 h/vko (Li-2, Hi-2 ja Hi-8). Kyseiset käyttöajat määräytyvät rakennuksen käytön perusteella. (Siren, J. 2012)

3.2 Saneerauksen tarve

Rakennus on talotekniikan osalta miltei alkuperäiskuntoinen. Tilaaja on teettänyt rakennukseen LVV-kuntoarvion ja päättänyt sen pohjalta saneerauksen laajuuden.

Kohteeseen suunnitellaan energiaremontti, joka koskee lämmitys- sekä ilmanvaihtojärjestelmää. Käyttövesijärjestelmään ei tehdä mainittavia korjauksia. Ilmanvaihtoon ei ole tehty muutoksia tai peruskorjauksia rakennuksen valmistumisen jälkeen. Öljykäyttöinen aluelämpölaitos korvattiin kaukolämmöllä vuonna 1985. Tuolloin lämmönjakohuoneesta purettiin vanha lämminvesivaraaja, pumpput, venttiilit sekä osa putkistosta ja tilalle asennettiin kaukolämmön alajakokeskus, uudet pumpput, venttiilit ja putket.

Vaikka opinnäytetyössä keskitytään ilmanvaihtojärjestelmään, lämmitysjärjestelmällä on paljon merkitystä remontin kokonaisuuteen. Seuraavaksi käsitellään eritellysti lämmitysverkoston ja ilmanvaihtojärjestelmän nykytila sekä tilaajan esittämät korjauksen kohteet.

3.2.1 Lämmitysverkosto

Lämmitysverkosto on rakennettu vuonna 1970. Lämmöntuottojärjestelmä on vaihdettu vuonna 1985 aluelämmityksestä kaukolämpöön. Kaukolämmön alajakokeskuksen siirtimien tehot ovat 240 kW (patteriverkosto ja IV) sekä 140 kW (käyttövesi). Alajakokeskus on kytketty kaukovalvontaan. Varolaitteina toimii 2 kalvopaisunta-astiaa sekä varoventtiilit. Verkoston putket on valmistettu teräksestä. Putkisto on osittain uusittu lämmönjakuhuoneessa. (kuva 9)



KUVA 9. Kaukolämmön alajakokeskus ja putkikytkentöjä (21.11.2012)

Silmämääräisesti tutkittuna putkisto sekä patterit ovat tyydyttävässä kunnossa. Kellarikerroksen IV-konehuoneessa olevat putket ovat kuitenkin vaihtokunnossa, kuten kuva 10 osoittaa. Toisaalta suurinosa putkista kulkee rakenteissa, joten niitä ei päästy tarkastelemaan, mutta teräsputkien tekninen käyttöikä rakenteissa on vähintään 50 vuotta (LVI 01-10424 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot, 2008). Tästä päätellen käyttöikä on vielä hyvin jäljellä.



KUVA 10. Kellarin ilmanvaihtokonehuoneen putkituksia (21.11.2012)

Energiaremontin yhteydessä vaihdetaan alajakokeskus, sulkuventtiilit, linjasäätöventtiilit uusin säätöarvoin sekä patteriventtiilit uusin esisäätöarvoin. Verkostoon tehdään myös tasapainotus. Lämmönjakohuoneessa sekä IV-konehuoneissa tehdään asbestipurku vanhojen putkien osalta asbestia sisältävien putkieristeiden vuoksi. Uuteen alajakokeskukseen tulee omat siirtimet patteriverkostolle ja IV-verkostolle. Tällöin voidaan mitoittaa IV-siirtimen teho pienemmäksi IV-järjestelmässä tehtävien parannuksien ansiosta. Lämmönjakohuoneen osalta putkikytkennät tehdään hieman erilaisiksi, koska tällä hetkellä IV-verkosto on otettu patteriverkoston runkoputkista.

3.2.2 Ilmanvaihto

Järjestelmä koostuu 2:sta tuloilmakoneesta sekä 8:sta poistoilmapuhaltimesta. Kohteessa ei ole minkäänlaista lämmöntalteenottojärjestelmää. Tuloilmakoneet ja poistoilmapuhaltimet ovat alkuperäiset, eli asennettu vuonna 1970. Tuloilmakone TK02 sijaitsee kellarissa ja palvelee alinta kerrosta (kuva 11). Tuloilmakone TK01 sijaitsee katolla ja palvelee kerroksia 1 ja 2 (kuva 12).



KUVA 11: Kellarikerroksessa sijaitseva IV-kone (21.11.2012)



KUVA 12. Katolla sijaitseva IV-kone (21.11.2012)

Kaikki poistopuhaltimet sijaitsevat katolla. Puhaltimet ovat koottu 2:ksi ryhmäksi, toisessa on 3 puhallinta ja toisessa 5 (kuva 13; kuva 14). Puhaltimista 4 toimii tuloilmakoneiden tuloilmojen poistoina, 1 puhallin on wc- ja varastotilojen poistoilmoille, 1 puhallin on keittiön poistoilmalle ja 2 puhallinta ovat takkaimureita. Kanavisto on osittain kierresaumakanavaa, osittain kantikasta kanavaa sekä melko suurelta osin rakenteissa sijaitsevaa betonista tehtyä kanavaa.



KUVA 13. Poistopuhaltimia katolla (21.11.2012)



KUVA 14. Poistopuhaltimia katolla (21.11.2012)

Ilmanvaihtojärjestelmän kaikki koneet ovat vaihtokuntoisia. Koneiden sisältämien komponenttien, kuten lämmityspatterien ja puhaltimien, tekniset käyttöiät ovat täyttyneet (LVI 01-10424 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot, 2008). Vanhat laitteet kuluttavat myös paljon energiaa verrattuna uusiin, nykyaikaisiin laitteisiin. Teknisen käyttöiän ylittäneillä laitteilla on myös suurempi riski vaurioitua toiminta- tai korjauskelvottomiksi. Energiaremontin yhteydessä ilmanvaihdon saneerauksesta sovittiin käyttäjän kanssa tarkasteltavaksi 4 vaihtoehtoa, joista kerrotaan tarkemmin luvussa 4.

3.3 Energian kulutus

Energian kulutus on taulukoituna vuosilta 2007 - 2011. Kulutuslukemia on sekä vuosittä kuukausitasolla. Taulukoista käy ilmi lämmitysenergian, sähkön sekä veden kulutukset. (ks. Liite 2) Lämmitysenergia käsittää patteriverkoston, tuloilmakoneiden patterit sekä käyttöveden lämmityksen. Sähkön kulutus sisältää kaiken kiinteistössä kulutetun sähköenergian. Veden kulutus käsittää kaiken kiinteistössä käytetyn veden.

Vuositasolla esitetyjä kulutuksia tarkastellessa käy ilmi, että lämmitysenergian kulutus on vähentynyt merkittävästi vuonna 2011 (ks. Liite 2). Samana vuonna kiinteistöön on asennettu kellokytkin säätämään ilmanvaihdon toimintaa käyttöaikojen mukaiseksi. Rakennuksen käytön ulkopuolella koneet ovat pois päältä, lukuunottamatta pientä yleispoistoa wc-tiloissa. Voidaan siis päätellä, että energian kulutuksen pieneneminen johtuu tästä toimenpiteestä. Muutoin kulutuksissa ei näy mitään merkittäviä poikkeamia. Veden kulutus on vähäistä, joka selittyy kiinteistön käyttötarkoituksella ja käyttöajoilla (ks. kohta 3.1).

Jotta kiinteistön energiankulutuksista saa järkevän kokonaiskuvan, tulee annettuja kulutuksia tarkentaa, toisin sanoen laskea niistä esiin lämmitykseen, ilmanvaihtoon sekä käyttöveden lämmitykseen kuluvat energiat. Tämän jälkeen on mahdollista osoittaa selkeämmin miten paljon eri ratkaisut ilmanvaihtojärjestelmän parantamiseksi vaikuttavat energiankulutukseen.

3.3.1 Ilmanvaihto

Määritetään ilmanvaihdon vuosittainen energiankulutus. Tarkastelussa käytetään vuoden 2011 kulutustietoja, joiden mukaan lämmitysenergian kokonaiskulutus kiinteistössä oli 166,1 MWh (ks. Liite 3). Sisäänpuhalluslämpötila on 18 °C ja mitoittava ulkolämpötila -29 °C (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012, Liite 2). Tuloilmakoneiden Li-1 ja Li-2 ilmamäärät ovat 6150 m³/h ja 4150 m³/h. Muutetaan ilmamäärät m³/s muotoon seuraavan kaavan mukaisesti:

$$q_v = q_{vh}/3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \quad (1)$$

jossa

q_v = Ilmamäärä, l/s

q_{vh} = Ilmamäärä, m³/h

3600 s/h = Vakio, jolla muunnetaan tunnit sekunneiksi

sijoitetaan arvot kaavaan

$$q_v = 6150 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} / 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \approx 1,7 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (1)$$

$$q_v = 4150 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} / 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \approx 1,15 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad (1)$$

Tuloilmakoneiden lämmityspattereiden tehot lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\phi = q_v \times \rho \times c_i \times (T_s - T_u) \quad (2)$$

jossa

q_v = Ilmamäärä, m³/s

ρ = Ilman tiheys, kg/m³

c_i = Ilman ominaislämpökapasiteetti, kJ/kgK

$T_s - T_u$ = Sisä- ja ulkolämpötilojen lämpötilaero, K

sijoitetaan arvot kaavaan

$$\phi = 1,7 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1,0 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \times (18 - (-29))\text{K} \approx 95,9 \text{ kW} \quad (2)$$

$$\phi = 1,15 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \times 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1,0 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \times (18 - (-29))\text{K} \approx 64,9 \text{ kW} \quad (2)$$

Ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden tehot ovat tarkastettu Fläktwoods Oy:n Acon laskenta-ohjelmalla (kts. Liitteet 4 ja 5).

Lämmitystarveluvut 2011													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Vuosi
Maarianh amina	601	694	549	367	166	0	0	0	55	274	344	439	3489
Vantaa	694	792	584	305	91	0	0	0	52	291	383	463	3655
Helsinki	662	753	558	325	139	0	0	0	26	258	350	422	3493
Pori	683	749	567	360	132	0	0	0	50	300	368	474	3683
Turku	673	764	568	334	138	0	0	0	49	285	362	456	3629
Tampere	735	827	599	334	137	0	0	0	75	330	404	504	3945
Lahti	724	835	602	322	122	0	0	0	78	334	406	503	3926
Lappeenr anta	762	840	616	338	138	17	0	0	91	332	432	507	4073
Jyväskylä	775	901	640	356	192	17	0	5	137	359	446	528	4356
Vaasa	728	792	590	374	133	0	0	0	66	312	382	496	3873
Kuopio	813	927	638	370	148	7	0	0	123	354	457	527	4364
Joensuu	835	903	647	387	167	14	0	5	148	367	478	535	4486
Kajaani	848	995	669	410	194	15	0	34	172	386	491	554	4768
Oulu	820	933	653	420	182	8	0	17	145	367	455	537	4537
Sodankylä	942	1009	712	432	302	26	13	103	227	436	572	641	5415
Ivalo	910	980	702	440	300	65	45	134	218	434	563	646	5437

KUVA 15. Lämmitystarveluvut 2011 (Ilmatieteenlaitos, 2013)

Kun tiedetään tuloilmakoneiden Li-1 ja Li-2 käyttöajat 50 h/vko ja 42h/vko ja vuoden 2011 lämmitystarveluku S paikkakunnalla Tampere (kuva 15), saadaan energiankulutus laskettua seuraavalla kaavalla:

$$Q = \phi \times [(24 \times S) / (17^\circ\text{C} - T_u)] \quad (3)$$

jossa

Q = Energia, kWh

24 = Käyttöaika vuorokaudessa, h/d

S = Lämmitystarveluku, Kd

17°C = Tavoitelämpötila, °C

T_u = Mitoitava ulkolämpötila, °C

sijoitetaan arvot kaavaan

$$Q = 95,9 \text{ kW} \times \left[\left(\frac{50}{7} \text{ h/d} \times 3945 \text{ Kd} \right) / (18 - (-29)) \text{ K} \right] \approx 57496,3 \text{ kWh} \quad (3)$$

$$Q = 64,9 \text{ kW} \times \left[\left(\frac{42}{7} \text{ h/d} \times 3945 \text{ Kd} \right) / (18 - (-29)) \text{ K} \right] \approx 32684,7 \text{ kWh} \quad (3)$$

Tuloilmakoneiden vuosittainen energiankulutus on $57496,3 \text{ kWh} + 32684,7 \text{ kWh} = 90181 \text{ kWh} \approx 90,2 \text{ MWh}$.

3.3.2 Lämmin käyttövesi

Kiinteistön lämpimän käyttöveden energiankulutusta määrittäessä käytetään vuoden 2011 kulutustietoja (kts. Liite 2). Mitattu kulutus kuitenkin sisältää kaiken kiinteistöön tulevan veden, joten lämpimän veden kulutus tulee laskea. Kiinteistön veden kokonaiskulutuksesta saadaan lämpimän veden osuus käyttämällä kerrointa 0,4 (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012, 3.7.2). Laskenta tapahtuu seuraavalla kaavalla:

$$V_{lkv} = V \times 0,4 \quad (4)$$

jossa

V_{lkv} = Lämpimän käyttöveden kulutus, m^3

V = Veden kulutus, m^3

0,4 = kerroin, jolla saadaan lämpimän käyttöveden määrä kokonaiskulutuksesta, 40 %

Sijoitetaan arvot kaavaan

$$V_{lkv} = 199 \text{ m}^3 \times 0,4 = 79,6 \text{ m}^3 \quad (4)$$

Kun tiedetään lämpimän veden kulutus, saadaan laskettua energiankulutus (D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012, 3.7.1). Laskenta tapahtuu seuraavalla kaavalla:

$$Q_{lkv} = \rho_v \times c_{pv} \times V_{lkv} \times (T_{lkv} - T_{kv})/1000$$

jossa

Q_{lkv} = Lämpimän käyttöveden energian kulutus, MWh

ρ_v = Veden tiheys, kg/m³

c_{pv} = Veden ominaislämpökapasiteetti, kJ/(kgK)

V_{lkv} = Lämpimän käyttöveden kulutus, m³

$T_{lkv} - T_{kv}$ = Lämpimän ja kylmän käyttöveden lämpötilaero, K

1000 = kerroin, jolla saadaan MWh:a

Sijoitetaan arvot kaavaan

$$Q_{lkv} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}} \times 79,6\text{m}^3 \times 50\text{K}/1000 \approx 16,7\text{MWh}$$

3.3.3 Lämmitys

Lämmityksen energiankulutus saadaan selville kun vähennetään kokonais energiankulutuksesta ilmanvaihdon ja lämpimän käyttöveden osuudet 166,1 MWh - 90,2 MWh -

16,7 MWh = 59,2 MWh. Tämä laskukaava on perusteltu, sillä ilmanvaihdosta ja lämmityksestä käytövedestä tiedettiin arvoja, joilla voitiin riittävällä luotettavuudella laskea energiankulutukset.

Lämmityksestä ei ollut tiedossa muuta kuin kaukolämpökytkentäkaaviossa ilmoitettu lämmitystehon tarve patteriverkostolle (60 kW), joka ei riitä energiankulutuksen laskemiseen. Rakennuksesta ei ollut käytettävissä rakennetietoja, joiden avulla voitaisiin laskea ominaislämpöhäviöt, joita tarvitaan energiankulutuksen laskentaan. Energiankulutuksesta voidaan kuitenkin laskea sen tarvitsema huipputeho, jolla varmistutaan ettei energiaa ole kulunut enempää kuin siirrin pystyy tuottamaan, jolloin laskenta olisi tehty väärin.

Käytetään apuna kaavaa (3), johon sijoitetaan lämmitykseen kulunut energia, lämmitystarveluku, käyttöaika sekä lämpötilaero ja suoritetaan yksinkertainen jakolasku, jonka tuloksena saadaan lämmityksen huipputeho.

$$Q = \phi \times [(24 \times S)/(17^\circ\text{C} - T_u)] \rightarrow \phi = \frac{Q}{[(24 \times S)/(17^\circ\text{C} - T_u)]} \quad (5)$$

Sijoitetaan arvot kaavaan

$$\phi = \frac{59200 \text{ kWh}}{[(24 \text{ h/d} \times 3945 \text{ Kd})/(21 - (-29))\text{K}]} \approx 31,3 \text{ kW} \quad (5)$$

4 RATKAISUVAIHTOEHDOT

4.1 Yleistä

Ratkaisuissa käsitellään sovitusti vain ilmanvaihtojärjestelmään liittyviä korjaustoimenpiteitä, mukaanlukien uudet putkitukset ilmanvaihtokoneita varten. Peruskorjauksessa käsitellään yksinkertaisin vaihtoehto, joka hieman parantaa energiatehokkuutta mutta ei tuota kovinkaan mainittavia säästöjä käyttäjälle. Tämä on siis perustaso, johon pystytään vertaamaan muita ratkaisuja. Jokaisessa ratkaisussa sekä tulo- että poistoilmaventtiilit ja päätelaitteet uusitaan. Takkaimurit ja yleispoistopuhallin korvataan uusilla huippuimureilla.

4.2 Peruskorjaus

Tässä tapauksessa keskitytään kustannustehokkaaseen saneeraukseen, investoinnit minimoidaan ja tehdään vain välttämättömät korjaustoimenpiteet. Tarkoituksena on siis uusita nykyisen järjestelmän laitteisto tämän päivän tasolle. Kyseinen ratkaisu on investointina edullisin vaihtoehto, josta tarkemmin luvussa 5.

4.2.1 Toimenpiteet ja hyödyt

Lähtökohtana on nykyisen laitteiston uusiminen. Vanhat tuloilmakoneet ja poistopuhallimet korvataan uusilla, nykyaikaisilla koneilla. Molemmissa konehuoneissa tehdään tuloilmakoneille uudet putkikytkennät, jossa uusitaan samalla venttiilit ja pumput. Uudet tuloilmakoneet ovat liitteiden 4 ja 5 mukaiset, poistoilman puolelle asennetaan ROOFMASTER Eco EC huippuimurit (Fläktwoods, 2004). Koneet voivat olla myös jonkun muun laitetoimittajan, kunhan niiden todistetaan olevan ominaisuuksiltaan vähintään vastaavanlaiset ja täyttävän Suomen rakentamismääräyskokoelman D2 ja D3 vaatimukset.

Uusilla laitteilla taataan järjestelmän toimivuus tulevaisuudessa ja uuden automatiikan ansiosta säätäminen ja ohjaaminen helpottuvat merkittävästi nykyisestä. Uusien tuloilmakoneiden nykyaikaiset suodattimet takaavat paremman sisäilman laadun epäpuhtauksien osalta. Tuloilmakoneiden ja huippuimurien puhaltimet kuluttavat vähemmän sähköä kuin vanhat puhaltimet. Ilmanvaihdon lämmitysenergiaan ei tule muutoksia, sillä järjestelmässä ei ole lämmöntalteenottoa ja käyntiajat eivät muutu.

4.3 Lämmöntalteenotto glykolipattereihin

Tässä ratkaisussa tuloilmakoneisiin ja huippuimurien yhteyteen lisätään glykolipatterit, joilla saadaan järjestelmään lämmöntalteenotto. Glykolipattereiden lämpötilasuhde ei kuitenkaan ole kovin suuri (40 - 55 %) verrattuna levylämmönsiirtimeen (50 - 65 %) tai pyörivään lämmönsiirtimeen (70 - 85 %). Toisaalta vain patterit lisäämällä ei tarvita uusia tiloja ilmanvaihtokoneille, ainoastaan putkitukset joudutaan tekemään huippuimurien ja tuloilmakoneiden välille.

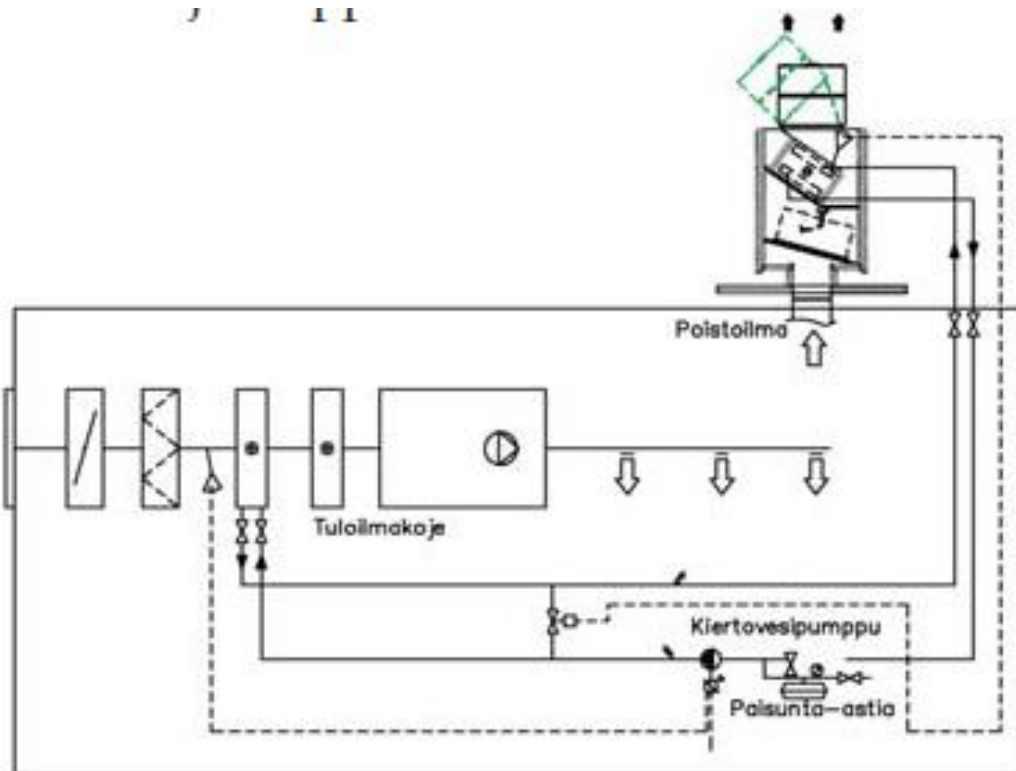
4.3.1 Toimenpiteet ja hyödyt

Toimenpiteenä tämä ratkaisu on hyvin samankaltainen kuin aiemmin kuvattu peruskorjaus. Tuloilmakoneet varustetaan glykolipattereihin, samoin huippuimurit. Huippuimureiden glykolipattereilta viedään eristetyt putket TK01:lle vesikaton alapuolella olevassa tilassa. TK02:lle putket viedään myös samassa tilassa sekä seinän vierellä koteloituina alas kerroksien läpi kellarin konehuoneeseen. Tuloilmakoneet ovat liitteiden 6 ja 7 mukaiset, poistopuolelle valitaan STEL huippuimurit (Fläktwoods, 2004). Kuten peruskorjauksen yhteydessä todettiin, koneet voivat olla muidenkin valmistajien, kunhan ne todetaan teknisten vaatimusten mukaisiksi.

Hyödyt ovat pääasiassa samat kuin peruskorjauksessakin. Tämän lisäksi lämmöntalteenotolla saadaan säästettyä energiaa. Liitteiden 6 ja 7 mukaisten ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden tehot ovat yhteensä 115,7 kW ja energiankulutus vuodessa on kaavan (3) mukaan 65,2 MWh. Ilman lämmöntalteenottoa kohdassa 3.3.1 lasketut tehot ovat yhteensä 160,8 kW ja vuotuinen energiankulutus 90,2 MWh. Tällä siis säästetään myös kaukolämmön energiamaksuissa.

4.3.2 Lämmöntalteenotto periaate

Nestekiertoisessa LTO-järjestelmässä kiertää yleensä kylmäaineena noin 30:nen % vahvuinen vesi-etyleeniglukoosiliuos. Poistoilmasta siirretään lämpöä tuloilmaan piirissä olevan pumpun avulla. Piiri varustetaan säätöventtiilillä, joka ohjaa liuoksen lämpötilaa, jottei siinä oleva vesi jäädy. Siirtimien toiminta perustuu höyrystin - lauhdutin periaatteeseen. Järjestelmä ei siirrä kosteutta. (Niittylahti Toni, 2010) Kuvassa 16 on esitetty Fläktwoods Oy:n STEL lämmöntalteenottoyksikön kytkentäkaavio vesi-glykoli-LTO-järjestelmästä.



KUVA 16. Vesi-glykoli-LTO-järjestelmä (Fläktwoods, 2004)

4.4 Regeneratiivinen lämmöntalteenotto tulo-poistoilmanvaihtokonein

Kyseinen ratkaisu on investointikustannuksiltaan selvästi kalliimpi kuin edelliset, johtuen lähinnä rakenteellisista muutoksista. Perus ajatuksena on korvata erilliset tuloilmakoneet ja poistoilmapuhaltimet tulo-poistoilmanvaihtokoneilla, jotka on varustettu LTO-roottoreilla. Ratkaisu vie jonkin verran tilaa, mutta lämmöntalteenoton lämpötilasuhde on erittäin hyvä, yleensä 70 - 85 %, joissain tapauksissa jopa enemmän. Nykyään myös ristivastavirtalämmönsiirtimillä on saavutettu lähes pyörivän lämmönsiirtimen veroisia lämpötilasuhteita. Tässä ratkaisussa kuitenkin pitäydytään käyttämään vain pyöriviä LTO-siirtimiä.



KUVA 17. Nykyinen ilmanvaihtokonehuone katolla (21.11.2012)

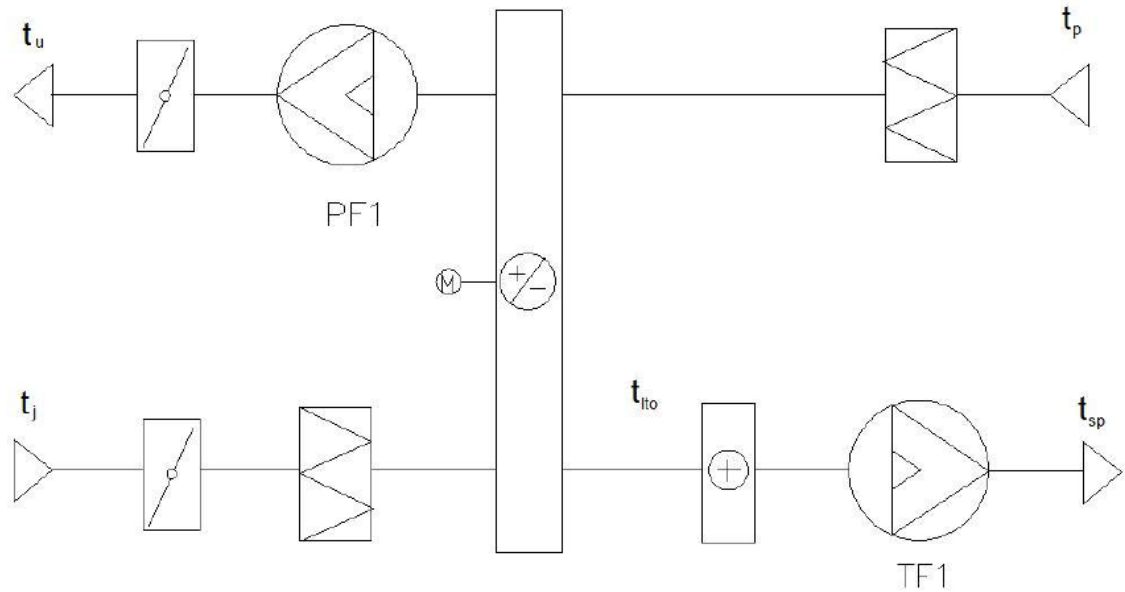
4.4.1 Toimenpiteet ja hyödyt

Rakennuksen katolla oleva kuvan 17 mukainen konehuone puretaan ja rakennetaan uusi tilavampi konehuone tilalle. Kellarin konehuoneessa oleva tuloilmakone putkikytkentöinen ja kanavineen puretaan. Uuteen katolle tulevaan konehuoneeseen sijoitetaan 2 tulo-poistoilmanvaihtokonetta pyörivillä lämmöntalteenottolaitteilla varustettuna. TK02:n tuloilman palvelualueiden kanavisto kanavoidaan ylös vesikaton alapuoleiseen tilaan, josta se viedään eristettynä konehuoneeseen. TK01:n tuloilman kanavointia ei tarvitse muuttaa kuin pelkästään konehuoneen osalta. Poistopuhaltimet puretaan ja kanavat viedään vesikaton alapuolella uuteen konehuoneeseen. Koneet ovat liitteiden 8 ja 9 mukaiset tai vastaavanlaiset, vaatimukset täyttävät ilmanvaihtokoneet.

Hyödyt ovat muuten vastaavanlaiset kuin edellisissä ratkaisussa, mutta lämmöntalteenoton lämpötilasuhteen ollessa parempi, säästetään enemmän energiaa ilmanvaihdon lämmityksessä ja sitä kautta myös kaukolämmön energiamaksuissa. Liitteiden 8 ja 9 mukaisten koneiden lämmityspattereiden yhteenlaskettu teho on 41,3 kW ja vuotuinen energiankulutus kaavan (3) mukaan 23,6 MWh. Ilman lämmöntalteenottoa lämmityspattereiden tehot ovat yhteensä 160,8 kW ja energiankulutus 90,2 MWh.

4.4.2 Lämmöntalteeotto periaate

Pyörivässä lämmönsiirtimessä lämmönsiirto tapahtuu kiekon välityksellä. Tulo- ja poistoilmavirrat virtaavat kiekon läpi vastavirtaperiaatteella ja pyöriessään kiekko siirtää lämpöenergiaa poistoilmasta tuloilmaan. Kiekon materiaalista riippuen se voi myös siirtää kosteutta. Kiekkoa pyörittävä moottori on yleensä taajuusmuuttajalla ohjattu. (Niitylähti Toni, 2010) Kuvassa 18 on yksinkertainen kytkentäkaavio pyörivästä lämmöntalteenottojärjestelmästä.



KUVA 18. Pyörivä LTO-järjestelmä (Niittylahti Toni, 2010)

4.5 Economizer

Tämän ratkaisun periaate on osittain samanlainen kuin lämmöntalteenotto glykolipatterein. Lämpöä ei kuitenkaan siirretä suoraan tuloilmaan patterin välityksellä, vaan se ajetaan sisäyksikön lämpöpumpun kautta energiavaraajaan. Tämä mahdollistaa lämmön hyödyntämisen myös vaihtoehtoisesti kiinteistön lämmitykseen ja samalla käyttöveden esilämmitykseen. Myös ilmanvaihdon lämmitykseen käytettynä voidaan talteenotettua lämpöä hyödyntää käyttöveden esilämmitykseen. Lämmöntalteenoton lämpötilasuhde on noin 60 %, joka on hieman parempi kuin yleisesti nestekiertoisessa LTO-järjestelmässä. Sisäyksikön lämpöpumpun COP eli lämpökerroin on yli 3. (Recair economizer, 2012)

4.5.1 Toimenpiteet ja hyödyt

Nykyiset tuloilmakoneet uusitaan liitteiden 4 ja 5 mukaisiksi tai vastaavanlaisiksi vaatimukset täyttäviksi koneiksi. Poistopuhaltimet puretaan ja kanavat kootaan vesikaton alapuolisessa tilassa yhteen kohtaan, jonka päälle asennetaan Economizer ulkoyksikkö. Ulkoyksikköön kuuluu EC-puhallin, lamellipatteri lämmöntalteenottoa varten, suodatin sekä järjestelmän tarvitsemat mittaus-, ohjaus- ja sähkölaitteet (Recair economizer,

2012). Ulkoyksiköltä viedään putket lämmönjakohuoneeseen, johon sijoitetaan sisäyksikkö ja energiavaraaja. Sisäyksikkö sisältää pumpun, kylmäpiirin ja kompressorin (Recair economizer, 2012). Varaajalta tehdään putkikytkennät joko kiinteistön tai ilmanvaihdon lämmityspiiriin paluuputkeen ja käyttöveden kaukolämpösiirtimen kylmän veden syöttöputkeen.

Hyödyt ovat sisäilman laadun suhteen samat kuin edellisissä ratkaisuissa. Talteenotetun energian hyödyntäminen on puolestaan huomattavasti monimuotoisempaa kuin muissa ratkaisuissa. Energiaa voidaan purkaa juuri sinne missä tarvetta on ja silloin kun tarvetta on, ilman että järjestelmä on edes päällä. Tällöin järjestelmästä saadaan älykkäästi ohjautuva ja säätyvä. Käyttövedtä voidaan esilämmittää myös kesällä. (Recair economizer, 2012)

4.5.2 Lämmöntalteenotto periaate

Lämmönsiirto poistoilmasta tapahtuu lamellipatterilla. Talteenotettu energia siirretään lämpöpumpulle, josta se edelleen siirretään energiavaraajaan. Varaajalta lämpöä voidaan jakaa kiinteistön tai ilmanvaihdon lämmitykseen sekä molemmissa tapauksissa myös käyttöveden esilämmitykseen. Järjestelmän kytkentäkaavio on esitetty liitteessä 11. Järjestelmä hyödyntää nestekiertoisen LTO-järjestelmän ja lämpöpumpun tekniikkaa.

5 SANEERAUKSEN KANNATTAVUUS

5.1 Lähtökohdat

Kannattavuuden perusteena käytetään remontista aiheutuvia kustannuksia, niiden takaisinmaksuaikoja sekä järjestelmän energiatehokkuutta ja sen kautta kaukolämmön energiamaksujen pienentymistä. Laitteiden toimintavarmuus sekä luotettavuus ovat myös huomioitavia asioita.

5.1.1 Energian hinta

Lähtökohtana laskennassa käytetään paikallisen kaukolämmön energian hintaa. Kohteen kaukolämmön toimittaa ja laskuttaa Tampereen Sähkölaitos. Liitteessä 10 olevan hinnaston mukaan kaukolämmön energiamaksun verollinen perushinta on 69,32 e/MWh. Tällä perusteella kiinteistön ja ilmanvaihdon lämmittäminen maksaa $69,32 \text{ e/MWh} * 166,1 \text{ MWh} \approx 11500 \text{ e}$. Laskennassa ei ole huomioitu mahdollista pienennystä kaukolämmön tilausvesivirrassa, joka pienentää perusmaksua, sillä saneerauksen yhteydessä kaukolämpölaitos laskee uuden tilausvesivirran vuoden mittaisen käyttöjakson seurannan perusteella.

5.1.2 Ilmanvaihdon hukkaenergia

Ilman lämmöntalteenottoa energiaa menee hukkaan juuri niin paljon kuin sisääntulevaa korvausilmaa joudutaan lämmittämään suhteessa poistoilman lämpötilaan. Jos korvausilma olisi saman lämpöistä sisäilman kanssa, hukkaenergiaa ei syntyisi. Tällöin ainoa energian kuluminen olisi ilmanvaihdon pyörittämiseen käytettävä sähkö. Sekään ei olisi tuolloin hukkaenergiaa, koska ilman täytyy vaihtua joka tapauksessa riittävän tehokkaasti, jotta oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan sille määritetyt vaatimukset. Kohdekiinteistön tapauksessa energiaa menee hukkaan kohdan 3.3.1 mukaan laskettuna 90,2 MWh vuodessa.

5.1.3 Energiatehokkuus

Kohteessa on paljon kehittämismahdollisuuksia. Pelkällä peruskorjauksella saadaan hieman vähennettyä lähinnä sähkön kulutusta, mutta muilla ratkaisuilla saadaan merkittäviäkin parannuksia energiatehokkuuteen. Jokaisella lämmöntalteenottojärjestelmällä säästetään vuodessa vähintään 25 MWh lämmitysenergiaa, joka on energiataloudellisesti jo kohtuullinen saavutus. Tämä tarkoittaa myös rahallisia käyttökulusäästöjä, joista tarkemmin seuraavassa osiossa.

5.2 Kustannukset ja takaisinmaksu ajat

Vaihtoehtojen kustannukset ovat arvioitu laitetoimittajien kokemusten perusteella. Investointikustannuksiin on sisällytetty sekä hankinta- että asennushinnat. Laskelmissa ei ole huomioitu purkukustannuksia eikä luvussa 4 mainittuja jokaiseen ratkaisuun sisältyviä remontteja. Kustannukset ja takaisinmaksuajat ovat esitetty taulukoissa 1 - 6.

5.2.1 Peruskorjaus

Peruskorjauksen yhteydessä asennettavien laitteiden hinnaksi tulee noin 32000 euroa (taulukko 1). Tässä yhteydessä takaisinmaksuaikaa ei käytännössä ole. Ilman merkittäviä energiansäästöjä tämä ratkaisu ei maksa itseään koskaan takaisin, kun tarkastellaan sitä pelkästään rahallisesti.

TAULUKKO 1. Peruskorjauksen kustannukset

Toimenpide	Hinta	Kpl	Yhteensä
Tuloilmakone	10000	2	20000
Huippuimuri	2000	6	12000
Yhteensä			32000

5.2.2 Lämmöntalteenotto glykolipattereihin

Tämän remontin investointikustannukset ovat noin 51000 euroa (taulukko 2). Lämmitysenergian säästö tällä ratkaisulla on 90,2 MWh – 65,2 MWh \approx 25 MWh vuodessa. Tämä kerrottuna kaukolämmön energiamaksulla saadaan 25 MWh * 69,32 e/MWh \approx 1733 e. Takaisinmaksuajaksi saadaan taulukon 5 mukaan noin 8,5 vuotta. Vertailun vuoksi ilman energian hintakehitystä ajaksi saadaan 19000 e / 1733 e \approx 11, eli noin 11 vuotta.

TAULUKKO 2. Lämmöntalteenotto glykolipattereihin kustannukset

Toimenpide	Hinta	Kpl	Yhteensä
Tuloilmakone glykolipatterilla	12000	2	24000
Huippuimuri glykolipatterilla	4500	4	18000
Huippuimuri	2000	2	4000
Putkitukset glykolipattereiden välillä	5000	1	5000
Yhteensä			51000
Lisäkustannus verrattuna peruskorjaukseen			19000

TAULUKKO 5. Takaisinmaksuaika lämmöntalteenotto glykolipattereihin

Aika	Vuosisäästö 6%:n hintakehityksellä	Glykolipatterit		Investointi	Erotus vuositasolla
		Vuosisäästön nykyarvo	Vuosisäästö yhteensä		
0				19000	
1	1819,65	1733	1819,65		-17180,35
2	1910,63	1733	3730,28		-15269,72
3	2006,16	1733	5736,45		-13263,55
4	2106,47	1733	7842,92		-11157,08
5	2211,80	1733	10054,71		-8945,29
6	2322,39	1733	12377,10		-6622,90
7	2438,51	1733	14815,61		-4184,39
8	2560,43	1733	17376,04		-1623,96
9	2688,45	1733	20064,49	TMA	1064,49
10	2822,87	1733	22887,36		3887,36

5.2.3 Regeneratiivinen lämmöntalteenotto tulo-poistoilmanvaihtokonein

Investointikustannuksia tähän ratkaisuun kertyy noin 70000 euroa (taulukko 3). Lämmitysenergian säästöä saadaan $90,2 \text{ MWh} - 23,6 \text{ MWh} \approx 66,6 \text{ MWh}$ vuodessa. Rahallisesti tämä tarkoittaa $66,6 \text{ MWh} * 69,32 \text{ e/MWh} \approx 4617 \text{ e}$. Takaisinmaksuaika on tälle ratkaisulle lyhin, hieman alle 7 vuotta (taulukko 6). Ilman energian hintakehitystä ajaksi saadaan $38000 \text{ e} / 4617 \text{ e} \approx 8$, eli siis noin 8 vuotta.

TAULUKKO 3. Lämmöntalteenotto pyörivillä lämmönsiirtimillä kustannukset

Toimenpide	Hinta	Kpl	Yhteensä
Tulo-poistoilmakone pyörivä LTO + kanavointi konehuoneessa	30000	1	30000
Huippuimuri	2000	2	4000
Uusi konehuone	30000	1	30000
Kanavointi konehuoneen ulkopuolella ja rakennuksessa	4000	1	4000
Raitis- ja jäteilmalaitteet	2000	1	2000
Yhteensä			70000
Lisäkustannus verrattuna peruskorjaukseen			38000

TAULUKKO 6. Takaisinmaksuaika lämmöntalteenotto pyörivillä lämmönsiirtimillä

Aika	Vuosisäästö 6%:n hintakehityksellä	Pyörivä LTO		Investointi	Erotus vuositasolla
		Vuosisäästön nykyarvo	Vuosisäästö yhteensä		
0				38000	
1	4847,85	4617	4847,85		-33152,15
2	5090,24	4617	9938,09		-28061,91
3	5344,75	4617	15282,85		-22717,15
4	5611,99	4617	20894,84		-17105,16
5	5892,59	4617	26787,43		-11212,57
6	6187,22	4617	32974,65		-5025,35
7	6496,58	4617	39471,24	TMA	1471,24
8	6821,41	4617	46292,65		8292,65
9	7162,48	4617	53455,13		15455,13
10	7520,61	4617	60975,74		22975,74

5.2.4 Economizer

Tämän ratkaisun investointikustannukset ovat kaikista suurimmat, ne kohoavat noin 90000:een euroon (taulukko 4). Laitevalmistaja on laskenut tälle ratkaisulle takaisinmaksuajaksi 15 – 16 vuotta, joka on selkeästi enemmän kuin muilla vaihtoehdoilla. Laskelma on myös tehty ilman tuloilmakoneita, joten investointikustannuksiin on sisällytetty vain economizer järjestelmän kustannukset. Tämä tarkoittaa, että takaisinmaksu-aika kasvaa vielä tuosta jonkin verran.

TAULUKKO 4. Economizer kustannukset

Toimenpide	Hinta	Kpl	Yhteensä
Tuloilmakone	10000	2	20000
Economizer järjestelmä	70000	1	70000
Yhteensä			90000
Lisäkustannus verrattuna peruskorjaukseen			58000

6 TEHOKKAIN RATKAISU

Parasta ratkaisua valittaessa tulee kiinnittää huomiota kiinteistön vaatimuksiin. Kuten luvussa 3 käy ilmi, rakennuksen käyttö painottuu vahvasti arkipäiville ja on viikoittain säännöllistä. Rakennuksessa ei ole toimintaa ilta- ja yöaikaan eikä viikonloppuisin. Tämä tarkoittaa että myös ilmanvaihto käy normaalisti vain edellä mainituilla ajoilla, muuna aikana se on minimissä. Rakennuksen lämmitys puolestaan on käytössä koko lämmityskauden ajan. Rakennuksessa on myös läpi kesän toimintaa, joten lämmintä käyttöä tarvitaan ympäri vuoden.

Investoinnin kertakustannusten kannalta paras ratkaisu olisi peruskorjaus, joka on vaihtoehtoista edullisin. Sen ongelma on kuitenkin energiatehottomuus eikä kyseinen ratkaisu maksa itseään koskaan takaisin. Kun lisätään mukaan nestekiertoinen lämmöntalteenotto, saadaan energiatehokkuutta hieman parannettua sekä järjestelmä maksaa itsensä takaisin oletettavasti alle 10:ssä vuodessa. Tässä tapauksessa on syytä miettiä, onko takaisinmaksuaika kuitenkin turhan pitkä ja sen jälkeen säästöt vuositason liian pienet.

Vaihtoehdossa 3 on lyhin takaisinmaksuaika, hieman alle 7 vuotta. Tämä tarkoittaa että se myös tuo eniten säästöä tulevaisuudessa. Kertakustannus on tässä ratkaisussa selvästi edellisiä suurempi, mutta niin on myös saavutettava hyötykin sekä rahallisesti että energiatehokkuuden kannalta. Energiaa säästetään aina kun ilmanvaihto on käynnissä ja säästöt ovat sitä suuremmat mitä enemmän ilmanvaihtoa tarvitaan. Kesällä säästöä ei saada, koska ilmaa ei tarvitse lämmittää. Toisaalta kesällä ei saada hyötyä aiemmista vaihtoehtoista.

Economizer järjestelmä on selvästi tulevaisuuden ratkaisu. Se edustaa melko uutta tekniikkaa ja sitä voidaan hyödyntää monipuolisesti eri tarpeisiin rakennuksessa. Tässä

kohteessa ongelmaksi muodostuu ilmanvaihdon käyttöajat. Koska ilmanvaihto on minimillä rakennuksen käyttöajan ulkopuolella, energiaa ei saada talteen juuri lainkaan. Näin on myös muiden ratkaisujen kanssa, mutta economizer häviää selkeästi talteenotetun energian määrässä pyörivällä LTO:lla varustetulle järjestelmälle. Vaikka sen etuna on talteenotetun energian monimuotoinen hyödyntäminen, se ei kuitenkaan paranna rakennuksen energiatehokkuutta yhtä paljon kuin pyörivällä LTO:lla varustettu järjestelmä.

Johtopäätöksenä voidaan todeta että pyörivällä LTO:lla varustettu järjestelmä on ratkaisuna energiatehokkain tämän rakennuksen tapauksessa. Tällä järjestelmällä on myös etuna toimintavarmuus, koska se on hyvin yleinen ja tekniikkana ollut käytössä jo vuosia. Lämpötilasuhdetta on parannettu merkittävästi vuosien saatossa, joka edelleen kertoo hyvästä energiatehokkuudesta. Valinta kohdistuu siis vaihtoehtoon 3, regeneratiivinen lämmöntalteenotto tulo-poistoilmanvaihtokonein.

7 YHTEENVETO

Tehtävä oli haasteellinen, lähinnä hieman karkeiden lähtötietojen takia. Sähkön kulutusta ei huomioitu kovinkaan merkittävästi, sillä sen taltioidut mittaukset sisälsivät kaiken kiinteistössä käytetyn sähköenergian. Toisaalta ratkaisuja tarkasteltiin lähinnä LVI-tekniikan kannalta. Lämpöenergian mittaus oli myös melko pelkistetty, mittaus suoritettiin vain kaukolämmön mittauskeskuksesta. Tästä johtuen tuli laskea kokonaisenergian kulutuksesta lämmitykseen, ilmanvaihtoon ja käyttöveden lämmitykseen kuluneet energiamäärät.

Ratkaisuvaihtoehdot tuli rajata toteutuskelpoisiin vaihtoehtoihin, jotta siitä on hyötyä rakennuksen käyttäjälle. Vaikka tämä hieman rajasikin innovointia, saatiin silti hyviä ratkaisumalleja aikaan. Ratkaisuista kaksi erottui selkeästi joukosta, regeneratiivisella lämmöntalteenotolla varustettu järjestelmä ja Economizer - järjestelmä. Valinta kohdistui lopulta regeneratiivisella LTO:lla varustettuun ratkaisuun. Tähän vaikutti talteenotetun energian määrä, josta johtuen Economizer - järjestelmälle tuli selvästi pidempi takaisinmaksuaika. Tämä tarkoittaa että taloudelliset säästöt jäävät pienemmäksi tulevaisuudessa. Jos käyttöajat olisivat huomattavasti pidempiä, niin tällöin Economizer voisi olla oikea valinta sillä se on suunniteltu pääasiassa asuinkerrostalojen saneerauksia varten.

Ilmanvaihdolla tulee tulevaisuudessa olemaan yhä suurempi merkitys sekä energiatehokkuuden että varsinkin sisäilman laadun ja tilojen viihtyvyyden kannalta. Tässä työssä ratkaisuksi valittu malli nostaa rakennuksen ilmanvaihdon nykypäivän tasolle kaikilla edellä mainituilla alueilla. Ilmanvaihtokoneissa on sähköä vähän kuluttavat ECMoottorit, tehokkaat suodattimet sekä regeneratiivinen lämmöntalteenotto, joka on tällä hetkellä tehokkain tapa ottaa lämpöä talteen ilmanvaihdon yhteydessä. Tämä ratkaisu tulee pitämään rakennuksen ilmanvaihdon toimivana ja riittävän energiatehokkaana laitteiden koko käyttöiän ajan.

LÄHTEET

D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma Rakennusten energiatehokkuus. 2/11 Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta, 2012.

Eilen, tänään ja huomenna. Öljykriisi. Luettu 23.2.2013.

<http://www.kolumbus.fi/webweaver/oil.html>

Energiateollisuus ry. EU-asiat. Luettu 25.2.2013. <http://energia.fi/eu-asiat/eun-energiapolitiikka>

Flätkwoods. 2004. Tuotteet.Flätkwoods puhaltimet. Huippuimurit. Luettu 25.2.2013.

<http://www.flaktwoods.fi/tuotteet/vs/flakt-woods-puhaltimet/huippuimurit/>

Helsingin energia. Tietoa kaukolämmön historiasta. Luettu 24.2.2013.

<http://www.helen.fi/yritys/klhistoria.html>

Helsingin kaupunki. Rakennusvalvontavirasto. Käsitteitä. Luettu 23.2.2013.

http://www.hel.fi/hki/Rakvv/fi/Rakentaminen+ja+luvat/Energiatehokas+Helsinki/K_sitt_eit

HSY. Vesihuolto.Veden kulutus. Luettu 24.2.2013.

<http://www.hsy.fi/vesi/kodinvesiasiat/Vedenkulutus/Sivut/default.aspx>

Ilmatieteenlaitos. 2013. Rakentaminen ja kiinteistönhuolto. Lämmitystarveluvut. Luettu

12.3.2013. <http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>

Korjaustieto.fi. Energiatehokkuus.Talon iän vaikutus. Luettu 23.2.2013.

<http://www.korjaustieto.fi/taloyhtiot/energiakorjaukset/energiankulutus-asuinkerrostalossa/paljonko-on-paljon-energiatehokkuus-eri-aikakausien-rakennuksissa.html>

LVI 01-10424 Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Talotekniikka. Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-Keskusliitto, 2008. 13-31 s.

Motiva. Koti ja asuminen. Energiatodistus. Luettu 23.2.2013.

http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiatodistus/

Niittylahti, T. 2010. Lämmöntalteenottolaitteiden tutkiminen Mikkelin ammattikorkeakoulun Savonniemen kampuksen matalaenergiarakennuksessa. Talotekniikan koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

PRKK. Tietopankki. Lämmitys ja LVIS-ratkaisut. Luettu 25.2.2013.

http://www.prkk.fi/files/pdf/2612/1_09vbkpientalon.pdf

Rakentamisen ja asumisen energianeuvonta. Materiaalipankki. Energiatehokkuus ja LVI-korjaukset. Luettu 24.2.2013.

http://neuvoo.fi/Portals/rane/files_materiaali/Energiatehokkuus%20ja%20LVI-korjaukset_Juha%20Brunnila.pdf

Recair economizer. 2012. Luettu 3.3.2013. <http://www.economizer.fi/recair-economizer>

Siren, J. isännöitsijä 2012. Peltolammin seurakuntakeskus. Sähköpostiviesti. [juk-ka.siren@evl.fi](mailto:jukka.siren@evl.fi). Luettu 28.11.2012.

Suomen terveysilma Oy. Miksi ilmanvaihto ei toimi? Luettu 24.2.2013. http://www.terveysilma.fi/index.php?browser_id=72

Suomen tuulivoimayhdistys Ry. Tuulivoima suomessa ja maailmalla. Historiaa. Luettu 25.2.2013. <http://www.tuulivoimatieto.fi/historiaa>

Tampereen Ev. Lut. seurakunnat. Koululaiset (7-14-vuotiaat). Iltapäiväkotien kokoon-
tumispaikat 2012-2013. Luettu 27.1.2013.
http://www.tampereenseurakunnat.fi/toimintaa/koululaiset_%287-14_-vuotiaat%29/iltapaivakoti/kokoontumispaikat

Tampereen Ev. Lut. seurakunnat. Peltolammin seurakuntakeskus. Luettu 27.1.2013.
http://www.tampereenseurakunnat.fi/kirkko_tampereella/kirkot_ ja_muut_tilat/tilahaku?acti-on=facilityitem&area=&community=&facility_id=62&facility_type=5&freetext=&roomsiz=

Tampereen Sähkölaitos. 2013. Kaukolämpö. Hinnastot ja sopimusehdot. Luettu 3.3.2013.
<https://www.tampereensahkolaitos.fi/kaukolampojaahdytysjamaakaasu/kaukolampo/hinnastotjasopimusehdot/Sivut/default.aspx#.UTUIajccOQE>

Tekes. Uutiset. Rakennusten energiankulutus ja päästövaikutukset kuriin uudella laskentamallilla. Luettu 23.2.2013.
<http://www.tekes.fi/fi/community/a/404/b/1325?name=Rakennusten+energiankulutus+j+a+paastovaikutukset+kuriin+uudella+laskentamallilla>

Teknologiategollisuus ry. Palvelut. Yritysesimerkkejä. Oras ekotehokas tuote. Luettu 24.2.2013. http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=hanat%2090-lu-ku&source=web&cd=2&ved=0CDMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.teknologiategollisuus.fi%2Ffile%2F10811%2FOras_ekotehokas_tuote.pdf.html&ei=uHcqUZ2YBYOYtQaN34HoCg&usg=AFQjCNEiE4a6dMWEeJsHJY-jAngRLb2bwQ&cad=rja

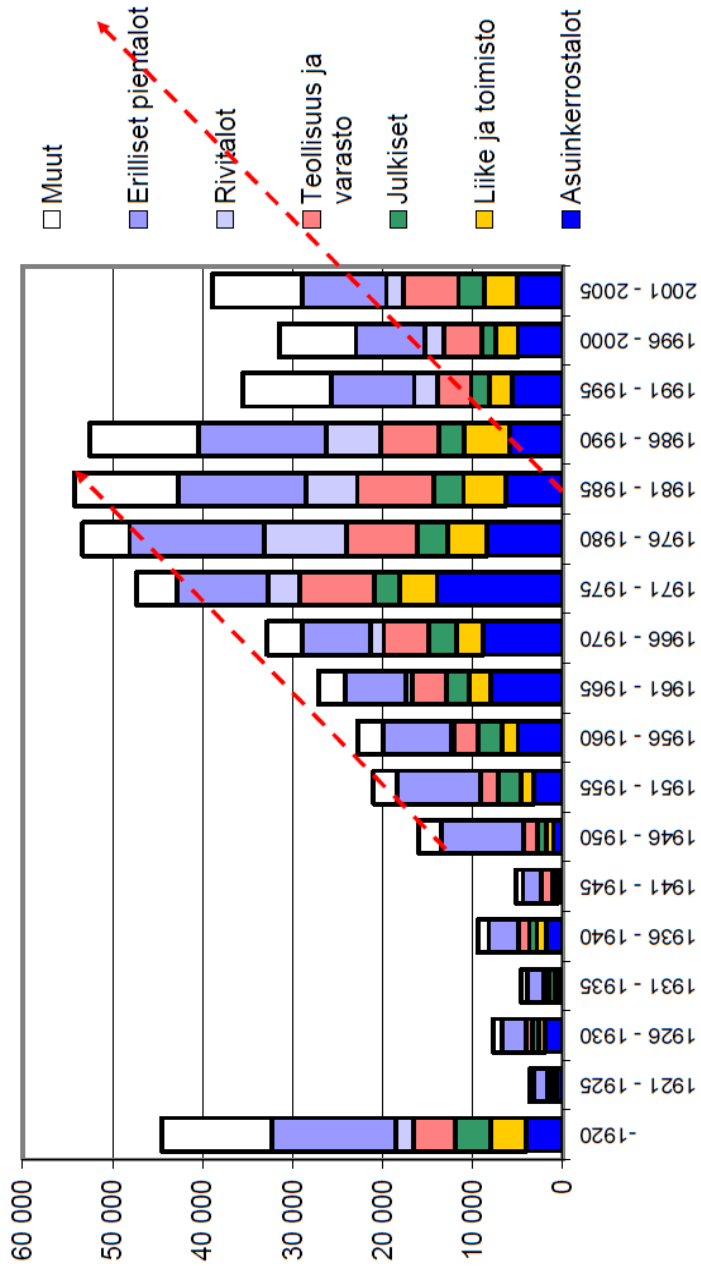
VTT. Uutiset. 2010. VTT: Suomessa rakennetaan edelleen liian vähän uusia asuntoja. Luettu 24.2.2013. <http://www.vtt.fi/news/>

Ympäristöministeriö. Maankäyttö ja rakentaminen. Energia- ja ekotehokkuus. Luettu 25.2.2013. <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=141675&lan=fi>

LIITTEET

Liite 1. Rakennuskannan kerrosala

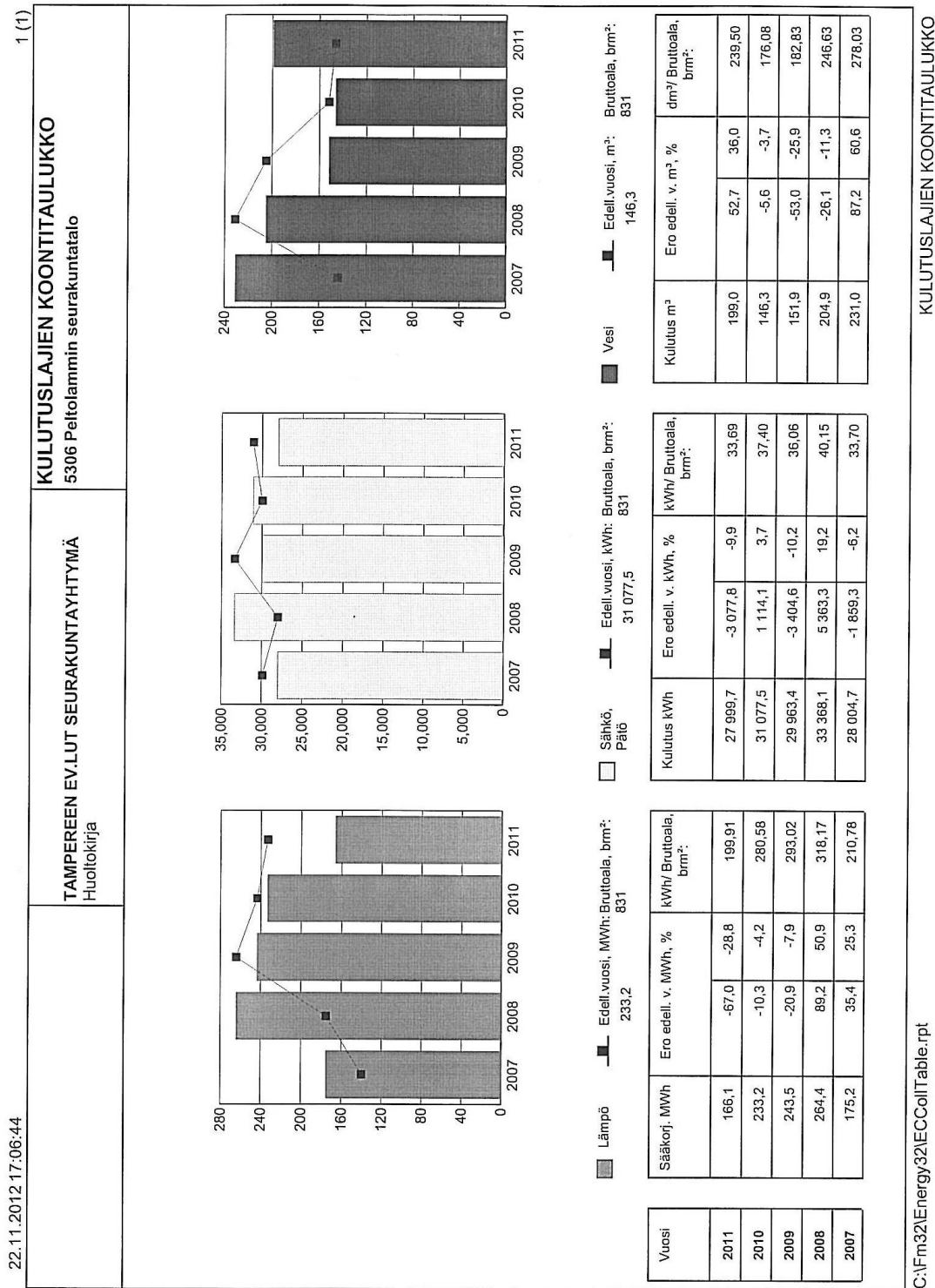
Rakennuskannan kerrosala rakennusten valmistusajankohdan mukaan, yhteensä 510 milj.m² vuonna 2005



Suomen rakennuskanta on tulossa korjausikään => korjaustarve kasvaa

(VTT, 2010)

Liite 2. Peltolammin SRK:n energiankulutukset 2007 - 2011



(Siren, J. 2012)

Liite 3. Peltolammin SRK:n energiankulutukset 2011

22.11.2012 17:07:42 1 (1)

TAMPEREEN EV.LUT SEURAKUNTAYHTYMÄ Huoltokirja		KULUTUSLAJIEN KOONTITAUJUKKO 5306 Peltolammin seurakuntatalo Käyttötarkoitukseluokka:																																																																																																																
Bruttoala, brm ² : 831,0	Lämpö	Bruttoala, brm ² : 831,0	Vesi																																																																																																															
	Sääkorj. MWWh		Sääkorj. Päätö																																																																																																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Sääkorj. MWWh</th> <th colspan="2">Lämpö</th> <th colspan="2">Sähkö, Päätö</th> <th colspan="2">Vesi</th> </tr> <tr> <th>Sääkorj. edell. vuosi MWWh</th> <th>Ero edell. v. %</th> <th>Kulutus kWh</th> <th>Ero edell. v. %</th> <th>Kulutus m³</th> <th>Ero edell. v. %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>26,7</td> <td>34,1</td> <td>-21,6</td> <td>2 962,7</td> <td>2 895,6</td> <td>16,7</td> <td>13,6</td> </tr> <tr> <td>28,3</td> <td>57,4</td> <td>-50,7</td> <td>2 699,4</td> <td>3 974,6</td> <td>15,9</td> <td>6,9</td> </tr> <tr> <td>23,6</td> <td>35,4</td> <td>-33,4</td> <td>3 103,7</td> <td>2 974,6</td> <td>20,7</td> <td>21,5</td> </tr> <tr> <td>13,7</td> <td>24,2</td> <td>-43,7</td> <td>1 663,5</td> <td>2 906,3</td> <td>16,0</td> <td>16,2</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>10,1</td> <td>-26,0</td> <td>1 364,0</td> <td>2 147,9</td> <td>4,7</td> <td>10,5</td> </tr> <tr> <td>2,2</td> <td>2,2</td> <td>1,4</td> <td>1 055,7</td> <td>1 266,5</td> <td>28,8</td> <td>6,0</td> </tr> <tr> <td>1,4</td> <td>1,3</td> <td>6,3</td> <td>2 223,9</td> <td>1 468,4</td> <td>13,1</td> <td>1,3</td> </tr> <tr> <td>1,3</td> <td>2,2</td> <td>-41,4</td> <td>2 027,9</td> <td>2 281,7</td> <td>2,4</td> <td>11,2</td> </tr> <tr> <td>7,2</td> <td>9,3</td> <td>-23,3</td> <td>1 997,8</td> <td>2 837,6</td> <td>17,7</td> <td>16,8</td> </tr> <tr> <td>15,8</td> <td>12,4</td> <td>27,2</td> <td>3 522,1</td> <td>2 990,4</td> <td>14,8</td> <td>16,9</td> </tr> <tr> <td>17,9</td> <td>15,8</td> <td>13,3</td> <td>3 198,4</td> <td>2 895,3</td> <td>12,1</td> <td>15,7</td> </tr> <tr> <td>20,6</td> <td>28,6</td> <td>-27,9</td> <td>2 180,4</td> <td>2 338,6</td> <td>36,3</td> <td>9,7</td> </tr> <tr> <td>Yhteensä:</td> <td>166,1</td> <td>233,2</td> <td>27 999,7</td> <td>31 077,5</td> <td>199,0</td> <td>146,3</td> </tr> <tr> <td>Ennuste:</td> <td>166,1</td> <td></td> <td>27 999,7</td> <td></td> <td>199,0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Sääkorj. MWWh	Lämpö		Sähkö, Päätö		Vesi		Sääkorj. edell. vuosi MWWh	Ero edell. v. %	Kulutus kWh	Ero edell. v. %	Kulutus m ³	Ero edell. v. %	26,7	34,1	-21,6	2 962,7	2 895,6	16,7	13,6	28,3	57,4	-50,7	2 699,4	3 974,6	15,9	6,9	23,6	35,4	-33,4	3 103,7	2 974,6	20,7	21,5	13,7	24,2	-43,7	1 663,5	2 906,3	16,0	16,2	7,5	10,1	-26,0	1 364,0	2 147,9	4,7	10,5	2,2	2,2	1,4	1 055,7	1 266,5	28,8	6,0	1,4	1,3	6,3	2 223,9	1 468,4	13,1	1,3	1,3	2,2	-41,4	2 027,9	2 281,7	2,4	11,2	7,2	9,3	-23,3	1 997,8	2 837,6	17,7	16,8	15,8	12,4	27,2	3 522,1	2 990,4	14,8	16,9	17,9	15,8	13,3	3 198,4	2 895,3	12,1	15,7	20,6	28,6	-27,9	2 180,4	2 338,6	36,3	9,7	Yhteensä:	166,1	233,2	27 999,7	31 077,5	199,0	146,3	Ennuste:	166,1		27 999,7		199,0	
Sääkorj. MWWh	Lämpö		Sähkö, Päätö		Vesi																																																																																																													
	Sääkorj. edell. vuosi MWWh	Ero edell. v. %	Kulutus kWh	Ero edell. v. %	Kulutus m ³	Ero edell. v. %																																																																																																												
26,7	34,1	-21,6	2 962,7	2 895,6	16,7	13,6																																																																																																												
28,3	57,4	-50,7	2 699,4	3 974,6	15,9	6,9																																																																																																												
23,6	35,4	-33,4	3 103,7	2 974,6	20,7	21,5																																																																																																												
13,7	24,2	-43,7	1 663,5	2 906,3	16,0	16,2																																																																																																												
7,5	10,1	-26,0	1 364,0	2 147,9	4,7	10,5																																																																																																												
2,2	2,2	1,4	1 055,7	1 266,5	28,8	6,0																																																																																																												
1,4	1,3	6,3	2 223,9	1 468,4	13,1	1,3																																																																																																												
1,3	2,2	-41,4	2 027,9	2 281,7	2,4	11,2																																																																																																												
7,2	9,3	-23,3	1 997,8	2 837,6	17,7	16,8																																																																																																												
15,8	12,4	27,2	3 522,1	2 990,4	14,8	16,9																																																																																																												
17,9	15,8	13,3	3 198,4	2 895,3	12,1	15,7																																																																																																												
20,6	28,6	-27,9	2 180,4	2 338,6	36,3	9,7																																																																																																												
Yhteensä:	166,1	233,2	27 999,7	31 077,5	199,0	146,3																																																																																																												
Ennuste:	166,1		27 999,7		199,0																																																																																																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Ominaiskulutus: 199,9 kWh/Bruttoala, brm²</th> <th colspan="2">33,7 kWh/Bruttoala, brm²</th> <th colspan="2">239,5 dm³/Bruttoala, brm²</th> </tr> <tr> <th colspan="6">Vertailuarvo:</th> </tr> </thead> </table>				Ominaiskulutus: 199,9 kWh/Bruttoala, brm ²		33,7 kWh/Bruttoala, brm ²		239,5 dm ³ /Bruttoala, brm ²		Vertailuarvo:																																																																																																								
Ominaiskulutus: 199,9 kWh/Bruttoala, brm ²		33,7 kWh/Bruttoala, brm ²		239,5 dm ³ /Bruttoala, brm ²																																																																																																														
Vertailuarvo:																																																																																																																		

Liite 4. TK01 Tuloilmakone

1(2)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01193746	
Kone	1 () / TK01	2013-03-11
Konekoko	032	Sivu 1

TEKNINEN ERITTELY
 (toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

TULOILMA
Liitântäkehys

Mitoitettava painehäviö	1 Pa
Vaipan päätyseinä	
Pelti	
Leveys cm : 140	
Korkeus cm : 080	
Tiiviysluokka: CEN 3	
Liitântä: PG työntöliitaliitos	
Toiminto: Ulkoilma	
Sijainti: Päädyssä ulkopuolella	
Peltityyppi: 200 mm säleet	
Materiaali: Sinkitty teräs	

Suodatin

Konekoko: 032	
Suodatinluokka: F7	
Suodattimen tyyppi: Lasikuitu (poistunut valikoimasta)	
Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit	
Suodatinpussin kehys: Sinkitty teräs	
Liitântä: Vakioliitântä osan päädyssä	
Rakenne: Alipaineelle	
Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs	
Huoltopuoli: Oikea	
Suodatinpussien koot	4x392x792
Alkupainehäviö	57 Pa
Mitoitettava painehäviö	107 Pa
Loppupainehäviö	157 Pa
Suodattimen otsapinta	1,3 m ²
Otsapintanopeus	1,4 m/s

Ilmanlämmitin, vesi

Tehovaihtoehto: 2	
Lamellirunko: Cu/Al	
Lamellijako: 2 mm	
Vesireitit: 04	
Rakenne: Yhtenäinen lamellirunko	
Kehysosat: Sinkitty teräs	
Liitântäpuoli: Oikea	
Putkikoko	32
Mitoitettava painehäviö	17 Pa
Mitoituspisteen teho	95,8 kW
Ilman lämpötila	-29 / 17,6 °C
Otsapintanopeus	1,1 m/s
Vesitilavuus	11,9 l
Lämmittimen säätötapa	Mitoitus ilman pumppuryhmää
Veden lämpötila	60 / 40 °C
Vesivirta	1,18 l/s
Veden nopeus	0,7 m/s
Vesipuolen painehäviö	9,3 kPa



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01193746	
Kone	1 () / TK01	2013-03-11
Konekoko	032	Sivu 2

Rakenneosa

Konekoko: 032
Pituus: 020
Huoltoapuoli: Oikea

Kammio puhallin Centriflow Plus

Konekoko: 032
Puhallinkoko: 2
Varustelu: Ilmavirran mittausanturi
Tärinänvaimentimet: Kumi
Puhaltimen sijoitus: Tuloilma
Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, kanavaan
Materiaali: Sinkitty teräs
Huoltoapuoli: Oikea

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	1055 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	75,9 %
Kokonaishyötysuhde	60,2 %
Paineenkorotus	341 Pa
Puhaltimen akseliteho	0,788 kW
Sähkön ottoteho	0,994 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,5 °C

SFP-laskenta

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	0,83 kW
Paineenkorotus	288 Pa
Pyörimisnopeus	980 Rpm

Moottori

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY	
Moottorikämmityksen ylläampösuoja: termistori	
Merkki/malli: Fläkt Woods IE2	
Hyötysuhde	84,3 %
Pyörimisnopeus	1450 Rpm
Moottorin nimellisteho	2,2 kW
Nimellisvirta	4,7 A
Napaluku	4
Haluttu tehoreservi vähintään	10,0 %

Taajuusmuuttaja

Hyötysuhde	94,1 %
Toimintapisteen taajuus	36 Hz
Maksimi taajuus	50,3 Hz
Maksimi pyörimisnopeus	1458 Rpm

Moottoritarvikkeet

Moottori: 1-nopeus
Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna
Liitäntätarvikkeet: Turvakytin
Tyyppi: Vakio
Kaapelin pituus: 356
Jännite: 3x400 VAC

Liite 5. TK02 Tuloilmakone

1(2)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01196285	
Kone	4 () / TK02	2013-03-11
Konekoko	020	Sivu 1

TEKNINEN ERITTELY
(toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

TULOILMA**Liitântäkehys**

Mitoittava painehäviö	2 Pa
Vaipan päätyseinä	
Pelti	
Leveys cm : 080	
Korkeus cm : 080	
Tiivysluokka: CEN 3	
Liitântä: PG työntölistaliitos	
Toiminto: Ulkoilma	
Sijainti: Päädyssä ulkopuolella	
Peltityyppi: 200 mm säleet	
Materiaali: Sinkitty teräs	

Suodatin

Konekoko: 020	
Suodatinluokka: F7	
Suodattimen tyyppi: Lasikuitu (poistunut valikoimasta)	
Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit	
Suodatinpussin kehys: Sinkitty teräs	
Liitântä: Vakioliitântä osan päädyssä	
Rakenne: Alipaineelle	
Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs	
Huoltoapuoli: Oikea	
Alkupainehäviö	81 Pa
Mitoittava painehäviö	111 Pa
Loppupainehäviö	181 Pa
Suodattimen otsapinta	0,8 m ²
Otsapintanopeus	1,5 m/s

Ilmanlämmitin, vesi

Tehovaihtoehto: 2	
Lamellirunko: Cu/Al	
Lamellijako: 2 mm	
Vesireitit: 08	
Rakenne: Yhtenäinen lamellirunko	
Kehysosat: Sinkitty teräs	
Liitântäapuoli: Oikea	
Putkikoko	32
Mitoittava painehäviö	21 Pa
Mitoituspisteen teho	64,3 kW
Ilman lämpötila	-29 / 17,3 °C
Otsapintanopeus	1,3 m/s
Vesitulavuus	8,1 l
Lämmittimen säätötapa	Mitoitus ilman pumppuryhmää
Veden lämpötila	60 / 43,8 °C
Vesivirta	0,98 l/s
Veden nopeus	0,8 m/s
Vesipuolen painehäviö	9,2 kPa

2(2)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01196285	
Kone	4 () / TK02	2013-03-11
Konekoko	020	Sivu 2

Rakenneosa

Konekoko: 020
Pituus: 015
Huolto puoli: Oikea

Kammio puhallin Centriflow Plus

Konekoko: 020
Puhallinkoko: 2
Varustelu: Ilmavirran mittausanturi
Tärinänvaimentimet: Kumi
Puhaltimen sijoitus: Tuloilma
Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, kanavaan
Materiaali: Sinkitty teräs
Huolto puoli: Oikea

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	1786 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	73,2 %
Kokonaishyötysuhde	57,3 %
Paineenkorotus	407 Pa
Puhaltimen akseliteho	0,66 kW
Sähkön ottoteho	0,844 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,6 °C

SFP-laskenta

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	0,726 kW
Paineenkorotus	353 Pa
Pyörimisnopeus	1685 Rpm

Moottori

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY
Moottorikäämityksen yllilämpösuoja: termistori
Merkki/malli: Fläkt Woods IE2

Hyötysuhde	82,8 %
Pyörimisnopeus	1450 Rpm
Moottorin nimellisteho	1,5 kW
Nimellisvirta	3,3 A
Napaluku	4
Haluttu tehoreservi vähintään	10,0 %

Taajuusmuuttaja

Hyötysuhde	94,5 %
Toimintapisteen taajuus	62 Hz
Maksimi taajuus	79,1 Hz
Maksimi pyörimisnopeus	2294 Rpm

Moottoritarvikkeet

Moottori: 1-nopeus
Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna
Liitäntätarvikkeet: Turvakytin
Tyyppi: Vakio
Kaapelin pituus: 308
Jännite: 3x400 VAC

Liite 6. TK01 Tuloilmakone nestekiertoisella lämmöntalteenotolla

1(3)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01196099	
Kone	2 (TK01) / Kattokone_Glygoli	2013-03-11
Konekoko	027	Sivu 1

TEKNINEN ERITTELY

(toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

TULOILMA

Peltiosa

Mitoittava painehäviö

2 Pa

Vaipan päätyseinä

Pelti

Leveys cm : 110

Korkeus cm : 080

Tiiviyyluokka: CEN 3

Liitântä: Laippa

Toiminto: Ulkoilma

Sijainti: Päädyssä sisäpuolella

Peltityyppi: 200 mm säleet

Materiaali: Sinkitty teräs

Rakenneosia

Konekoko: 027

Pituus: 030

Huolto-ovi: Ovella

Huoltoapuoli: Oikea

Suodatin

Konekoko: 027

Suodatinluokka: F7

Suodattimen tyyppi: Lasikuitu (poistunut valikoimasta)

Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit

Suodatinpussin kehys: Sinkitty teräs

Liitântä: Vakioliitântä osan päädyssä

Rakenne: Alipaineelle

Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs

Huoltoapuoli: Oikea

Alkupainehäviö

69 Pa

Mitoittava painehäviö

119 Pa

Loppupainehäviö

169 Pa

Suodattimen otsapinta

1,1 m²

Otsapintanopeus

1,6 m/s

2(3)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01198099	
Kone	2 (TK01) / Kattokone_Glygoli	2013-03-11
Konekoko	027	Sivu 2

Nestekiertoainen lämmönsiirrin ECOTERM

Konekoko: 027				
Toiminto: tuloilma, lämmitin				
Tehovaihtoehto: 1				
Rakenne: Vakio otsapinta				
Lamellijako: 2 mm				
Vesireitit: 28				
Materiaali, lamellirunko: Cu/Al				
Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs				
Liitäntäpuoli: Oikea				
Vesitilavuus	18,0 l			
Putkikoko	25			
Mitoittava painehäviö	54 Pa			
Ilman lämpötila	-29 / -12,8 °C			
Suhteellinen kosteus	90 / 18,8 %			
Nesteen lämpötila	9,4 / -13,7 °C			
Vesipuolen painehäviö	69,2 kPa			
Vesivirta	0,49 l/s			
Otsapintanopeus	1,4 m/s			
Hyötysuhde	30,0 %			
Etyleeniglykoli	30 %			
Huurtumisen eston aikana				
Huurtumisen estämiseksi rajoitetaan lämmöntalteenottoa ja hyötysuhteen annetaan pudota kun ulkolämpötila alittaa	-15,6 °C			
Nestepuolen anturiin asetettava lämpötila on	-5,1 °C			
Tehotiedot ilman huurtumisen estoa				
Lämpötila sisään	-29	-5	0	5 °C
Lämpötila ulos	-8,7	6,7	10	13,1 °C
Hyötysuhde	37,6	39,0	39,9	40,4 %
Teho	41,7	24	20,5	16,6 kW

Ilmanlämmitin, vesi

Tehovaihtoehto: 2	
Lamellirunko: Cu/Al	
Lamellijako: 2 mm	
Vesireitit: 04	
Rakenne: Yhtenäinen lamellirunko	
Kehysosat: Sinkitty teräs	
Liitäntäpuoli: Oikea	
Putkikoko	32
Mitoittava painehäviö	25 Pa
Mitoituspisteen teho	72,5 kW
Ilman lämpötila	-17,8 / 17,4 °C
Otsapintanopeus	1,5 m/s
Vesitilavuus	10,2 l
Lämmittimen säätötapa	Mitoitus ilman pumppuryhmää
Veden lämpötila	60 / 40 °C
Vesivirta	0,89 l/s
Veden nopeus	0,5 m/s
Vesipuolen painehäviö	4,7 kPa

Rakenneosa

Konekoko: 027
Pituus: 020
Huolto puoli: Oikea

3(3)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01198099	
Kone	2 (TK01) / Kattokone_Glygoli	2013-03-11
Konekoko	027	Sivu 3

Kammiopuhallin Centriflow Plus

Konekoko: 027

Puhallinkoko: 2

Varustelu: Ilmavirran mittausanturi

Tärinävaimentimet: Kumi

Puhaltimen sijoitus: Tuloilma

Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, kanavaan

Materiaali: Sinkitty teräs

Huoltopuoli: Oikea

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	1404 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	76,1 %
Kokonaishyötysuhde	61,5 %
Paineenkorotus	471 Pa
Puhaltimen akseliteho	1,09 kW
Sähkön ottoteho	1,34 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,6 °C

SFP-laskenta

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	1,15 kW
Paineenkorotus	414 Pa
Pyörimisnopeus	1320 Rpm

Moottori

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY

Moottorikäälityksen yllilämpösuoja: termistori

Merkki/malli: Fläkt Woods IE2

Hyötysuhde	84,3 %
Pyörimisnopeus	1450 Rpm
Moottorin nimellisteho	2,2 kW
Nimellisvirta	4,7 A
Napaluku	4
Haluttu tehoreservi vähintään	10,0 %

Taajuusmuuttaja

Hyötysuhde	95,9 %
Toimintapisteen taajuus	48 Hz
Maksimi taajuus	51,3 Hz
Maksimi pyörimisnopeus	1487 Rpm

Moottoritarvikkeet

Moottori: 1-nopeus

Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna

Liitäntätarvikkeet: Turvakytkin

Tyyppi: Vakio

Kaapelin pituus: 308

Jännite: 3x400 VAC

Liite 7. TK02 Tuloilmakone nestekiertoisella lämmöntalteenotolla

1(3)

**ILMANKÄSITTELYKONE eQ**

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01198260	
Kone	3 (TK02) / Kellarikone_Glygoli	2013-03-11
Konekoko	018	Sivu 1

TEKNINEN ERITTELY

(toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

TULOILMA**Peltiosa**

Mitoittava painehäviö

2 Pa

Vaipan päätyseinä**Pelti**

Leveys cm : 110

Korkeus cm : 050

Tiiviyysluokka: CEN 3

Liitântä: Laippa

Toiminto: Ulkoilma

Sijainti: Päädyssä sisäpuolella

Peltityyppi: 100 mm säleet

Materiaali: Sinkitty teräs

Rakenneosa

Konekoko: 018

Pituus: 030

Huolto-ovi: Ovella

Huolto puoli: Oikea

Suodatin

Konekoko: 018

Suodatinluokka: F7

Suodattimen tyyppi: Lasikuitu (poistunut valikoimasta)

Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit

Suodatinpussin kehys: Sinkitty teräs

Liitântä: Vakioliitântä osan päädyssä

Rakenne: Alipaineelle

Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs

Huolto puoli: Oikea

Suodatinpussien koot

2x592x592

Alkupainehäviö

70 Pa

Mitoittava painehäviö

120 Pa

Loppupainehäviö

170 Pa

Suodattimen otsapinta

0,7 m²

Otsapintanopeus

1,7 m/s

2(3)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01196260	
Kone	3 (TK02) / Kellarikone_Glygoli	2013-03-11
Konekoko	018	Sivu 2

Nestekiertoinen lämmönsiirrin ECOTERM

Konekoko: 018				
Toiminto: tuloilma, lämmitin				
Tehovaihtoehto: 1				
Rakenne: Vakio otsapinta				
Lamellijako: 2 mm				
Vesireitit: 24				
Materiaali, lamellirunko: Cu/Al				
Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs				
Liitäntäpuoli: Oikea				
Vesitilavuus				13,0 l
Putkikoko				25
Mitoitettava painehäviö				53 Pa
Ilman lämpötila				-29 / -8,3 °C
Suhteellinen kosteus				90 / 12,6 %
Nesteen lämpötila				10,6 / -10,8 °C
Vesipuolen painehäviö				69,2 kPa
Vesivirta				0,41 l/s
Otsapintanopeus				1,4 m/s
Hyötysuhde				38,3 %
Etyleeniglykoli				30 %
Tehotiedot ilman huurtumisen estoa				
Lämpötila sisään	-29	-5	0	5 °C
Lämpötila ulos	-6,1	8,3	11,2	14,1 °C
Hyötysuhde	42,5	44,4	44,9	45,4 %
Teho	31,8	18,5	15,6	12,6 kW

Ilmanlämmitin, vesi

Tehovaihtoehto: 2				
Lamellirunko: Cu/Al				
Lamellijako: 2 mm				
Vesireitit: 04				
Rakenne: Yhtenäinen lamellirunko				
Kehysosat: Sinkitty teräs				
Liitäntäpuoli: Oikea				
Putkikoko				32
Mitoitettava painehäviö				27 Pa
Mitoituspisteen teho				42,6 kW
Ilman lämpötila				-13,3 / 17,4 °C
Otsapintanopeus				1,6 m/s
Vesitilavuus				6,5 l
Lämmittimen säätötapa				Mitoitus ilman pumppuryhmää
Veden lämpötila				60 / 40 °C
Vesivirta				0,53 l/s
Veden nopeus				0,5 m/s
Vesipuolen painehäviö				2,6 kPa

Rakenneosa

Konekoko: 018
Pituus: 015
Huolto puoli: Oikea

3(3)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01196260	
Kone	3 (TK02) / Kellarikone_Glygoli	2013-03-11
Konekoko	018	Sivu 3

Kammiopuhallin Centriflow Plus

Konekoko: 018

Puhallinkoko: 2

Varustelu: Ilmavirran mittausanturi

Tärinänvaimentimet: Kumi

Puhaltimen sijoitus: Tuloilma

Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, kanavaan

Materiaali: Sinkitty teräs

Huoltopuoli: Oikea

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	1863 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	74,1 %
Kokonaishyötysuhde	56,8 %
Paineenkorotus	475 Pa
Puhaltimen akseliteho	0,761 kW
Sähkön ottoteho	0,993 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,7 °C

SFP-laskenta

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	0,85 kW
Paineenkorotus	418 Pa
Pyörimisnopeus	1750 Rpm

Moottori

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY

Moottorikäämityksen ylälämpösuoja: termistori

Merkki/malli: Fläkt Woods IE2

Hyötysuhde
 81,4 % |
Pyörimisnopeus
 1435 Rpm |
Moottorin nimellisteho
 1,1 kW |
Nimellisvirta
 2,5 A |
Napaluku
 4 |
Haluttu tehoreservi vähintään
 10,0 % |

Taajuusmuuttaja

Hyötysuhde
 94,2 % |
Toimintapisteen taajuus
 65 Hz |
Maksimi taajuus
 72,1 Hz |
Maksimi pyörimisnopeus
 2069 Rpm |

Moottoritarvikkeet

Moottori: 1-nopeus

Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna

Liitäntätarvikkeet: Turvakytin

Tyyppi: Vakio

Kaaelin pituus: 261

Jännite: 3x400 VAC

Liite 8. TK01 Tulo-poistoilmakone pyörivällä lämmöntalteenotolla

1(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01204058	
Kone	5 (TK01) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	023	Sivu 1

TEKNINEN ERITTELY
(toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

TULOILMA

Peltiosa

Mitoittava painehäviö 2 Pa

Vaipan päätyseinä

Pelti

Leveys cm : 140
Korkeus cm : 060
Tiiviy.luokka: CEN 3
Liitântä: Laippa
Toiminto: Ulkoilma
Sijainti: Päädyssä sisäpuolella
Peltityyppi: 200 mm säleet
Materiaali: Sinkitty teräs

Rakenneosa

Konekoko: 023
Pituus: 030
Huolto-ovi: Ovella
Huoltoapuoli: Oikea

Suodatin

Konekoko: 023
Suodatinluokka: F7
Suodattimen tyyppi: Lasikuitu vakiomalli
Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit
Suodatinpussin kehys: Muovi
Liitântä: Vakioliitântä osan päädyssä
Rakenne: Alipaineelle
Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs
Huoltoapuoli: Oikea
Alkupainehäviö 56 Pa
Mitoittava painehäviö 106 Pa
Loppupainehäviö 156 Pa
Suodattimen otsapinta 0,9 m²
Otsapintanopeus 2,0 m/s

2(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01204058	
Kone	5 (TK01) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	023	Sivu 2

REGOTERM pyörivä lämmönsiirrin

Konekoko: 023

Roottorin rakenne: Ei-hygroskooppinen

Tehovaihtoehto (poimutus): Tehovaihtoehto 3 (vakio)

Käyttömoottori: Säädetty nopeus, 1x230V

Moottorin luokitus: Säädetty nopeus

Rakennepituus: Roottori yksin

Tuloilman sijainti: Alemmassa koneessa

Toimitusmuoto: Yhtenäinen roottori

Materiaali: sinkitty teräs/AlZn

Huoltopuoli: Oikea

Versionumero: Kaapelikanavalla

Lämpötilahyötysuhde	Talvi	88,1 %
Teho mitoitusasteessa		86,0 kW
Kosteushyötysuhde		47,5 %
Ilmavirran siirtyminen		0,13 m³/s
Tuloilma	Talvi	
Painehäviö		78 Pa
Ilman lämpötila		-29 / 7,8 °C
Suhteellinen kosteus		90 / 37,6 %
Poistoilma	Talvi	
Painehäviö		65 Pa
Ilman lämpötila		25 / -19,6 °C
Suhteellinen kosteus		25 / 100 %

Ilmanlämmitin, vesi

Tehovaihtoehto: 1

Lamellirunko: Cu/Al

Lamellijako: 2 mm

Vesireitit: 04

Rakenne: Yhtenäinen lamellirunko

Kehyosat: Sinkitty teräs

Liitäntäpuoli: Oikea

Putkikoko

Mitoittava painehäviö

Mitoitusasteen teho

Ilman lämpötila

Otsapintanopeus

Vesitilavuus

Lämmittimen säätötapa

Veden lämpötila

Vesivirta

Veden nopeus

Vesipuolen painehäviö

	25
	15 Pa
	30,1 kW
	2,8 / 17,4 °C
	1,6 m/s
	5,0 l
Mitoitus ilman pumppuryhmää	
	60 / 40 °C
	0,37 l/s
	0,5 m/s
	3,9 kPa

Rakenneosa

Konekoko: 023

Pituus: 020

Huoltopuoli: Oikea

3(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	84 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01204058	
Kone	5 (TK01) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	023	Sivu 3

Kammiopuhallin Centriflow Plus

Konekoko: 023
 Puhallinkoko: 2
 Varustelu: Ilmavirran mittausanturi
 Tärinänvaimentimet: Kumi
 Puhaltimen sijoitus: Tuloilma
 Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, kanavaan
 Materiaali: Sinkitty teräs
 Huoltoapuoli: Oikea

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	1420 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	76,1 %
Kokonaishyötysuhde	81,6 %
Paineenkorotus	488 Pa
Puhaltimen akseliteho	1,13 kW
Sähkön ottoteho	1,39 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,7 °C

SFP-laskenta

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	1,2 kW
Paineenkorotus	431 Pa
Pyörimisnopeus	1336 Rpm

Moottori

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY	
Moottorikäälämyksen ylälämpösuoja: termistori	
Merkki/malli: Fläkt Woods IE2	
Hyötysuhde	84,3 %
Pyörimisnopeus	1450 Rpm
Moottorin nimellisteho	2,2 kW
Nimellisvirta	4,7 A
Napaluku	4
Haluttu tehoreservi vähintään	10,0 %

Taajuusmuuttaja

Hyötysuhde	96,0 %
Toimintapisteen taajuus	49 Hz
Maksimi taajuus	51,3 Hz
Maksimi pyörimisnopeus	1487 Rpm

Moottoritarvikkeet

Moottori: 1-nopeus
 Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna
 Liitäntätarvikkeet: Turvakytkin
 Tyyppi: Vakio
 Kaapelin pituus: 308
 Jännite: 3x400 VAC

4(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	64 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01204058	
Kone	5 (TK01) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	023	Sivu 4

Peltiosa

Mitoittava painehäviö 1 Pa

Vaipan päätyseinä**Pelti**

Leveys cm : 140
 Korkeus cm : 060
 Tiivysluokka: CEN 3
 Liitäntä: Laippa
 Toiminto: Poistoilma
 Sijainti: Päädyssä sisäpuolella
 Peltityyppi: 200 mm säleet
 Materiaali: Sinkitty teräs

Rakenneosa

Konekoko: 023
 Pituus: 030
 Huolto-ovi: Ovella
 Huoltoapuoli: Vasen

Suodatin

Konekoko: 023
 Suodatinluokka: F7
 Suodattimen tyyppi: Lasikuitu vakiomalli
 Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit
 Suodatinpussin kehys: Muovi
 Liitäntä: Vakioliitäntä osan päädyssä
 Rakenne: Alipaineelle
 Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs
 Huoltoapuoli: Vasen

Alkupainehäviö	38 Pa
Mitoittava painehäviö	88 Pa
Loppupainehäviö	138 Pa
Suodattimen otsapinta	0,9 m ²
Otsapintanopeus	1,5 m/s

Rakenneosa

Konekoko: 023
 Pituus: 025
 Huoltoapuoli: Vasen

5(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	84 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01204058	
Kone	5 (TK01) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	023	Sivu 5

Kammiopuhallin Centriflow Plus

Konekoko: 023
 Puhallinkoko: 2
 Varustelu: Ilmavirran mittausanturi
 Tärinänvaimentimet: Kumi
 Puhaltimen sijoitus: Poistoilma
 Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, kanavaan
 Materiaali: Sinkitty teräs
 Huoltoapuoli: Vasen

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	1254 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	74,8 %
Kokonaishyötysuhde	59,2 %
Paineenkorotus	422 Pa
Puhaltimen akseliteho	0,774 kW
Sähkön ottoteho	0,977 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,6 °C

SFP-laskenta

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	0,864 kW
Paineenkorotus	369 Pa
Pyörimisnopeus	1188 Rpm

Moottori

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY	
Moottorikääläytymisen ylläpösuojia: termistori	
Merkki/malli: Fläkt Woods IE2	
Hyötysuhde	84,3 %
Pyörimisnopeus	1460 Rpm
Moottorin nimellisteho	2,2 kW
Nimellisvirta	4,7 A
Napaluku	4
Haluttu tehoreservi vähintään	10,0 %

Taajuusmuuttaja

Hyötysuhde	93,9 %
Toimintapisteen taajuus	43 Hz
Maksimi taajuus	51,1 Hz
Maksimi pyörimisnopeus	1483 Rpm

Moottoritarvikkeet

Moottori: 1-nopeus
 Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna
 Liitäntätarvikkeet: Turvakytin
 Tyyppi: Vakio
 Kaapelin pituus: 308
 Jännite: 3x400 VAC

Liite 9. TK02 Tulo-poistoilmakone pyörivällä lämmöntalteenotolla

1(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	67 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01229160	
Kone	5 (TK02) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	014	Sivu 1

TEKNINEN ERITTELY

(toiminto-osat ilmavirran suunnassa)

TULOILMA**Peltiosa**

Mitoittava painehäviö

5 Pa

Vaipan päätyseinä**Pelti**

Leveys cm : 080

Korkeus cm : 050

Tiiviysluokka: CEN 3

Liitântä: Laippa

Toiminto: Ulkoilma

Sijainti: Päädyssä sisäpuolella

Peltityyppi: 100 mm säleet

Materiaali: Sinkitty teräs

Rakenneosa

Konekoko: 014

Pituus: 030

Huolto-ovi: Ovella

Huoltopuoli: Oikea

Suodatin

Konekoko: 014

Suodatinluokka: F7

Suodattimen tyyppi: Lasikuitu vakiomalli

Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit

Suodatinpussin kehys: Muovi

Liitântä: Vakioliitântä osan päädyssä

Rakenne: Alipaineelle

Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs

Huoltopuoli: Oikea

Alkupainehäviö

66 Pa

Mitoittava painehäviö

116 Pa

Loppupainehäviö

166 Pa

Suodattimen otsapinta

0,5 m²

Otsapintanopeus

2,3 m/s

2(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	87 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01229160	
Kone	5 (TK02) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	014	Sivu 2

REGOTERM pyörivä lämmönsiirrin

Konekoko: 014

Roottorin rakenne: Ei-hygroskoopinen

Tehovaihtoehto (poimutus): Tehovaihtoehto 3 (vakio)

Käyttömoottori: Säädetty nopeus, 1x230V

Moottorin luokitus: Säädetty nopeus

Rakennepituus: Roottori yksin

Tuloilman sijainti: Alemmassa koneessa

Toimitusmuoto: Yhtenäinen roottori

Materiaali: sinkitty teräs/AlZn

Huoltoapuoli: Oikea

Versionumero: Kaapelikanavalla

Lämpötilahyötysuhde	Talvi	80,6 %
Teho mitoitusasteessa		88,4 kW
Kosteushyötysuhde		49,3 %
Ilmavirran siirtyminen		0,09 m³/s
Tuloilma	Talvi	
Painehäviö		91 Pa
Ilman lämpötila		-29 / 14,5 °C
Suhteellinen kosteus		90 / 24,9 %
Poistoilma	Talvi	
Painehäviö		103 Pa
Ilman lämpötila		25 / -12,9 °C
Suhteellinen kosteus		25 / 100 %

Ilmanlämmitin, vesi

Tehovaihtoehto: 1

Lamellirunko: Cu/Al

Lamellijako: 2 mm

Vesireitit: 06

Rakenne: Yhtenäinen lamellirunko

Kehyosat: Sinkitty teräs

Liitäntäapuoli: Oikea

Mitoitava painehäviö

Mitoitusasteen teho

Ilman lämpötila

Otsapintanopeus

Vesitilavuus

Lämmittimen säätötapa

Veden lämpötila

Vesivirta

Veden nopeus

Vesipuolen painehäviö

	26 Pa
	10,8 kW
	9,5 / 17,3 °C
	2,3 m/s
	2,7 l
Mitoitus ilman pumppuryhmää	
	60 / 40 °C
	0,13 l/s
	0,4 m/s
	1,4 kPa

Rakenneosa

Konekoko: 014

Pituus: 020

Huoltoapuoli: Oikea

3(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	67 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01229160	
Kone	5 (TK02) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	014	Sivu 3

Kammiopuhallin Centriflow Plus

Konekoko: 014

Puhallinkoko: 3

Varustelu: Ilmavirran mittausanturi

Tärinänvaimentimet: Kumi

Puhaltimen sijoitus: Tuloilma

Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, kanavaan

Materiaali: Sinkitty teräs

Huoltoapuoli: Oikea

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	1921 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	74,5 %
Kokonaishyötysuhde	56,8 %
Paineenkorotus	527 Pa
Puhaltimen akseliteho	0,841 kW
Sähkön ottoteho	1,1 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,8 °C

SFP-laskenta

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	0,948 kW
Paineenkorotus	469 Pa
Pyörimisnopeus	1816 Rpm

Moottori

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY

Moottorikäälämyksen yllilämpösuoja: termistori

Merkki/malli: Fläkt Woods IE2

Hyötysuhde	81,4 %
Pyörimisnopeus	1435 Rpm
Moottorin nimellisteho	1,1 kW
Nimellisvirta	2,5 A
Napaluku	4
Haluttu tehoreservi vähintään	10,0 %

Taajuusmuuttaja

Hyötysuhde	93,7 %
Toimintapisteen taajuus	67 Hz
Maksimi taajuus	72,1 Hz
Maksimi pyörimisnopeus	2069 Rpm

Moottoritarvikkeet

Moottori: 1-nopeus

Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna

Liitäntätarvikkeet: Turvakytkin

Tyyppi: Vakio

Kaapelin pituus: 261

Jännite: 3x400 VAC

4(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	07 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01229160	
Kone	5 (TK02) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	014	Sivu 4

Peltiosa

Mitoittava painehäviö 5 Pa

Vaipan päätyseinä**Pelti**

Leveys cm : 080
 Korkeus cm : 050
 Tiiviyoluokka: CEN 3
 Liitäntä: Laippa
 Toiminto: Poistoilma
 Sijainti: Päädyssä sisäpuolella
 Peltityyppi: 100 mm säleet
 Materiaali: Sinkitty teräs

Rakenneosa

Konekoko: 014
 Pituus: 030
 Huolto-ovi: Ovella
 Huolto puoli: Vasen

Suodatin

Konekoko: 014
 Suodatinluokka: F7
 Suodattimen tyyppi: Lasikuitu vakiomalli
 Suodattimen pituus: Pitkä pussi, pystysuorat pussit
 Suodatinpussin kehys: Muovi
 Liitäntä: Vakioliitäntä osan päädyssä
 Rakenne: Alipaineelle
 Materiaali, kehysosat: Sinkitty teräs
 Huolto puoli: Vasen

Alkupainehäviö	66 Pa
Mitoittava painehäviö	116 Pa
Loppupainehäviö	166 Pa
Suodattimen otsapinta	0,5 m ²
Otsapintanopeus	2,3 m/s

Rakenneosa

Konekoko: 014
 Pituus: 025
 Huolto puoli: Vasen

5(5)



ILMANKÄSITTELYKONE eQ

Projekti	67 () / Peltolammin srk	2.7.130308.1
AOC	ACON-01229160	
Kone	5 (TK02) / Pyörivä_LTO	2013-03-11
Konekoko	014	Sivu 5

Kammiopuhallin Centriflow Plus

Konekoko: 014
 Puhallinkoko: 3
 Varustelu: Ilmavirran mittausanturi
 Tärinävaimentimet: Kumi
 Puhaltimen sijoitus: Poistoilma
 Ulospuhallussuunta: Eteenpäin, kanavaan
 Materiaali: Sinkitty teräs
 Huoltoapuoli: Vasen

Mitoitustiedot

Pyörimisnopeus	1940 Rpm
Puhaltimen hyötysuhde	73,8 %
Kokonaishyötysuhde	56,1 %
Paineenkorotus	504 Pa
Puhaltimen akseliteho	0,864 kW
Sähkön ottoteho	1,14 kW
Lämpötilan nousu puhaltimessa	0,8 °C

SFP-laskenta

Sähkön ottoteho SFP-laskennan mukaan	1,0 kW
Paineenkorotus	448 Pa
Pyörimisnopeus	1861 Rpm

Moottori

Jännite: 220-240 VD /380-420 VY, 220 VD/380 VY	
Moottorikäämyksen yllilämpösuoja: termistori	
Merkki/malli: Fläkt Woods IE2	
Hyötysuhde	81,4 %
Pyörimisnopeus	1435 Rpm
Moottorin nimellisteho	1,1 kW
Nimellisvirta	2,5 A
Napaluku	4
Haluttu tehoreservi vähintään	10,0 %

Taajuusmuuttaja

Hyötysuhde	93,5 %
Toimintapisteen taajuus	68 Hz
Maksimi taajuus	71,9 Hz
Maksimi pyörimisnopeus	2063 Rpm

Moottoritarvikkeet

Moottori: 1-nopeus
 Pyörimisnopeussäätö: Taajuusmuuttaja asennettuna
 Liitäntätarvikkeet: Turvakytin
 Tyyppi: Vakio
 Kaapelin pituus: 261
 Jännite: 3x400 VAC

Liite 10. Kaukolämpöhinnasto 1.1.2013



KAUKOLÄMMÖN MYYNTIHINNAT 1.1.2013 ALKAEN

PERUSMAKSUT (euron tarkkuudella)

Sopimus- vesivirta m³/h	Veroton hinta €/kk	Verollinen hinta €/kk	Sopimus- vesivirta m³/h	Veroton hinta €/kk	Verollinen hinta €/kk	Sopimus- vesivirta m³/h	Veroton hinta €/kk	Verollinen hinta €/kk
< 0,30	38	47	4,4	417	517	22	1550	1922
0,35	61	76	4,8	444	551	24	1675	2077
0,40	70	87	5,2	471	584	26	1800	2232
0,45	79	98	5,6	498	618	28	1925	2387
0,5	88	109	6,0	525	651	30	2050	2542
0,6	105	130	6,4	552	684	32	2175	2697
0,7	123	152	6,8	579	718	34	2300	2852
0,8	133	164	7,2	606	751	36	2425	3007
0,9	143	177	7,6	633	785	38	2550	3162
1,0	153	189	8,0	660	818	40	2675	3317
1,2	173	214	8,4	687	852	42	2800	3472
1,4	193	239	8,8	714	885	44	2918	3618
1,6	208	257	9,2	741	919	46	3035	3763
1,8	223	276	9,6	768	952	48	3153	3909
2,0	238	295	10	795	986	50	3270	4055
2,2	253	313	11	863	1070	52	3388	4201
2,4	268	332	12	925	1147	54	3505	4346
2,6	283	350	13	988	1225	56	3623	4492
2,8	298	369	14	1050	1302	58	3740	4638
3,0	313	388	15	1113	1380	60	3858	4783
3,2	328	406	16	1175	1457	64	4093	5075
3,4	343	425	17	1238	1535	68	4328	5366
3,6	358	443	18	1300	1612	72	4563	5658
3,8	373	462	19	1363	1690	76	4798	5949
4,0	388	481	20	1425	1767	80	5033	6240

ENERGIAMAKSU

Perusarvo	veroton €/MWh	verollinen €/MWh	
Perusarvo	55,90	69,32	
Energiamaksu €/MWh kuukausittain	veroton	verollinen	
tammikuu	(perusarvo + 10 %)	61,49	76,25
helmikuu	(perusarvo + 10 %)	61,49	76,25
maaliskuu	(perusarvo)	55,90	69,32
huhtikuu	(perusarvo)	55,90	69,32
toukokuu	(perusarvo)	55,90	69,32
kesäkuu	(perusarvo - 20 %)	44,72	55,45
heinäkuu	(perusarvo - 20 %)	44,72	55,45
elokuu	(perusarvo - 20 %)	44,72	55,45
syyskuu	(perusarvo)	55,90	69,32
lokakuu	(perusarvo)	55,90	69,32
marraskuu	(perusarvo)	55,90	69,32
joulukuu	(perusarvo + 10 %)	61,49	76,25

Verollinen hinta sisältää arvonlisäveron 24 % verottomasta hinnasta.

(Tampereen Sähkölaitos, 2013)

