

Johanna Räikkälä

**Vanhainkodin energiaselvitys**

Karvian kunta

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Koulutusohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Johanna Räikkälä

Työn nimi: Vanhustentalon energiaselvitys

Ohjaaja: Veli Autio

Vuosi: 2014 Sivumäärä: 46 Liitteiden lukumäärä:7

---

Tämä opinnäytetyö on tehty Karvian kunnan tekniselle toimelle. Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää Karvian kunnan omistaman vanhustentalo Iltaruskon energiankulutus sekä mahdolliset osiot, joissa energian kulutusta saadaan vähennettyä.

Toteutuksessa selvitettiin rakennuksen edellisten vuosien kulutustiedot ja verrattiin niitä laskennallisiin kulutuksiin. Lähtötietojen tutkimisen jälkeen kiinteistöön tutustuttiin energiakatselmuksella. Energiakatselmuksessa selvitettiin LVI-järjestelmien kunto ja säädöt, rakenteiden kunto ja käytössä olevat kuluttajalaitteet. Henkilökuntaa haastateltiin ja käyttäjätottumuksiin tutustuttiin. Energiakatselmuksessa huomattuja epäselvyyksiä tutkittiin tarkemmin ilmavirtaus- ja lämpötila-mittauksilla.

Tulosten pohjalta esitettiin kohdat, joissa energiansäästöä on mahdollista toteuttaa. Ehdotelmassa esitettiin sekä lämmityslaitteiden säätöjen että investointien kautta saatavat säästöt.

Avainsanat: Energiansäästö, LVI-tekniikka

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Construction

Author: Johanna Räikkälä

Title of thesis: Energy report of a nursing home

Supervisor: Veli Autio

Year: 2014      Number of pages: 46      Number of appendices: 7

---

The thesis was made for the technical department of the municipality of Karvia. The aim of the thesis was to clarify the energy consumption and the ways to reduce the consumption of Iltarusko nursing home.

First the actual energy consumption of the last three years was worked out, and it was compared to the computational numbers. After the initial data was surveyed, an audition in the nursing home took place. In the building the HPAC systems and controls, the state of constructions and appliances were audited. The personnel of the nursing home were interviewed and the way of using technical appliances was inspected. The faults were inspected more accurately with measuring devices.

Based on the results, points for energy saving were presented. The suggestions consist of controlling the HPAC systems and energy saving investments. Costs of investments and energy savings were calculated.

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	1
Thesis abstract.....	2
SISÄLTÖ.....	3
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO .....	7
2 ENERGIAKATSELMUS– OSA KANSAINVÄLISTÄ ILMASTOSTRATEGIAA.....	8
3 RAKENNUKSEN ESITTELY .....	9
3.1 Rakenteet.....	10
3.2 Tekniset järjestelmät .....	11
3.2.1 Ilmanvaihto.....	11
3.2.2 Lämmitys.....	11
4 KULUTUSLUKEMAT JA NORMITUKSET.....	13
4.1 Lämmitysenergia ja kiinteistösähkö.....	13
4.2 Talousveden kulutus .....	14
4.3 Normitetut kulutukset .....	15
5 ENERGIAKATSELMUS .....	17
5.1 Lämmitysjärjestelmä .....	17
5.1.1 Lattialämmitys .....	18
5.1.2 Käyttövesi .....	19
5.2 Ilmastointi.....	19
5.3 Jäähdytys.....	22
5.4 Rakenteet yleisesti .....	22
5.5 Tilat ja kalusteet .....	22
5.5.1 Vesi ja viemärikalusteet .....	22
5.5.2 Keittiö .....	22
5.5.3 Pesula.....	23
5.6 Hoitohenkilökunnan kommentteja .....	24

<b>6 MITTAUSTULOKSET .....</b>	<b>25</b>
6.1 Ilmanlämpötila .....	25
6.2 Ilmavirtamittaukset .....	26
6.2.1 Ilmavirtamittaukset päätelaitteista .....	27
6.2.2 Ilmavirtojen mittaus paine-erolla ilmakanavasta.....	30
<b>7 LASKENNALLINEN KULUTUS .....</b>	<b>31</b>
7.1 Lämmitysenergia.....	31
7.2 Kiinteistösähkö .....	32
7.3 Laskennallisten ja todellisten kulutusten vertailu.....	32
<b>8 HUOMIOT .....</b>	<b>34</b>
8.1 Rakenteet.....	34
8.2 Ikkunat ja ovet.....	34
8.3 Sähkölaitteet ja valaistus.....	34
8.4 Kiinteistön käyttö .....	35
8.5 Tilojen lämmitys .....	35
8.6 Käyttövesi .....	36
8.7 Ilmanvaihto yleisesti .....	36
8.8 Ilmastointikoneet ja säädöt.....	37
<b>9 EHDOTETUT SÄÄSTÖTOIMENPITEET JA KUSTANNUKSET ....</b>	<b>39</b>
9.1 Ilmastointi.....	39
9.1.1 Ilmastointikoneiden tulolämpötilan ja käyntiaikojen säätö .....	39
9.1.2 Peltimoottorin kunnostus.....	39
9.1.3 LTO:n lisääminen tuloilmakoneisiin TK03 ja TK04.....	39
9.2 Tilojen lämmitys .....	40
<b>10 YHTEENVETO.....</b>	<b>42</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>43</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>45</b>

## Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1 Kiinteistösähkö vuosina 2011–2013.....	14
Kuvio 2 Normitettu energiankulutus kWh/ (lämmitetty netto–m <sup>2</sup> ). .....	16
Kuvio 3 Lämmityksen menoveden säätökäyrä L1.....	18
Kuvio 4. Pesulan kuivausrummut.....	23
Kuvio 5. Ilmavirtamittauksissa käytetty kuumalanka–anemometri. ....	27
Kuvio 6. Kuivaushuoneen tuloilman päätelaite. ....	29
Kuvio 7 Ilmanvaihtuvuuden kerroin asukashuoneissa 1/ h. ....	29
Kuvio 8. Tulo- ja poistoilmavirran vertailu huonekohtaisesti (l/s).....	30
Kuvio 9. Lämmitysenergian prosentuaalinen jakautuminen laskennallisesti. ....	32
Taulukko 1. Suunnitteluasiakirjoista kerätyt tiedot. ....	9
Taulukko 2. Tuloilmakoneiden vaikutusalueet IV–piirrosten perusteella. ....	11
Taulukko 3. Säätokeukset LVI–piirrosten perusteella.....	12
Taulukko 4. Lämmitysenergian ja kiinteistösähkön todelliset kulutukset kWh vuosilta 2011–2013.....	13
Taulukko 5. Talousveden kulutus vuosina 2011–2013. ....	14
Taulukko 6. Lämmityspatterien meno- ja tuloveden arvot.....	20
Taulukko 7. Ilman lämpötiloja ilmastointikoneen eri vaiheissa .....	21
Taulukko 8. Tuloilmakoneiden käyntiajat. ....	21
Taulukko 9. Tilojen lämpötilamittaukset (ulkolämpötila + 2 °C) .....	26
Taulukko 10. Ohjearvot eri tilojen tuloilmavirralle dm <sup>3</sup> /s / hlö tai dm <sup>3</sup> /s / m <sup>2</sup> .....	28

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>KTM</b>	Kauppa- ja teollisuusministeriö
<b>LTO</b>	Lämmöntalteenottojärjestelmä
<b>Lämmönsiirrin</b>	Komponentti, jolla lämpöenergiaa siirretään aineesta toiseen
<b>Lämmityspatteri</b>	Lämmittää rakennukseen ilmastoinnin kautta tulevan ilman
<b>Motiva Oy</b>	Valtion omistama asiantuntijayritys, joka kannustaa energian ja materiaalien tehokkaaseen ja kestävään käyttöön.
<b>PF01-04</b>	Poistoilmapuhaltimet 1–4
<b>Peltimoottori</b>	Ilmavirtojen ohjaukseen käytettävä automaattinen ohjauspelti
<b>Säätökäyrä</b>	Säätökäyrällä säädetään lämmitysverkostoon menevän veden lämpötilaa. Säätökäyrä on aseteltu ulkolämpötilojen mukaan.
<b>Tariffi</b>	Virallinen hintaluettelo
<b>TK01-04</b>	Tuloilmakoneet 1–4
<b>VAK</b>	Valvonnan alakeskus

## 1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tavoitteena on selvittää Karvian kunnan omistaman vanhustalon energiankulutukset ja kohdat, joissa energiansäästöjä olisi mahdollista toteuttaa. Kiinteistö valittiin suuren energiankulutuksen perusteella.

Lähtötietoina käytettiin olemassa olevia LVI- ja rakennesuunnitelmia, edellisten vuosien energia- ja vesikulutuksia ja korjaushistoriadokumentteja.

Kiinteistön laskennallinen lämmitysenergiankulutus selvitettiin Suomen rakennusmääräyskokoelma D3 ja D5 ohjeiden mukaan. Saatuja arvoja verrattiin todellisiin kulutuksiin, jonka perusteella mahdollisia energiansäästökohteita selvitettiin. Lähtötietojen tutkimisen jälkeen kiinteistöön tutustuttiin energiakatselmuksella, jonka pohjana käytettiin Kauppa- ja teollisuusministeriön energiakatselmuksiminnan yleisohjeita.

Energiakatselmuksella tutustuttiin erityisesti lämmitys- ja ilmastointijärjestelmän säätöihin ja rakenteisiin. Kiinteistöjen käyttäjiä haastateltiin ja heidän käyttötottumuksiin tutustuttiin. Vesi- ja viemärikalusteiden kalusteiden kunto tarkastettiin. Katselmuksen ja laskennallisten kulutustulosten seurauksena päätettiin kiinteistöjä tutkia myös mittalaitteiden avulla. Pääpainona tutkittiin LVI-järjestelmien toimivuutta muun muassa ilmavirta- ja lämpötilamittauksilla.

Tulosten pohjalta esitettiin kohdat, joissa energiansäästöä on mahdollista toteuttaa. Ehdotelmassa esitettiin sekä lämmityslaitteiden säätöjen että investointien kautta saatavat säästöt.



## **2 ENERGIAKATSELMUS– OSA KANSAINVÄLISTÄ ILMASTOSTRATEGIAA**

Energiakatselmuksessa kartoitetaan kiinteistön energiatekniset järjestelmät ja esitetään toimenpide-ehdotukset energian, vedenkulutuksen ja CO<sub>2</sub>-päästöjen vähentämiseksi. Energiakatselmuksen tavoitteena on edesauttaa kansallista ilmastostrategiaa vähentämällä energiankulutusta ja tutkimalla uusiutuvien energialähteiden käyttömahdollisuuksia. (LVI 01-10364 2003, 1–3.)

Kauppa ja teollisuusministeriö yhdessä Motiva Oy:n kanssa vastaa palvelusektorin, teollisuuden ja energia-alan kohteiden katselmuksesta. Motivan ja KTM:n toimesta energiakatselmuksia kehitetään, koordinoidaan ja seurataan. Asuinrakennusten energiakatselmustoiminnasta vastaa Suomessa ympäristöministeriö. (LVI 01-10364 2003, 1–3.)

Energiakatselmustoiminnassa on neljä osapuolta: KTM, Motiva, energiakatselmoijat ja katselmuskohde. Kauppa- ja teollisuusministeriön tukemissa energiakatselmuksissa tulee olla nimettyinä kaksi katselmuksen vastuuhenkilöä, joille Motiva on myöntänyt vastuuhenkilö pätevyyden. (LVI 01-10364 2003, 1–3.)

### 3 RAKENNUKSEN ESITTELY

Karvian vanhustentalo Iltarusko jaetaan 5 eri pienosastoon: Leivola, Pääskylä, Kiurula, Lehtola ja kotihoidon vastuunalainen Sirkkula (Liite 1). Kiinteistö jaetaan myös rakennusvuosien mukaan A ja B osaan. Nykyhetkellä asukkaita on 26 henkeä vanhustentalopuolella ja kotihoidon Sirkkulassa 6 henkeä. Kiinteistössä on tilaa vielä noin 6 asukkaalle, mutta hoitohenkilökunnan määrän ja kysynnän vuoksi asukasmäärä ei ole lisääntymässä lähiaikoina. Huoneet ovat 1–2 hengen huoneita. Kiinteistö on ympärivuorokautisessa käytössä. Kiinteistö on liitetty kunnalliseen viemäri- ja vesiverkoston sekä Vatajankosken sähköverkkoon.

Taulukko 1. Suunnitteluasiakirjoista kerätyt tiedot.

B osan rakennusvuosi	1957
A osan laajennus	1978
laajennus ja peruskorjaus	1999
kerroksia	2/3
bruttopinta-ala	2 380,5 m <sup>2</sup>
lämmitettävä nettopinta-ala	2 162 m <sup>2</sup>
huoneala	1 946 m <sup>2</sup>
rakennustilavuus	7 225 m <sup>3</sup>
ilmatilavuus	4 967 m <sup>3</sup>

Taulukossa 1. on esitetty suunnitteluasiakirjoista kerätyt tiedot. Alkuperäinen B-

osa on rakennettu vuonna 1957. Osittain kaksikerroksinen A osa ja näiden osien välinen "nivelesa" on valmistunut vuonna 1978. Vuonna 1999 laajennettiin nivelosan bruttopinta-alaa 55 m<sup>2</sup> ja rakennettiin B-osaan pienkoti Pääskylä kylmälle ullakolle 2. kerrokseen. Pääsisäänkäynnin läheisyyteen rakennettiin hissi, joka toimii B-osan pohjakerroksen ja 2. kerroksen välillä. Samalla uusittiin vesikatot ja muunneltiin tilajärjestystä rakennuksessa. Lämmitysverkostoa uusittiin, lisättiin linjasäätöventtiileitä ja osittain uusittiin patteri-radiaattoreita. Myös lattialämmitys lisättiin märkätiloihin. Ilmanvaihtokoneita lisättiin sekä otettiin käyttöön lämmöntalteenottojärjestelmä tuloilmakoneessa 1.

### 3.1 Rakenteet

Rakenteet ja niiden U-arvot on selvitetty vuosien 1977–1999 rakenne- ja suunnitteludokumenteista. Rakenteiden vaihdellessa on käytetty keskimääräistä U-arvoa.

**Seinärakenne.** Ulkoseinärakenne vaihtelee rakennuksessa. Pääsääntöisesti pohjakerroksien seinärakenne betonirunkoinen 125 mm:n eristeellä. 1 kerroksen ulkoseinät ovat puurunkoisia ja 150 mm:n eristeellä. Ulkovuoraus on kalkkihiekkatiilipinnoitteella. Puurunkoisissa ulkoseinärakenteissa käytetään keskimääräistä U-arvoa 0,35 W/ (m<sup>2</sup> K).

**Alapohja.** Alapohjana on noin 80 mm teräsbetonilaatta ja 100 mm muovieriste reuna-alueilla 1 metrin etäisyydellä. Keskivaiheilla styrox-paksuus on 50 mm. U-arvo on 0,28 W/ (m<sup>2</sup> K).

**Yläpohja.** Yläpohjassa on käytetty sekä ontelolaatta- että ristikkorakenteita. Yläpohjien eristävyttä on parannettu vuonna 1999. Keskimääräisenä U-arvona käytetään 0,17 W/ (m<sup>2</sup> K).

**Ikkunat ja ovet.** Ikkunat ja ovet on vaihdettu viimeisen saneerauksen yhteydessä vuonna 1999. Ovien U-arvo 1,4 W/ (m<sup>2</sup> K) ja ikkunat 1,7 W/ (m<sup>2</sup> K).

### 3.2 Tekniset järjestelmät

Tiedot on kerätty vuoden 1999 saneerausasiakirjoista sekä LVI-suunnitelmista. LVIS-suunnitelmat on laatinut Satakunnan insinöörit.

#### 3.2.1 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtojärjestelmä on peruskorjattu ja laajennettu vuonna 1999, jolloin rakennettiin ilmastointihuoneet A ja B-osaan. Samalla otettiin myös lämmöntalteenotto käyttöön tuloilmakoneen 1 yhteyteen. Liitteissä 2 on ilmanvaihtokoneiden teknisiä tietoja. Tuloilmakoneet TK01, TK02 ja TK03 sijaitsevat A-osan ilmastointikonehuoneessa ja TK04 B-osan ilmastointikonehuoneessa.

Taulukko 2. Tuloilmakoneiden vaikutusalueet IV-piirrosten perusteella.

TK01	Lehtola, Leivola, Sirkkula ja Kiurula
TK02	Keittiö
TK03	Ruokailu-/ oleskelutila ns. nivelosa
TK04	Pääskylä

#### 3.2.2 Lämmitys

Rakennus kuuluu kaukolämpöön ja sitä lämmitetään vesikiertoisella patterilämmityksellä. Märkä- ja wc-tiloissa on myös vesikiertoinen lattialämmitys. Kiinteistön lämmönlähde on vaihdettu kevyt polttoöljystä kaukolämpöön vuonna 2008. Vanha kattila-lämmitysjärjestelmä on jätetty varalämmönlähteeksi poikkeusoloihin varautuen. B-osan lämmönjakuhuoneessa on lämmönsiirtimet käyttövedelle ja lämmitykselle. Lämmitysverkoston menovettä ja käyttöveden lämmitystä säädetään ulkolämpötilan mukaan säätöjärjestelmällä. Lämmitys- ja käyttövesijärjestelmän pumpput ovat uusittu viimeisen peruskorjauksen yhteydessä. Taulukossa 3 on esitetty säätöautomaattikka.

Taulukko 3. Säätokekkukset LVI-piirrosten perusteella.

Säätojärjestelmä	Säätoopiiri	Sijainti
Ouman EH-203	Lämmitysverkoston me- novesi ja käyttövesi	Lämmönjakokeskus
VAK1	TK1, TK2, TK3 Lehtolan patteriverkosto Sirkkulan lattiaämmitys	A-osan ilmastointihuone
VAK2	TK4 lattiaämmitys	B-osan ilmastointihuone

## 4 KULUTUSLUKEMAT JA NORMITUKSET

Kiinteistön viimeisen kolmen vuoden sähköenergian, lämmitysenergian ja talousveden kulutustiedot tarkistetaan. Normituksella otetaan huomioon tarkasteluvuosi- en aikana vallinneet lämpötilatiedot, jolloin pystytään vertailemaan kiinteistön kulu- tusta vallinneet sääolosuhteet huomioon ottaen.

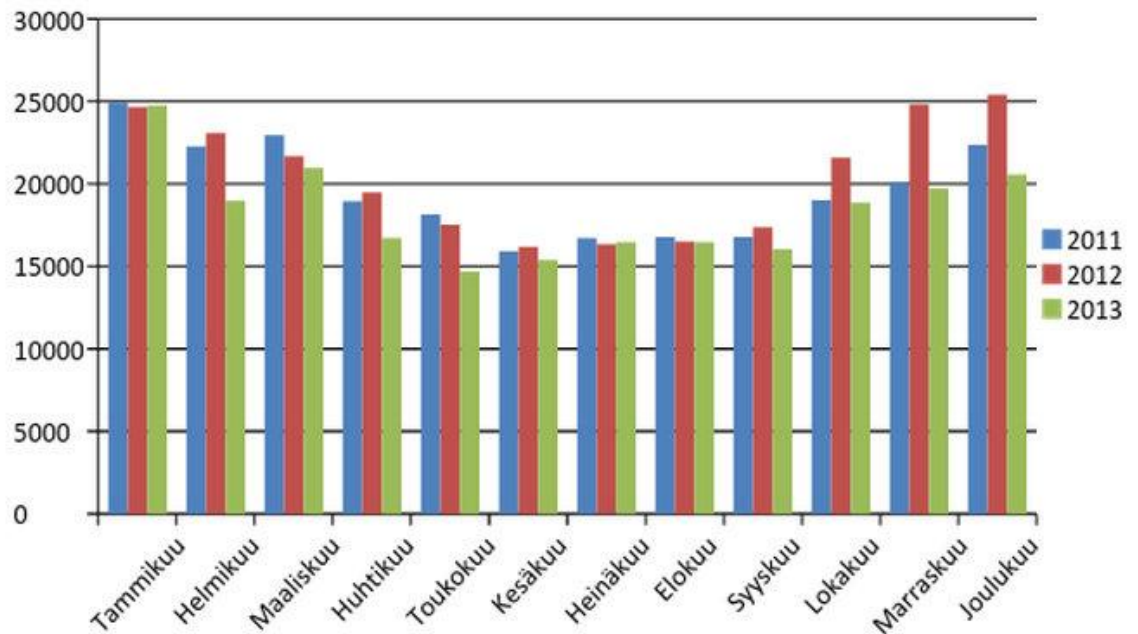
### 4.1 Lämmitysenergia ja kiinteistösähkö

Vanhustentalon todelliset lämmitysenergian ja kiinteistösähkönkulutukset viimei- sen kolmen vuoden ajalta on esitetty taulukossa 4. Kiinteistön kulutustiedot on saatu yrityksiltä Vatajankosken sähkö Oy ja Karvian Lämpö ja energia.

Taulukko 4. Lämmitysenergian ja kiinteistösähkön todelliset kulutukset kWh vuosil- ta 2011–2013.

Vuosi	Lämmitys- energia	Lämmitys- energia / m <sup>3</sup>	Kiinteistö- sähkö	Kiinteistö- sähkö / m <sup>3</sup>
2011	495 000	69,3	235 000	32,9
2012	486 000	68,0	245 000	34,3
2013	493 000	69,0	226 000	31,6

Taulukosta 4 huomaa, ettei kiinteistösähkössä ole huolestuttavaa poikkeamaa vuosien 2011–2013 välillä. Myös lämmitysenergian kulutus on ollut tasainen vuo- sina 2011 ja 2012, mutta vuonna 2012 lämmitysenergiankulutus on ollut vähäi- sempi. Tämä voi tarkoittaa sitä, että vuosi 2012 on ollut normaalia leudompi.



Kuvio 1 Kiinteistösähkö vuosina 2011–2013.

Kuviossa 1 on esitetty kiinteistösähkön kulutukset kuukausitasolla. Kulutukset on saatu Vatajankosken sähkö Oy:n WattiMatti-palvelusta. Taulukossa 4 havaittu korkea sähkönkulutus vuonna 2012 ajoittuu ajanjaksolle loka–joulukuu, jolloin kulutus on ollut huomattavasti suurempaa kuin kyseenomaisessa ajankohdassa vuosina 2011 ja 2013. Suurimmillaan sähkönkulutus on kello 5.00–15.00.

## 4.2 Talousveden kulutus

Kiinteistössä ei ole lämpimän käyttöveden mittaria, joten kylmän talousveden kulutustiedot on ainoastaan saatavilla. Taulukossa 5 on Karvian vesi- ja viemärlaitokselta saadut viimeisen kolmen vuoden vedenkulutukset. Kiinteistössä on toiminut vuoden 2013 syksyyn saakka pesula, joka selittää korkeammat kulutukset vuosina 2011 ja 2012.

Taulukko 5. Talousveden kulutus vuosina 2011–2013.

vuosi	2011	2012	2013
talousvesi m <sup>3</sup>	3648	3307	2814

### 4.3 Normitetut kulutukset

Normitetulla vuosikulutuksella voidaan seurata energiatehokkuutta tehokkaammin kuin toteutuneilla energiankulutuksilla. Normitetut energiankulutukset on korjattu lämmitystarveluvuilla. Tällä tavoin voidaan vertailla rakennuksen energiankulutusta eri vuosina tietynä ajankohtana vallinneet sääolosuhteet huomioon ottaen. (LVI 10-10536 2013, 1.) Seuraavat laskukaavat ovat LVI-kortista 10-10536.

Normitettu energiankulutus lasketaan kaavalla (1)

$$Q_{\text{norm}} = k_1 \times \frac{S_{N\text{vp paikkakunta}}}{S_{\text{toteutunut vp paikkakunta}}} \times Q_{\text{toteutunut}} + Q_{\text{käyttövesi}} \quad (1)$$

jossa  $Q_{\text{norm}}$  on normitettu energiankulutus

$k_1$  on paikkakuntaakohtainen korjauskerroin

$S_{N\text{ vp paikkakunta}}$  on lämmitystarveluku vertailukaudella 1981-2010

$S_{\text{toteutunut vp paikkakunnalla}}$  on vertailuvuoden toteutunut lämmitystarveluku

$Q_{\text{toteutunut}}$  on rakennuksessa toteutunut lämmitysenergiankulutus

$Q_{\text{käyttövesi}}$  on kulunut energiankulutus käyttöveden lämmitykseen

Karvian vertailupaikkakunta on Tampere. Tampereen lämmitystarveluku korjataan paikkakuntaakohtaisella kertoimella  $k_1$ . Karviassa kerroin  $k_1$  on 0,95.

Lämpimän käyttöveden käyttämä energiankulutus lasketaan kaavalla (2)

$$Q_{\text{lämmin käyttövesi}} = 58 \times V_{\text{lämmin käyttövesi}} \quad (2)$$

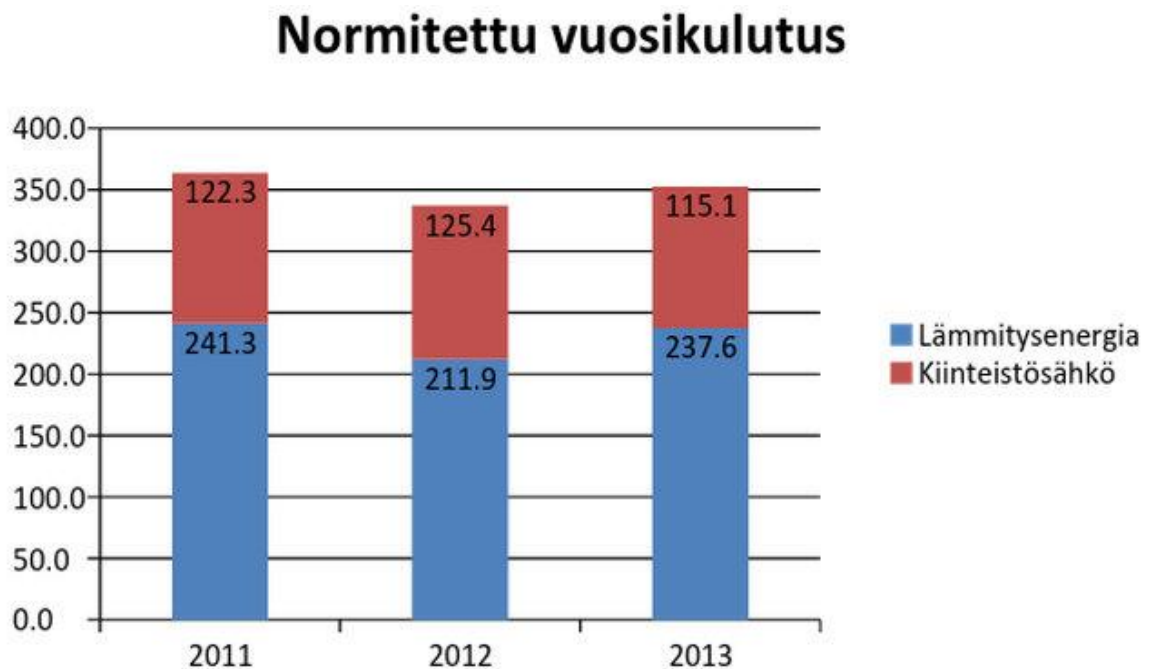
jossa  $V_{\text{lämmin käyttövesi}}$  on lämmin käyttövesi  $\text{m}^3$



Vanhustentalolla ei ole lämpimän käyttöveden mittaria, joten kulutuksen oletetaan olevan 40 % kulutetusta talousvedestä LVI-kortin 10-10536 mukaisesti. Talousveden vuosikulutukset löytyvät taulukosta 3.

Laskettaessa kiinteistön normitettua kokonaisenergiankulutusta käytetään kaavaa (3).

$$Q_{\text{norm}} = k_1 \times \frac{S_{\text{Nvp paikkakunta}}}{S_{\text{toteutunut vppaikkakunta}}} \times Q_{\text{toteutunut}} + Q_{\text{käyttövesi}} + Q_{\text{kiinteistösähkön kulutus}} \quad (3)$$



Kuvio 2 Normitettu energiankulutus kWh/ (lämmitetty netto-m²).

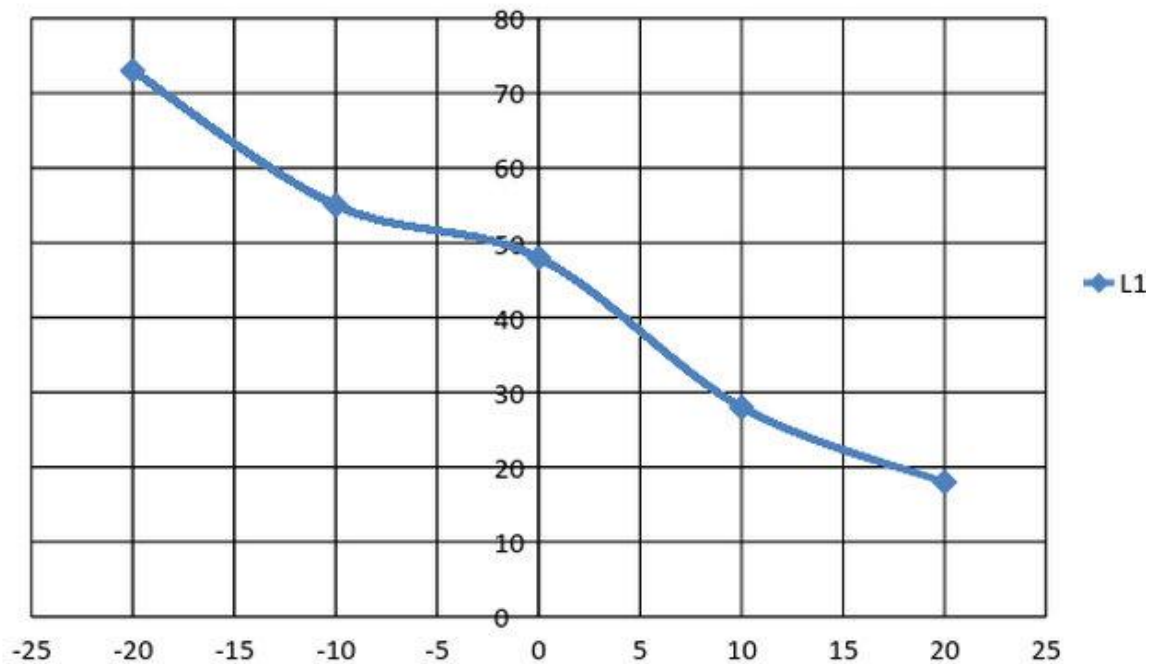
Tuloksista nähdään, että lämmitysenergian kulutuksen ero vuosien välillä on suurempia kuin taulukossa 4 toteutuneiden kulutusten erot. Tuloksesta voidaan päätellä, että vuosi 2012 on ollut jopa normaalia kylmempi eikä vuoden 2012 vähäisempi kulutus johtunut sääolosuhteista. Kiinteistösähkön osuus on suurempi vuonna 2012 kuin muina vuosina. Lämmitysenergiassa erot ovat maksimissaan 12 %:n luokkaa kun taas kokonaiskulutukset pysyvät 7 %:n vaihtelevuuden sisällä.

## 5 ENERGIAKATSELMUS

Katselmus suoritettiin 14.3.2014 kello 9.00–14.30. Ulkolämpötila vaihteli + 2... +4 °C asteen välillä.

### 5.1 Lämmitysjärjestelmä

Kiinteistöä lämmitetään kaukolämmön avulla. Järjestelmä on normaali pumppu-käyttöinen vesipatteriverkosto. Lämmönvaihtimia on 2 kappaletta: lämmitykselle ja käyttöveden lämmitykselle. Lämmityksellä lämmitetään myös tuloilman lämmityspatterit. Vanhat lämmityskattilat ovat vielä paikallaan ja toimivat varalämmönlähteenä poikkeusoloissa. Kaukolämpö on otettu kiinteistössä käyttöön vuonna 2008, joten lämmönsiirtimet ovat hyvässä kunnossa. Myös pumppujen kunto on hyvä. B-osan kellaritiloissa sijaitsee myös viereisen veteraanien rivitalon lämmönvaihtimet. Lämmitysjärjestelmää säädetään digitaalisella Oumanin EH-203-säätimellä. Säätöpiirejä säätimellä on kaksi, lämmityksen L1 ja lämpimän käyttöveden LV.



Kuvio 3 Lämmityksen menoveden säätökäyrä L1.

Vaaka-akselilla on ulkolämpötila °C ja pystyakselilla menoveden lämpötila °C. Säätökäyrä on 5–pisteinen, eli 5 eri ulkolämpötilalle on määritelty menoveden lämpötila.

Kiinteistöhoitajan mukaan (Liikala 2014) lämmitysjärjestelmän menovesi on säädetty normaalia korkeammaksi tuloilman lämmityspatterien tarvitseman tehon vuoksi. Säätökeskuksessa on käytössä asetusarvot menoveden minimi- ja maksimiarvoille, syyskuivaukselle ja pumpun pysäytykselle. Suuntaissiirron ja yöalennuksen asetukset eivät olleet käytössä. Tarkasteluhetkellä verkostoon menevä vesi määräytyi suoraan ulkolämpötilan mukaan.

### 5.1.1 Lattialämmitys

Lattialämmityksillä menoveden lämpötila oli tarkasteluhetkellä 30 °C. Menoveden lämpötilan ylärajaksi on asetettu 40 °C ja alarajana 20 °C. Lämmitys on suositeltujen arvojen tapainen ylärajan osalta 35...45 °C. Alaraja on suositusten mukaan 25 °C (RT 52-10801 2003, 4).

### 5.1.2 Käyttövesi

Kiinteistössä on lämpimän käyttöveden kiertojärjestelmä. Käyttöveden menolämpötilaksi oli asetettu 60 °C. Lämminvesikierron paluulämpötila oli tarkasteluhetkellä 55 °C. Viimeisessä perusparannuksessa osa putkistosta on uusittu ja vanhat lämminvesivaraajat on otettu pois käytöstä. Näkyvillä olevat putket ovat hyväkuntoisia ja eristettyjä. Kiinteistön virtaamia tai paine-eroja ei tarkasteta mittauslaitteella. Rakennuksen B-osan käyttövesilinjaston etäisimmässä kohdassa kädelle kuuman veden tulo kesti noin 15 sekuntia. Lämpimän käyttöveden odotusajaksi on määrätty 10 sekuntia (Suomen RAKMK D1 2013, 9).

### 5.2 Ilmastointi

Asuinhuoneissa tuloilman päätelaitteet ovat ovien päällä ja poistoilmaventtiilit WC-tiloissa. Asuinhuoneen ja WC:n oven alareunassa on noin 1 cm:n rako, jonka kautta ilma vaihtuu tilojen välillä.

Ilmastointikoneita säädetään ja valvotaan VAK:n avulla. Säättöjärjestelmä ohjaa lämmityspatterin 3-tieventtiiliä asetetun tulolämpötilan saamiseksi. Asetusarvoa korjataan kuormitusolosuhteiden mukaisesti poistoilmakanavaan asetetun lämpötila-anturin mukaan. Kiinteistöhoitajalle kulkeutuu hälytys, jos jäätymissuoja laukeaa, ilmavirtausanturi kanavassa ei tunne ilmavirtausta, tuloilman nousee yli 50 °C:een tai pumppu pysähtyy. Tuloilmakoneet käyvät puoliteholla ulkolämpötilan ollessa -10 C tai vähemmän.

Alla olevassa taulukossa 6 on ilmastoinnin lämmityspattereiden meno- ja tuloveden lämpötila-arvoja. TK02:n kohdalla huomataan, että lämmityspatterin menovesi on lähes sama kuin L1 säätökäyrän määräämä menoveden lämpötila.

Taulukko 6. Lämmityspatterien meno- ja tuloveden arvot

TK	menovesi/ tulovesi °C	L1 mukainen menovesi °C	ulkolämpötila °C	tuloilma kiinteistöön °C
TK01	37/ 32	noin 43	+ 3	22
TK02	42/ 28	noin 43	+ 3	19
TK03	34/ 28	noin 43	+ 3	21
TK04	35/ 28	noin 41	+ 4,5	22

**TK01.** TK01 huolehtii asuntojen ilmanvaihdosta A–osassa sekä B–osan 1 kerroksessa. Tilojen poistoilmasta kerätään lämpö talteen tuloilmaan ristivirtaisella levylämmönsiirtimellä. Automatiikan avulla on säädetty siten, että tuloilma- ja poistoilmapuhallin käyvät rinnan ja lämmityspatterin pumpun pitää olla käynnissä tuloilmakoneen käynnistykseen. LTO:n huurtumista valvotaan painetila-eroilla ja lämpötila-anturilla, jotka ohjaavat säätöpeltiä.

LTO:n ohitusta hoitava peltimoottori oli katselmuksessa epäkunnossa, mutta ilma oli ohjattu kulkemaan LTO:n kautta. Liikalan (2014) mukaan sulkupellin säätäminen on tapahtunut manuaalisesti viimeiset vuodet. Lämmöntalteenoton mittareissa sekä levylämmönsiirtimen puhtaudessa oli myös havaittavissa puutteita. Taulukossa 4 on esitetty mittareiden lukemia ilman lämpötilasta ilmanvaihtokoneen eri vaiheissa.

**TK02 ja TK03.** ovat toiminnaltaan samankaltaisia. TK03 vaikuttaa ruokailu/oleskelualueella. TK02 on keittiön tuloilmakone. Molempiin tuloilmakoneisiin on kytketty rinnan huippuimuri. TK02 koneeseen on myös kytketty suoraohjerysteinen ilmanjäähdytin.

**TK04.** Koneen vaikutusalue on B–osan pohja- ja 2. kerros, jossa sijaitsee Pääskylä. Pääskylässä on 7 asuntoa, joista nykyisin vain yhdessä on pysyvä asukas. Huippuimurit PF01, PF02 ja PF03 vesikatolla huolehtivat poistoilmasta. Poistokoneet ja tuloilmakone on kytketty rinnan. B–osan WC–tilojen poistosta huolehtiva PF03 on asetettu käymään puolellateholla. Ilmastointikoneen säätö tapahtuu toisella VAK:lla, joka sijaitsee myös B–osan ilmastointikonehuoneessa.

Taulukko 7. Ilman lämpötiloja ilmastointikoneen eri vaiheissa  
ulkolämpötila 7 °C 25.3.2014 klo 12.00.

TK	Raitisilma	Lämpötila LTO:n jälkeen	Sisään- puhallus °C	Poistoilma	Jäteilma
TK01	<i>Mittari ei toiminnassa</i> ulkolämpötila + 7	+ 7	+ 22	+ 23	+ 15
TK02	+ 7	-	+ 19	-	-
TK03	+ 8	-	+ 21	-	-
TK04	+ 7	-	+ 22	-	-

Taulukossa 7 on esitetty ilman lämpötiloja ilmanvaihtoprosessin eri vaiheissa. Tuloilmakoneessa 1 otetaan poistoilmasta lämpö talteen tuloilmaan. Tarkasteluhetkellä lämpötilamittari ennen lämmöntalteenottoa oli epäkunnossa, eikä muidenkään mittareiden oikeellisuudesta ole varmuutta. Valmistaja on antanut levylämmönsiirtimen lämpötilasuhteeksi 60 %. LTO:n jälkeinen lämpötila viittaisi lämmöntalteenoton toimivan epäkuntoisesti, mutta ilman luotettavia lämpötilamittareita LTO:n toiminnan kuntoa ei pystytä varmuudella sanomaan.

Taulukko 8. Tuloilmakoneiden käyntiajat.

Tuloilmakone	1 teho	½ teho	Pois päältä
TK01	6.00-21.00	21.00-6.00	-
TK02	-	5.00-21.00 (24h)	21.00-5.00
TK03	6.00-21.00	21.00-6.00	-
TK04	7.00-21.00	21.00-7.00	-

Taulukossa 8 näkyy tarkasteluhetkellä voimassa olevat käyntiajat. Tarkasteluhetkellä muutettiin ilmastointikone TK02 käyntiaika käymään myös klo 21.00–5.00 välisenä aikana puoliteholla. Säätokeskukseen on mahdollista asettaa kuusi eri toimintoa vuorokauden ajalle ja määrittää viikko kerrallaan päivät. Tällä hetkellä ilmastointikoneissa on käytössä 2 toimintoa, jotka pätevät 7 päivänä viikossa.

### **5.3 Jäähdytys**

Tuloilmakoneissa TK02 ja TK04 on kylmäaineilla toimivat suorahöyrysteiset jäähdytysjärjestelmät. Järjestelmät ovat käytössä ainoastaan kesäaikoina. Ilman jäähdytyksen ja lämmityksen yhtäaikainen toiminta on estetty automatiikan avulla. Tässä työssä ei paneuduta jäähdytyksen kuluttamaan energiankulutukseen.

### **5.4 Rakenteet yleisesti**

Julkisivurakenteet ovat ehjiä pieniä pinnoitemurtumia lukuun ottamatta. Rakenteita ei tutkittu purkamalla. Silmämääräisen tutkimisen perusteella rakenteista ei ole puutteita tai huomauttamista energiankulutuksen kannalta. Ikkunoiden ja ovien pinnoitteet ovat ehjiä ja hyväkuntoisia. Tiivisteet tarkastettiin pistokoemallisesti jokaiselta ilmansuunnalta eikä niissä havaittu kuivumista tai puutteita. Henkilökunta ei ole myöskään havainnut veden tiivistymistä ikkuna pinnoille kuivaushuonetta lukuun ottamatta.

### **5.5 Tilat ja kalusteet**

#### **5.5.1 Vesi ja viemärikalusteet**

Vesikalusteet on uusittu viimeisessä peruskorjauksessa vuonna 1999. WC-istuimet ovat ekonapilla varustettuja. Hanat ovat 1 ote sekoittajia. Kalusteet ovat hyväkuntoisia.

#### **5.5.2 Keittiö**

Kiinteistössä valmistetaan 200–300 ruoka-annosta vuorokauden aikana. Keittiön koneet on uusittu viimeisen saneerauksen yhteydessä vuonna 1999. Koneet ovat hyväkuntoisia eikä henkilökunnan mukaan laitteissa ole ollut suurempia vikoja. Energiasäästön kannalta laitteistoa ei ole syytä uusida. Keittiössä on kylmähuoneet

liha ja vihannestuotteille sekä pakastinhuone. Näiden pinta ala on noin 2 m<sup>2</sup>/ huone. Kylmälaitteisto on kylmä-ainekompressorilla tuotettu, joiden lauhduttimet sijaitsevat pohjakerroksen varastossa Sirkkulassa. Kylmälaitteita ollaan uusimassa, joten tässä työssä niihin ei paneuduta. Keittiön ilmanlaatu ja työskentelylämpötila ovat hyviä henkilökunnan mukaan, varsinkin ilmanvaihtokoneeseen lisätyn jäähdytyksen jälkeen. Tuloilman päätelaitteena toimii piennopeuslaite oven yläpuolella ja poistoista huolehditaan huuvalla huippuimurin avulla.

### 5.5.3 Pesula

Pesukoneet on uusittu 10 vuoden sisällä ja ne ovat energiansäästömalleja. Kuivausrumpuja on kaksi kappaletta, joista toinen on uusittu pesukoneiden yhteydessä, mutta toinen on huomattavasti vanhempi (kuvio 4). Pesulan henkilökunnan mukaan vanhempi kone kuitenkin toimii ja on käytettävyydeltään parempi. Kuivausrumpujen tuottama lämpö siirretään kanavaliitännällä ikkunan ulkopuolelle molemmista koneista. Ilmanlaatu pesulassa ja kuivaushuoneessa oli lämmin ja kostea. Henkilökunnan mukaan kesäaikoina lämpötila nousee tiloissa ja kosteus kuivaushuoneessa saattaa tiivistyä pinnoille tilassa sijaitsevasta kosteudenpoistajasta huolimatta.



Kuvio 4. Pesulan kuivausrummut



## 5.6 Hoitohenkilökunnan kommentteja

Vanhustentalon vastaavan hoitajan mukaan kiinteistössä on viime vuosien aikana ollut kylmä pakkaskeleillä ja taas kesäisin kuuma. Talviaikoina varsinkin käytävillä on havaittu kylmyyttä menneinä vuosina. Loppuvuodesta 2012 käytävillä jouduttiin käyttämään lämpöpuhaltimia (Myllyniemi- Salomäki 2014). Lämpöpuhaltimien käyttö myös selittää korkeat kiinteistösähkön kulutukset loppuvuodesta 2012. Lääkehuoneessa ylläpidetään lämpötilan tarkkailua, jonka mukaan lämpötilat ovat vaihdelleet 22–28 °C vuodenaikasta riippuen. Lääkehuone on noin 8 m<sup>2</sup>:n kokoinen ja varusteissa on myös jäähdyttävä lääkekaappi, joka tuottaa tilaan ei-toivottua lisälämpöä. Henkilökunnan käyttämissä tiloissa pidetään ajoittain ikkunoita auki kuumuuden vähentämiseksi, erityisesti lääkehuoneessa sekä pyykkihuoneessa. Asuintilojen lämpötiloista ei ole tullut palautetta, ainakaan asukkaiden puolesta. Kiinteistön patteriventtiilien huomattiin olevan epäkunnossa vuoden 2013 alussa, joten vuoden 2013 aikana epäkuntoiset patteriventtiilit on uusittu. Kunnostuksen jälkeen ei ole ollut vertailukelpoisia olosuhteita, mutta talviaikaisen kylmyyden kiinteistössä uskotaan johtuneen tästä (Liikala 2014).

## **6 MITTAUSTULOKSET**

Energiakatselmuksen perusteella päädyttiin tutkimaan ilmastoinnin ilmavirtoja sekä lämpötilavaihteluita tarkemmin. Ilmastointikoneiden säätöjä on Karvian kunnan teknisen toimen dokumentoinnin perusteella säädetty viimeksi vuonna 2014.

### **6.1 Ilmanlämpötila**

Mittauksissa tilojen lämpötila vaihteli 20–23.8 asteen välillä. Lämpötiloja mitattiin infrapunalämpömittarilla. Mittaustulos otettiin seinäpinnalta huomioiden, ettei läheisyydessä ollut ilmaventtiileitä, pattereita tai lämpöä tuottavia laitteita. Siitä huolimatta mittaustulokset ovat mittalaitteesta johtuen epätarkkoja. Korkeimmat asteet mitattiin 1. kerroksen tiloissa, jotka olivat suurimmassa käytössä. Alla olevassa taulukossa 9 on saadut mittaustulokset.

Taulukko 9. Tilojen lämpötilamittaukset (ulkolämpötila + 2 °C)

Tila	C	Lämpökuormat
0. kerros		
- henkilökunnan tilat	20	
- pesuhuone	23,5	4 pesukonetta/ 2 kuivausrumpua
- Sirkkula	22,4	
1. kerros		
- Lehtola, käytävä	23,5	
- pääsisäänkäynnin aula	23,8	
- Lääkehuone	23,7	Lääkekaapit lauhduttavat huonetilaan
- Ruokailu/ oleskelutila	23	asukkaita tilassa noin 10 mittaushetkellä
- Leivola, käytävä	23	
- Leivola, asukashuone	22,5	
- Kiurula, käytävä	22,3	
- Kiurula, asukashuone	22,8	
2. kerros		
- käytävä	20	
- oleskelu	22	
- porrashuone 1-2 krs	22,4	
- porrashuone aula	22,4	

## 6.2 Ilmavirtamittaukset

Ilmavirtamittauksilla selvitetään kiinteistön ilman vaihtuvuutta ja mahdollisuuksia ilmavirtojen pienentämiseen. Päätelaitteista saaduilla tuloksilla selvitetään yleiskatsaus ilmavirroista ja huonekohtaisista arvoista. Paine-eromittauksella selvite-

tään kokonaisvaltainen tuloilmavirta ja onko ilmavirtaa mahdollista pienentää Suomen rakentamismääräyskokoelman D2 osan mukaisesti.

### 6.2.1 Ilmavirtamittaukset päätelaitteista

Mittalaitteina käytettiin siipipyörämittaria ja kuumalanka-anemometriä (kuvio 5.). Tarkastelua suoritettiin pistokokein, selvittäen erityisesti asuinhuoneiden sekä ongelmallisen pesula-kuivaushuoneen ilman vaihtuvuutta. Mittaukset suoritettiin klo 10.00–14.00 välillä, jolloin TK01, TK03 ja TK04 kävivät täydellä teholla. Mittaukset suoritettiin ainoastaan näiden koneiden alueella vaikuttavissa päätelaitteissa.



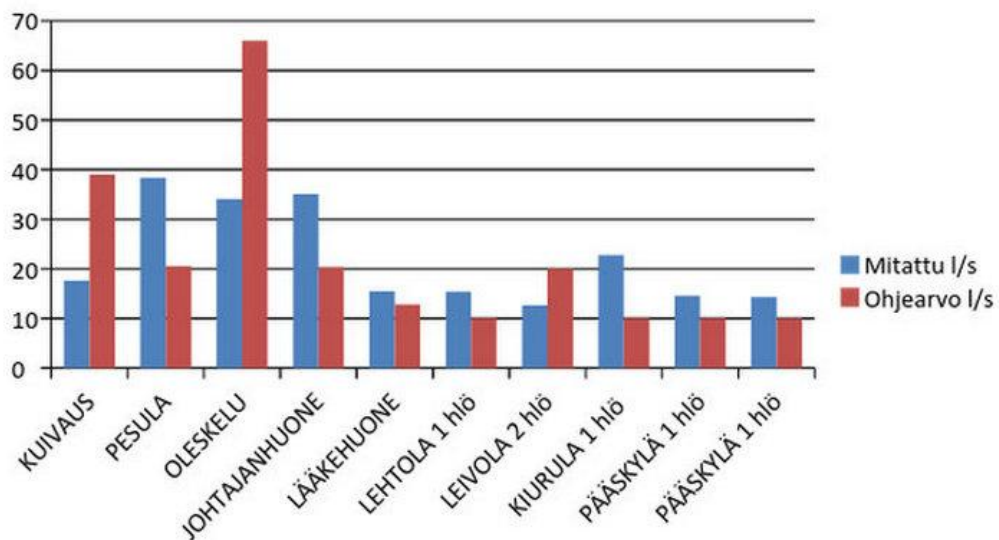
Kuvio 5. Ilmavirtamittauksissa käytetty kuumalanka-anemometri.

Siipipyöräänomometri laitteella tarkkuus on 5–20 % välillä ja kuumalanka-anemometrillä 2–5 % (Korkala & Laksola 2009, 139). Mittalaitteiden kalibrointi tarkistettiin ennen mittauksen aloittamista.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 (2012) on määritelty ilmanvaihtokerroin ja tilakohtaiset ohjearvot tuloilmavirroille. Asukashuoneissa, oleskelutilassa ja käytävissä on käytetty hoitolaitoksen arvoja. Tuloilmavirrat mitoitetaan ensisijaisesti henkilömäärän perusteella (Suomen RAKMK D2 2012, 10).

Taulukko 10. Ohjearvot eri tilojen tuloilmavirralle  $\text{dm}^3/\text{s} / \text{hlö}$  tai  $\text{dm}^3/\text{s} / \text{m}^2$  (Suomen RAKMK D2 2012, 10).

Tila	$\text{dm}^3/\text{s} / \text{hlö}$	$\text{dm}^3/\text{s} / \text{m}^2$
Asukashuone, sairaalan potilashuone	10	
Oleskelutila, sairaalan oleskelutila		3
käytävä		0,5
Pesula		1
Kuivaushuone		2
Toimisto		1,5



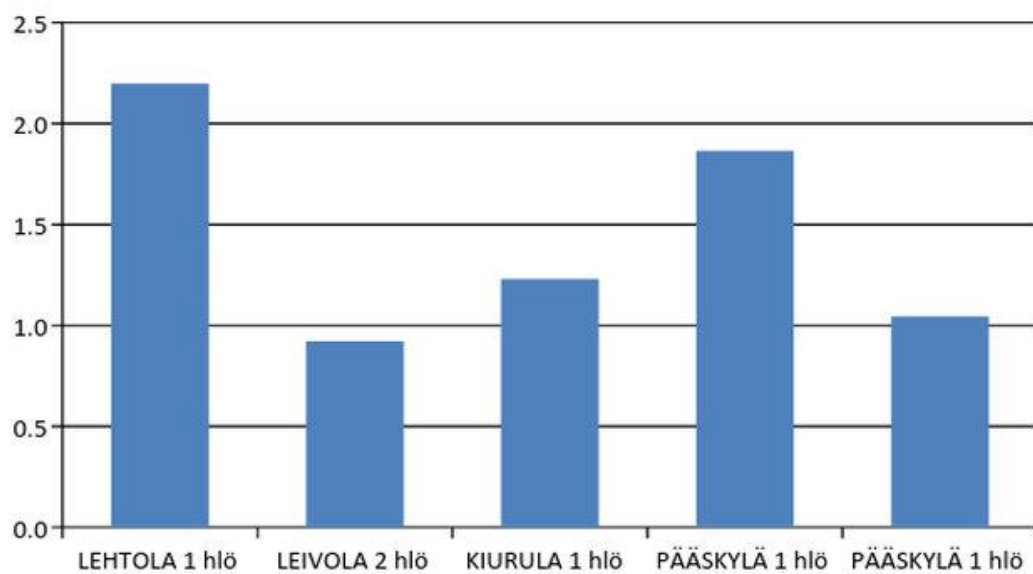
Kuvio 5. Mitatut tuloilmavirrat ja Suomen rakennusmääräyskokoelman (D2) mukaiset ohjearvot (l/s).

Kuviossa 5 verrataan mitattuja ja Suomen rakennusmääräyskokoelma D2 ohjearvoja eri tiloille. Ongelmallisessa kuivaushuoneessa tuloilmavirta ei yllä ohjearvoihin. Kuivaushuoneen päätelaitteissa oli myös huomattavissa epäpuhtauksia (kuvio 6.). Ainoastaan käytävän yhteydessä sijaitsevassa oleskeluhuoneessa on sama tilanne. Oleskelutila on vähäisessä käytössä ja avonainen käytävän kanssa, joten

korvausilmaa on saatavilla myös käytävän tuloilmasta. Yleisesti kiinteistön tuloilma on hieman ylimitoitettu.

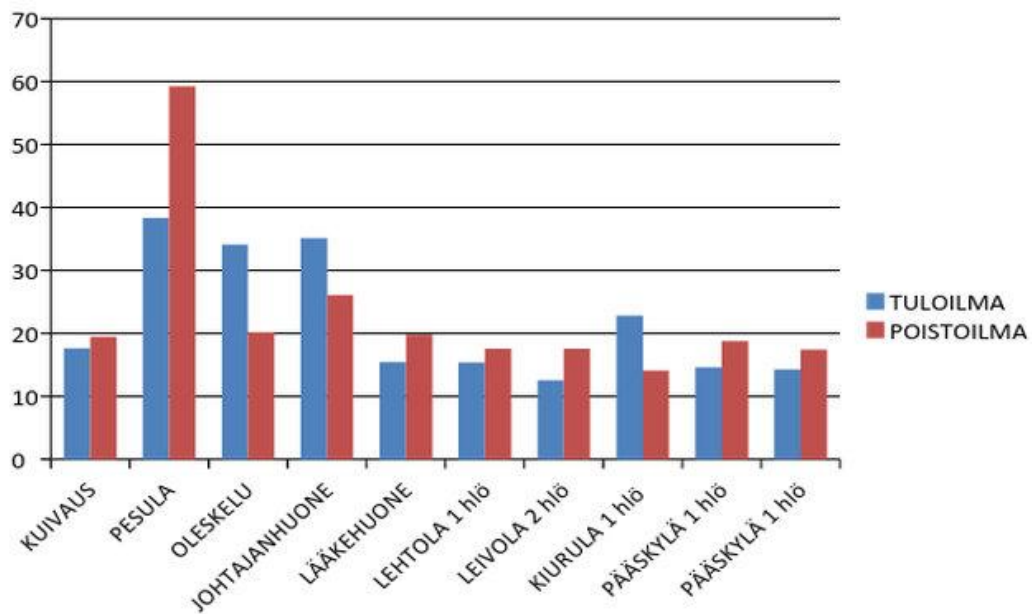


Kuvio 6. Kuivaushuoneen tuloilman päätelaite.



Kuvio 7 Ilmanvaihtuvuuden kerroin asukashuoneissa 1/ h.

Asuntojen ilmanvaihtokertoimen tulee olla vähintään 0,5 1/h. Kyseiset huoneet ovat kuitenkin määritellyt potilashuoneiksi, jolloin on hyvä soveltaa poisto- ja tuloilman suurentamista. (Suomen RAKMK 2012, 29.) Kuviossa 7. kuitenkin nähdään, että poistoilma asuinhuoneessa on riittävä.



Kuvio 8. Tulo- ja poistoilmavirran vertailu huonekohtaisesti (l/s).

Kuviossa 8. on esitetty tulo- ja poistoilmavirrat huonekohtaisesti. Rakennus on suunniteltu alipaineiseksi eli poistoilmavirran pitäisi olla hieman suurempi kuin tuloilmavirta. Kuvioista nähdään, että tuloilmavirta oli suurempi kolmessa mitatussa tilassa: Kiurula, oleskelutila ja johtajan huone.

### 6.2.2 Ilmavirtojen mittaus paine-erolla ilmakehävasta

Tuloilmakoneen 1 kaikkia ilmavirtoja ei pystytty kohtuudella mittaamaan kaikista lähdöistä paine-eroyhdeiden puuttumisen vuoksi. Lukuun ottamatta yhtä mitatuista lähdöistä säätöpellit olivat auki-asennossa, joten voidaan olettaa tuloilmakoneiden ilmavirtojen olevan koneiden ilmavirtojen mukaiset. Liitteessä 3 on esitetty rakennusmääräyskokoelman osan D2 ohjearvojen mukaiset tarvittavat kokonaisilmavirrat tuloilmakoneittain. Tuloksista voidaan havaita, ettei ilmastointikoneiden puolitehon käyntiaikoja voida lisätä Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 osan perusteella.

## 7 LASKENNALLINEN KULUTUS

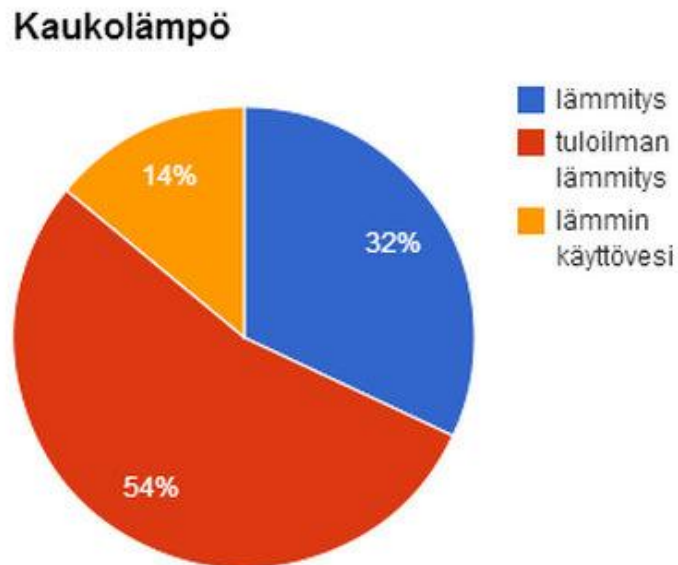
Laskenta on suoritettu kuukausitasolla. Liitteenä 5 on esimerkkilaskelma tammi-kuulta sekä yhteenveto kaikkien kuukausien laskelmista.

Laskennassa on käytetty vuoden 2013 tietoja veden kulutuksesta, sisälämpötilasta ja ilmastointikoneiden säädöistä. Lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on laskettu laskentapalvelut.fi-palvelulla (Liite 4). Ulkolämpötilat ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman D3-osan taulukosta L2.2. Muissa tiedoissa on käytetty Suomen rakennusmääräyskokoelman osien D3 ja D5 tietoja. Vanhainkoti luokitellaan käyttötarkoitukseltaan majoitusliikerakennuksiin (Suomen RAKMK D3 2012, 28).

### 7.1 Lämmitysenergia

Lämmitys- ja lämpimän käyttöveden energiankulutus on laskennallisesti noin 242 000 kWh vuodessa. Ilmastoinnin tarvitsema lämmitysenergia on vuoden 2013 säädöillä noin 286 000 kWh, eli noin 44 MWh enemmän kuin veden ja tilojen lämmityksen tarvitsema energia. Laskennallisesti kaukolämmön kokonaiskulutus on 528 000 kWh vuodessa. Lämmitettävää nettopinta-alaneliötä kohden lämmityskustannukset ovat 244 kWh vuodessa. Verrattaessa tulosta normitettuihin vuosikulutuksiin (kuviossa 2) todellinen kulutus on ollut noin 3–32 kWh neliötä kohden vähemmän kuin laskennallinen kulutus vuosien 2011–2013 aikana.





Kuvio 9. Lämmitysenergian prosentuaalinen jakautuminen laskennallisesti.

Kuvio 9 esittää kaukolämmön jakautumista kiinteistössä. Ilman lämmityksen osuus on huomattavasti suurempi kuin normaalisti kiinteistöissä. Ilmanvaihdon korkeat kulutukset selittyvät normaalia korkeammilla sisäänpuhalluslämpötiloilla sekä vain yhdellä LTO-laitteella.

## 7.2 Kiinteistösähkö

Kiinteistösähkön laskennallista kulutusta ei selvitetty, koska jäähdytysjärjestelmiä ei tässä työssä oteta huomioon. Ilman jäähdytystä laskettu kiinteistösähkön kulutus ei ole vertailukelpoinen todelliseen sähkönkulutukseen.

## 7.3 Laskennallisten ja todellisten kulutusten vertailu

Kuviosta 9. nähdään, että ilmanvaihto kuluttaa suurimman osan lämmitysenergiasta. Laskennallisten tulosten perusteella on syytä kiinnittää huomiota ilmastointijär-

jestelmän energiatehokkuuteen ja mahdollisten parannusten löytämiseen. Kokonaislämmityksen energiankulutus kuitenkin on todellisuudessa hieman pienempi, joten suuria virheellisyyksiä lämmityksen säädöissä ei todennäköisesti ole.

## **8 HUOMIOT**

Seuraavaksi on esitetty huomioita, joilla on mahdollista parantaa energiatehokkuutta. Osioissa on myös esitetty tapoja käyttäjämukavuuden ja rakennuksen käyttöään lisäämiseksi.

### **8.1 Rakenteet**

Rakenteet ovat yleisesti ottaen hyvässä kunnossa. Lisälämmöneristämiseen ei ole järkevää energiasäästösyistä ryhtyä varsinkaan seinä- tai alapohjarakenteissa.

### **8.2 Ikkunat ja ovet**

Ikkunat ja ovet on vaihdettu viimeisessä saneerauksessa 15 vuotta sitten. Puu-metalli ikkunoiden tiivisteiden huoltoväli on 3...12 vuotta (LVI 01-10424 2008, 7). Ohjeesta huolimatta tiivisteiden kunto tarkastetuissa ikkunoissa oli hyvä, eikä kosteuden tiivistymistä ikkunapintoihin henkilökunnan tai asukkaiden havaintojen puolesta ollut.

### **8.3 Sähkölaitteet ja valaistus**

Kiinteistösähkön energiankulutus on suurimmillaan noin klo 6.00–14.00 välisenä aikana, jolloin sekä keittiön että pesulan käyttöaste on suurimmillaan. Keittiön ja pesulan laitteisto on uusittu 10–15 vuotta sitten eikä laitteistoa ole järkevää energiasäästösyistä uusia.

Kiinteistön lämmitykselliset autopaikat ovat 2 tunnin säätökellolla, joten auton pitempiaikainen lämmitys on estetty. Ulkovalaistus on viimeisen talven ollut käytännössä poissa käytöstä lamppujen loppuun palamisen vuoksi. Vanhainkodille on tehty uusi pihasuunnitelma, jonka yhteydessä myös pihavalistus uusitaan. Ulkovalot ovat viimeisestä saneerauksesta saakka toimineet hämäräkytkimellä.

Valaistuksena suurimmassa osassa tiloissa on käytetty pienloisteteholamppuja. Kiinteistössä valo-ohjaus toimii normaaleilla painokytkimillä. Valaistuksen ohjaustapaa ei ole pelkästään energiansäästösyistä järkevää uusia, mutta mahdollisten saneerauksien yhteydessä olisi suotavaa harkita päivänvalo/liiketunnistin käyttöä valaistuksessa varsinkin vähän käytössä olevissa tiloissa, kuten kellarissa ja 2. kerroksessa.

#### **8.4 Kiinteistön käyttö**

Pääskylässä TK04:n vaikutusalueella asustaa vain yksi vakituinen asukas, joka kykenee omatoimisesti kulkemaan kiinteistössä. Käytännössä TK04:n vaikutusalueella on päiväsaikaan ainoastaan pohjakerroksen henkilökunta eli noin 2 henkilöä. Ilmavirrat on kuitenkin mitoitettu täydelle Pääskylän asukasmäärälle eli 8 hengelle.

#### **8.5 Tilojen lämmitys**

Sisälämpötilat kiinteistössä ovat normaalia korkeampia ja lämpötilaeroja on havaittavissa tilojen välillä. Energiakatselmuksessa korkean lämpötilan huoneissa viilenystä ja tuulettusta lisättiin ikkunoita auki pitämällä. Lämmitysverkosto tasapainottamalla tuulettamista saataisiin vähennettyä ja täten myös ilmastoinnin toimintaa tehokkaammaksi. Lämpötilojen tasaisuus kiinteistössä lisää myös käyttäjämukavuutta.

Lämmitysjärjestelmää säädetään Oumanin EH-203-lämmönsäätimellä, joka on hyväkuntoinen. Asetusarvoista vain kesäsulku, syyskuivaus sekä menoveden minimi ja maksimi arvoista olivat käytössä. Oumanin lämmönsäätimeen on mahdollista saada myös muita asetusarvoja, joilla on mahdollista toteuttaa energiansäästöä. Tuuli ja auringonpaisteanturin asennuksella menoveden lämpötilaa voidaan laskea ja nostaa tuulisella tai aurinkoisella ulkoilmalla asetusten mukaisesti. Ra-

kenteisiin varastoitunut lämpö voidaan ottaa huomioon ulkolämpötilan hidastustoiminnalla, joka hidastaa menoveden nousua äkillisen ulkolämpötilamuutoksen jälkeen (Käsikirja Ouman EH-203 2014, 6–7). Tässä kohteessa asetusarvojen käyttöönottoa ei kuitenkaan ole hyödyllistä ottaa käytäntöön, koska ilmastoinnin lämmitysenergian tarve määrää menoveden lämpötilan.

## 8.6 Käyttövesi

Suomen rakennusmääräyskokoelma D3–osassa käytetään majoitusliikerakennuksen ohjearvona lämpimän käyttöveden energiankulutukseen vuodessa 40 kWh/(lämmitettävä nettom<sup>2</sup>). Vanhainkodin kulutuslukema käyttöveden lämmitykseen olisi 85,5 MWh ohjearvoja käytettäessä. Laskelmien perusteella käyttöveden todellinen energiankulutus oli vuonna 2013 noin 70 MWh/vuosi. Vähäisen kulutuksen vuoksi käyttöveden putkiston tai säätöjen kuntoa tutkittiin vain näkyviltä osin ilman mittalaitteita. Lämpimän käyttöveden menolämpötila on 60 °C ja tulolämpötila 55 °C. Lämpötilat ovat Suomen rakennusmääräys D1–osan mukaiset. Näkyviltä osin käyttövesiputket ovat eristettyjä. Käyttöveden energiansäästöön ei ole parannusehdotuksia.

## 8.7 Ilmanvaihto yleisesti

Osassa huoneissa ilmastoinnin päätelaitteita oli säädetty viimeisen ilmastoinnin tasapainotuksen jälkeen, mikä on aiheuttanut muutamiin tiloihin ylipaineen. Rakennusteknisistä syistä olisi suotavaa säätää ja tasapainottaa huoneiden pääteventtiilit alipaineen saavuttamiseksi kiinteistöön. Yleisesti ottaen pääteilmalaitteet olivat päällisin puolin puhtaita ja hyväkuntoisia. Osassa oli kuitenkin huomattavissa ajan tuomaa pölyä ja muuta epäpuhtautta sisä- ja ulkopuolella. Päätelaitteiden ajoittainen puhdistus ja tarkkailu ovat jatkossa suotavia toimenpiteitä.

Ongelmallisen pyykinkuivaushuoneen ilmanvaihto oli puutteellinen. Suomen rakennusmääräyskokoelma D2–osassa on annettu kuivaushuoneen ohjeelliseksi

poistoilman arvoksi 2 dm<sup>3</sup>/ s (m<sup>2</sup>) ja tuloilman 1 dm<sup>3</sup>/ s (m<sup>2</sup>). Kuivaushuoneen pinta-ala on 20 m<sup>2</sup>. Tuloilman ohjearvoksi saadaan näin 20 dm<sup>3</sup>/ s ja poistoilman 40 dm<sup>3</sup>/ s. Kuviosta 5. nähdään mitatun poistoilman olevan noin 20 dm<sup>3</sup>/ s, joka on vain puolet tarvittavasta. IV-suunnitelmista nähdään, että kuivaushuoneen poistoilmasta huolehtii huippuimuri TK04PF03. Katselmus hetkellä PF03 oli asetettu käymään puoliteholla. Rakenteiden ja käyttömukavuuden kannalta olisi suositeltavaa asettaa PF03 käymään täydelläteholla ja mittauksilla selvittää saadanko poistoilmavirta toimenpiteellä ohjearvoon vai onko kanaviston lisätutkimuksille tarvetta.

## 8.8 Ilmastointikoneet ja säädöt

Lämmönvaihtimelta lähtevä menovesi määräytyy ilman lämmityksen tarvitseman tehon mukaan. Liitteestä 4 nähdään, että TK02:n lämmityspatteri tarvitsee suurimman tehon ja lämmityspatterin menoveden lämpötila oli korkein. Vähennettäessä ilmastoinnin lämmityspatterin tarvitsemaa energiaa saataisiin vähennettyä koko lämpöverkoston menolämpötilaa. Uudisrakennuskohteilla on normaalisti ilmastoinnin lämmityspatterilla oma lämmönvaihdin ja säätöpiiri. Järjestelmän jälkiasennus pelkästään energiansäästön vuoksi ei tässä kohteessa ole järkevää. Tuloilmakoneessa 1 raitisilman lämpötilaa ennen ja jälkeen lämmöntalteenottoa ei voitu katselmushetkellä varmuudella sanoa.

Lämmöntalteenoton lämpötilamittareiden puutteiden korjaus auttaa kiinteistöhoitajia huomaamaan mahdolliset viat järjestelmässä, jolloin vikojen aiheuttamasta energiankulutukselta vältytään. Investointina kiinteistölle voidaan harkita lämmöntalteenoton lisäämistä myös koneille TK03 ja TK04. Lämmöntalteenotolla saataisiin ilmastoinnin energiankulutuksia vähenemään sekä vähennettyä energiahukkaa.

Rakennusmääräyskokoelmassa osassa D5 ohjearvona tuloilman lämpötilalle on laskennallisesti käytetty +15...+18 °C (Suomen RAKMK D5 2012, 24). Ilmastoinnin tuloilmat tarkasteluhetkellä olivat +19...+22 °C. Tuloilman lämpötiloja on mah-

dollista laskea noin 2 °C menettämättä asukkaiden viihtyvyyttä. Toimenpiteellä ei saavuteta suuria energiansäästöjä, mutta säästytään ilmanjakelun aiheuttamasta lämpöhäviöstä välikatolle. Lämpötilan laskemisella saadaan myös lämmitysverkoston menoveden lämpötilaa laskettua ja siten tehokkaampi lämmitysverkoston toiminta.

## 9 EHDOTETUT SÄÄSTÖTOIMENPITEET JA KUSTANNUKSET

Energiansäästölaskelmissa kaukolämmön tariffina on käytetty viitteellistä arvoa  
1 MWh = 60 €

### 9.1 Ilmastointi

#### 9.1.1 Ilmastointikoneiden tulolämpötilan ja käyntiaikojen säätö

Ilmastointikoneiden tehon puolittamista nykyisillä mittaustiedoilla on liian epävarmaa suorittaa. Ilmavirtojen tarkemman tutkimisen ja tasapainotuksen jälkeen on mahdollista saada vähäisiä energiansäästöä käyntiaikoja muuttamalla. Ilmastointin sisäänpuhalluslämpötiloja laskemalla saadaan liitteen 5. mukaiset energiakulutukset ilman lämmitykselle.

#### 9.1.2 Peltimoottorin kunnostus

Lämmöntalteenoton peltimoottori on ollut epäkunnossa vuosien ajan. Säätopeltiä säädetään käsivoimin kesäsulkuun ja auki. Peltimoottorin epäkunto aiheuttaa energiahukkaa vuodenaikoina, jolloin lämpötilat vaihtelevat suuresti vuorokauden aikana ja tuloilma virtaa lämmöntalteenoton ohitse. Vaarana on myös inhimillinen riski, eli pellin unohtaminen kiinni-asentoon syksyisin. Talvikuukausina on myös LTO-laitteen jäätyminen vaara.

#### 9.1.3 LTO:n lisääminen tuloilmakoneisiin TK03 ja TK04

Lämmöntalteenottojen lisäämisen vaikutus lämmitysenergiankulutukseen on liitteessä 4. Lisättävien lämmöntalteenottojen hyötysuhteena on käytetty 60 prosenttia.



LTO laite TK01

nettoenergiankulutus 286 MWh

LTO laitteet TK01,TK03,TK04

energiankulutus 189 MWh

Säästö 279- 186= 97 MWh/ vuosi

1 MWh= 60 €

97\*60 = 5 820 €/ vuosi

Investointiarvio on noin 30 000 € (alv 0 %). Kustannukset ovat eritelty liitteessä 7.

Investointiarviossa ei ole otettu huomioon:

- sähkötöiden osuutta
- kanavien eristämistä
- mahdollisia rakenteiden purkua/uusimista

Takaisinmaksuaika on 5,2 vuotta ilman indeksikorotuksia.

## 9.2 Tilojen lämmitys

Rakennuksessa ilman lämpötila vaihteli suurimmillaan 3,8 °C. Lämpötilan vaihtelut eivät vielä ole hälyttäviä, mutta eri tilojen välisiä lämpötilavaihteluita oli suositeltavaa tarkkailla ja verkosto tasapainottaa vaihtelun vielä kasvaessa (LVI 19-10399 2006, 4). Lämmitysverkoston tasapainotuksen ja tuloilman lämpötilan laskun jälkeen on mahdollista laskea menoveden lämpötilaa. Liitteessä 6 on esitetty laskennallisesti mahdolliset säästöt, jos tilojen lämpötilaa lasketaan 1 °C ja sisään puhalluslämpötilaa noin 2 °C.

Nykyisillä säädöillä

528 MWh

Lämpötila – 1 °C ja sisänpuhallus lämpötila 19–20 °C välillä

503 MWh

Energiansäästö

$528 - 503 = 25$  MWh/ vuodessa

1 MWh = 60 €

Yhteensä 1 500 €/ vuodessa

## 10 YHTEENVETO

Todellisessa ja laskennallisessa lämpöenergiankulutuksessa ei ollut havaittavissa suurta eroa, joka viittasi säätöjen olevan oikein ja toimivan tarvittavalla tavalla. Laskennallisten tulosten perusteella ilmastoinnin ilmanlämmitykseen kuluva energiamäärä on suhteellisen suuri verrattaessa tilojen ja käyttöveden lämmitykseen. Kiinteistön jäähdytysjärjestelmiin ei otettu kantaa, jonka vuoksi kiinteistösähkön laskennallinen arvo ei olisi ollut vertailukelpoinen todelliseen kulutukseen, joten vertailu jätettiin suorittamatta kiinteistösähkön osalta. Energiakatselmuksessa todettiin rakenteiden ja eristeiden olevan hyvässä kunnossa. Myös vesikalusteet ja sähkölaitteet olivat pääosin uusia ja energiaystävällisiä. Lämpötilavaihteluita ja ilmavirtausten vähäisyyttä oli havaittavissa mittauksissa sekä henkilökunnan kommenttien perusteella. Mittausten tuloksia verrattiin määräysten mukaisesti ohjearvoihin, jonka perusteella todettiin ilman riittämättömyys esimerkiksi kuivaushuoneessa. Ilmastointikoneiden kunnossa huomattiin joitain korjausehdotelmia, kuten peltimoottorin epäkunto sekä ilman lämpötilaa mittaavien mittareiden puutteita. Ilmastoinnin tuloilman lämpötilat olivat myös normaalia korkeammat, joka lisää energiankulutusta ilmastoinnin lämmityksen osalta. Lämmitysjärjestelmän osalta ehdotetut säästötoimenpiteet koostuivat lähinnä lämmitysjärjestelmän ja ilmastoinnin tasapainotuksella saatavista säästöistä. Suurempana investointina on ehdotettu lämmöntalteenoton lisäämistä myös muihin tuloilmakoneisiin nykyisen yhden lämmöntalteenoton lisäksi.

## LÄHTEET

- Haahtela, Y & Kiiras, J. 2013. Talonrakennuksen Kustannustieto. Helsinki: Haahtela–Kehitys
- Korkala, T & Laksola, J. 2009. Ilmastointi: hoito ja huolto. 4. uud. p. Helsinki: Kiinteistöalan Kustannus Oy
- Käsikirja Ouman EH-203, lämmönsäädin. 21.04.2014. [verkkopublication]. Kempele: Ouman. [Viitattu 21.04.2014]. Saatavana: [http://www.ouman.fi/files/kayttoohjeet/eh-203\\_suomi\\_net.pdf](http://www.ouman.fi/files/kayttoohjeet/eh-203_suomi_net.pdf)
- Liikala, O. 2014. Vanhainkodin kiinteistöhoitaja. Karvian kunta. Haastattelu 14.3.2014.
- LTO:n vuosihyötysuhdelaskuri. 22.3.2014. [verkkopalvelu]. D.O.F teach, Saint-Gobain rakennustuotteet OY. Vaatii käyttöoikeuden.
- LVI 01-10364. 2003. Energiakatselmus. Palvelusektori, teollisuus ja energia-ala. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-keskusliitto
- LVI 01-10424. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-keskusliitto
- LVI 10-10536. 2013. Lämmitystarveluku. Rakennusten energiankulutuksen seuranta. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS
- LVI 19-10399. 2006. Lämmitä oikein, vesikeskusjärjestelmän käyttäjän ohje. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-keskusliitto
- Lämmitystarveluku. 28.3.2014. [Verkkosivu]. Helsinki: Ilmatieteen laitos. [Viitattu 28.3.2014]. Saatavana: <http://ilmatieteenlaitos.fi/lammitystarveluvut>
- Myllyniemi–Salomäki, S. 2014. Vanhainkodin vastaava hoitaja. Pohjois-Satakunnan peruspalvelu–liikelaitosyhtymä. Haastattelu 14.3.2014.
- Suomen RAKMK D1. 2007. Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot, määräykset ja ohjeet 2007. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Suomen RAKMK D2. 2012. Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Suomen RAKMK D3. 2011. Rakennusten energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö

Suomen RAKMK D5. 2013. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet 2012. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RT 52-10801. 2003. Vesikiertoinen lattialämmitys. Helsinki: Rakennustietosäätiö  
RTS

## **LIITTEET**

LIITE 1. Vanhainkodin pohjapiirrokset

LIITE 2. Tuloilmakoneiden teknisiä tietoja

LIITE 3. Ilmavirtojen ohjearvot tuloilmakoneittain

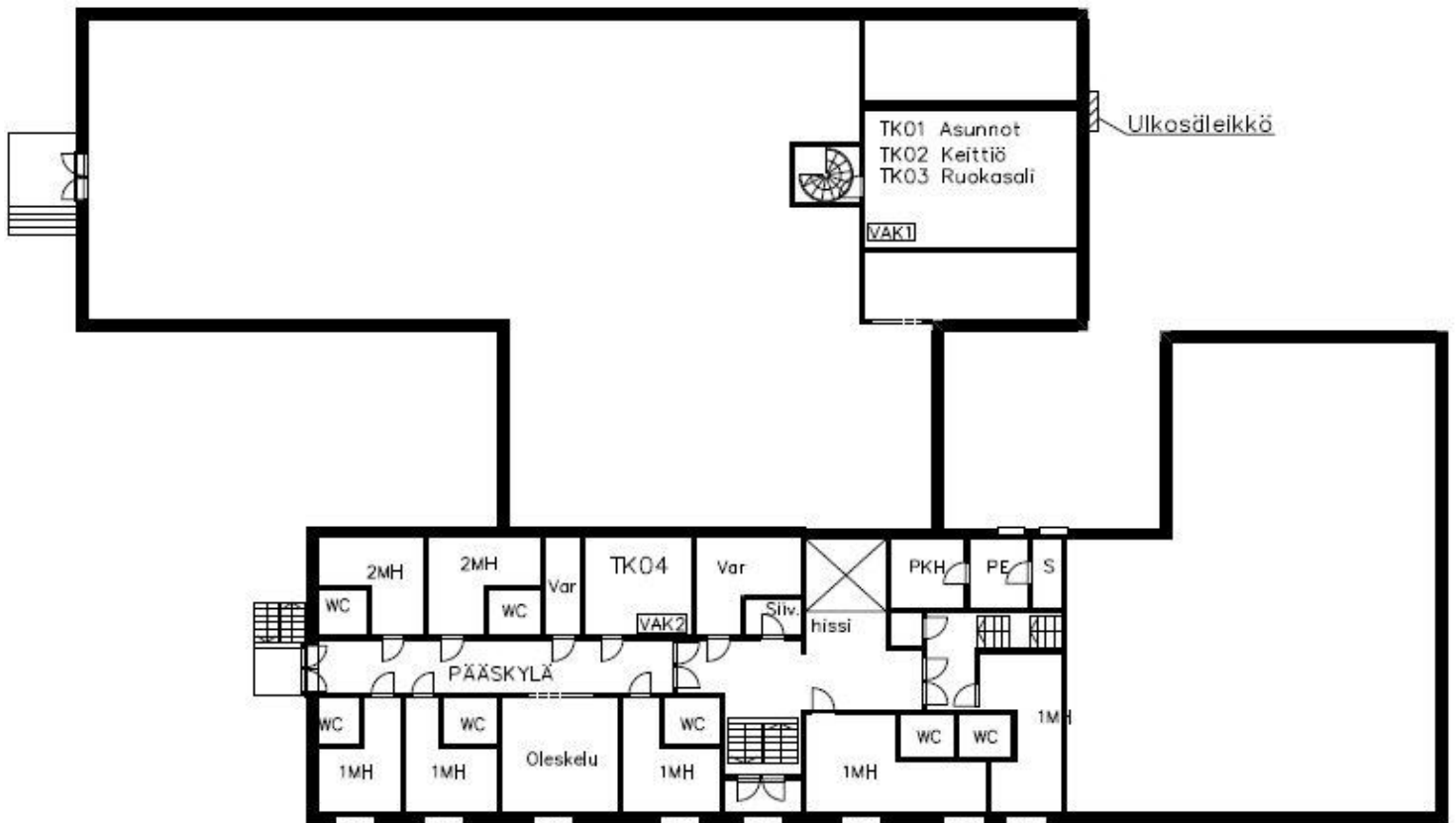
LIITE 4. LTO: n vuosihyötysuhteen laskenta

LIITE 5. Lämmitysenergian kulutuslaskenta, nykyiset säädöt

LIITE 6. Lämmitysenergian kulutuslaskenta, uudet säädöt

LIITE 7. TK03 ja TK04 lämmöntalteenotto, kustannusarvio







Taulukko 2. Tuloilmakone 1

TK1	m <sup>3</sup> /s	Vaikutusalue
TK01 radiaalipuhallin	1,08/ 0,54	Asunnot
PF01, radiaalipuhallin	1,16/ 0,58	Asunnot
LTO	levylämmönsiirrin 60 %	Poistoilma asunnoista
Lämmityspatteri	32 kW virtaus 0,38 dm <sup>3</sup> /s	vesi 50/70 ilma -15/20 C

Taulukko 2. Tuloilmakone 2

TK2	m <sup>3</sup> /s	Vaikutusalue
TF01 radiaalipuhallin	1,12/ 0,56	Keittiö
PF01, huippuimuri	1,14/ 0,57	Keittiö
Lämmityspatteri	47 kW virtaus 0,56 dm <sup>3</sup> /s	vesi 50/70 ilma -15/20 C

Taulukko 3. Tuloilmakone 3

TK3	m <sup>3</sup> /s	Vaikutusalue
TF01 radiaalipuhallin	0,525/ 0,26	ruokailu
PF01, huippuimuri	0,53/ 0,27	ruokailu
Lämmityspatteri	22 kW virtaus 0,26 dm <sup>3</sup> /s	vesi 50/70 ilma -15/20 C

Taulukko 2. Tuloilmakone 4

TK4	m <sup>3</sup> /s	Vaikutusalue
TK01 radiaalipuhallin	0,74/ 0,37	B osa
PF01, huippuimuri	0,36/ 018	
PF02, huippuimuri	0,09/ 0,05	½ teholla
PF03, huippuimuri	0,3/ 0,15	
Lämmityspatteri	30 kW virtaus 0,36 dm <sup>3</sup> /s	vesi 50/70 ilma -15/20 C

D2 osan mukaiset tuloilmavirrat tuloilmakoneittain			
	hlö/ m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> / s (hlö/ m <sup>2</sup> )	m <sup>3</sup> / s
<b>TK01</b>			
36 hlö	36	0,01	0,36
(31 asukasta + 5 henkilökunta)			
Oleskelu	58,5	0,003	0,1755
käytävät	234	0,0005	0,117
sauna	5	0,002	0,01
pkh	7,5	0,002	0,015
ph	9	0,003	0,027
toimistot	35	0,0015	0,0525
taukotila	19,5	0,005	0,0975
yht.			0,855
<b>TK02</b>			
Valmistuskeittiö	72,5	0,015	1,0875
yht.			1,09
<b>TK03</b>			
ruokailu/ oleskelu	86	0,005	0,43
toimisto	20	0,0015	0,03
yht			0,460
<b>TK04</b>			
2 asukas	2	0,01	0,02
(1asukas+1 henkilökunta)			
muut huoneet	40,5	0,001	0,0405
oleskelu	14,5	0,005	0,0725
s	5	0,002	0,01
ph	19	0,003	0,057
pkh	43	0,002	0,086
pyykki	37	0,002	0,074
pyykin pesu	20,5	0,001	0,0205
käytävä	134	0,0005	0,067
yht.			0,4475

Nykyisten tuloilmakoneiden ilmavirrat:		1 teho	1/2 teho
	TK	m <sup>3</sup> / s	m <sup>3</sup> / s
	TK01	1,08	0,54
	TK02	1,12	0,56
	TK03	0,525	0,263
	TK04	0,74	0,37

**Ilmanvaihtojärjestelmän päätiedot:**

Rakennuskohde:	Vanhustentalo
Rakennustyyppi:	Palvelutalo
Laskelman tekijä:	Johanna Räikkälä
Päiväys:	27.03.2014
Säävyöhyke:	III Jyväskylä TRY 2012
LTO-koneiden lukumäärä:	2
Koneellisten poistojen lukumäärä:	0

**LTO-koneet:**

	1	2
Koneen nimi:	LTO-Kone 1	LTO-Kone 2
Palvelualue:	asunnot 1 teho	asunnit 1/2 teho
Käyttötapa:	päiväaika	yöaika
Tuloilmavirta (m <sup>3</sup> /s):	1.080	0.540
Poistoilmavirta (m <sup>3</sup> /s):	1.160	0.580
Käyttöilmavirtakerroin:	1.0	1.0
Käyntiaikatekijä (h/vrk):	15	9
Käyntiaikatekijä (vrk/vko):	7	7
Poistoilmavirran KA (m <sup>3</sup> /s):	0.725	0.217
Laitteen vuosihyötysuhde:	53.7	53.7

**Keskimääräinen ilmanvaihtomäärä: 0.943 m<sup>3</sup>/s**

(Tämä on suunnitteluarvo, kaikille muille paitsi rakennusluokalle 9 käytetään standardikäytön arvoista saatavaa arvoa)

**Järjestelmän kokonaisvuosihyötysuhde: 53.7 %**

(Käytetään tasauslaskennassa ja RakMk D3 2012 määräysten mukaisuuden osoittamisessa)

**Laskennan lisätiedot:**

Laskenta suoritettu Ympäristöministeriön monisteen 122 (2003) mukaisesti.

Säätiiedot on testivuoden TRY 2012 tai 1979 arvoja laskijan valinnan mukaisesti.

Tasauslaskentaa ja E-lukulaskentaa varten tulee laskennassa käyttää säävyöhykkeen I tietoja ja suunnitteluilmamääriä kohteen sijaintipaikkakunnasta riippumatta.

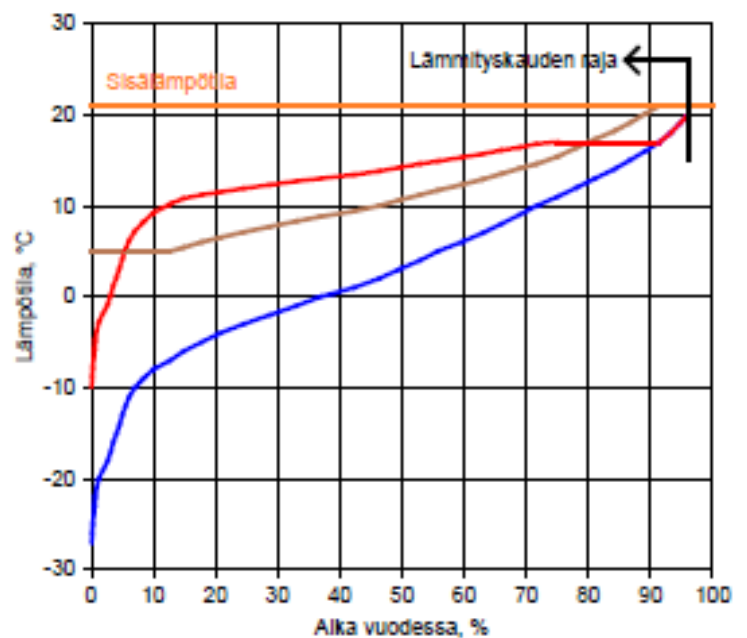
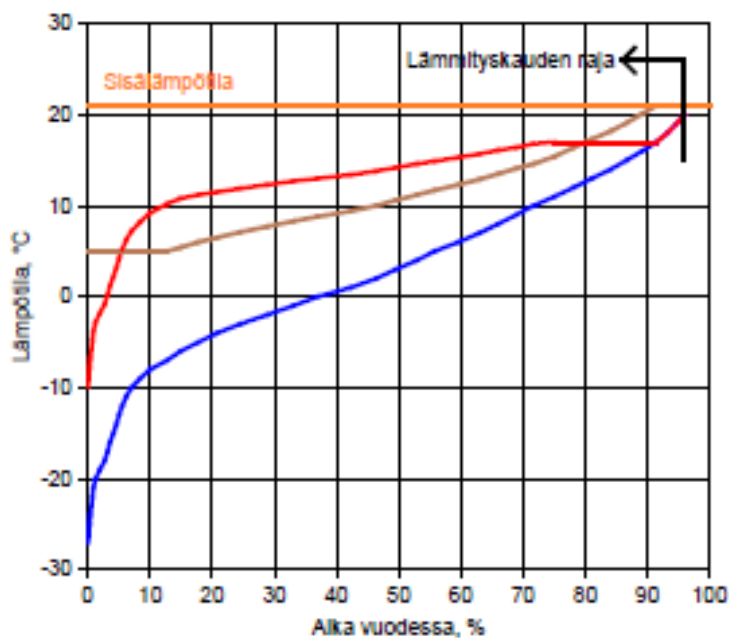
**LTO:n vuosihyötysuhteen laskenta LTO-koneittain:**

Laskennan lähtötiedot:	LTO-kone 1:	LTO-kone 2:
Tuloilman lämpötilahyötysuhde, %	60	60
Jäteilman minilämpötila, °C	5	5
Huonelämpötila °C	21	21
Tuloilman maksimilämpötila °C	17	17
Tuloilmavirta, l/s	1080	540
Poistoilmavirta, l/s	1160	580
Lämmityskauden raja °C	20	20

**Laskentatulokset:**

Poistoilman vuosihyötysuhde	53.7 %	53.7 %
-----------------------------	--------	--------

Ulkoilman lämpötilan pysyvyys		Jäteilman lämpötila	
Tuloilman lämpötila LTO:n jälkeen		Sisäilman lämpötila	



## TILOJEN LÄMMITYSENERGIAN NETTOTARVE

## RAKENTEET JOHTUMINEN

Q Kylmäsiilat	lk	$\psi_k$	Ts °C	Tu °C	$\Delta t$ h		kWh/ a	
Maatavasten	198	0,24	22	10,57	744	1000	404,1063	D5, 16- 17
Maatavasten, kellarin nurkka	19	0,06	22	10,57	744	1000	9,694469	
Us-Us ulkonurk	75	0,06	22	-3,97	744	1000	86,94756	
Us-Us sisänurk	64	-0,06	22	-3,97	744	1000	-74,1953	
Us-Vp	0	0	22	-3,97	744	1000	0	
US-YP	206	0,04	22	-3,97	744	1000	159,2106	
ikkunat ja ovet	480	0,04	22	-3,97	744	1000	370,9763	
							956,74	
Q Rakenteiden läpi	Ui	Ai m <sup>2</sup>	Ts °C	Tu °C	$\Delta t$ h		kWh/ a	
Seinät ulkoilma	0,35	846	22	-3,97	744	1000	5721,149	D5, 16
Seinät puolilämmintila	0,35	58	22	-3,97	744	1000	392,2301	
seinät maatavasten	0,28	369	22	10,57	744	1000	878,625	
AP maatavasten	0,28	1028	22	10,57	744	1000	2447,768	
YP	0,17	1050	22	-3,97	744	1000	3448,92	
ikkunat	1,71	176	22	-3,97	744	1000	5815,053	
ovet	1,4	30	22	-3,97	744	1000	811,5106	
Vaipan pinta-ala m <sup>2</sup>		3557					19515,26	

## VUOTOILMA

Q v Vuotoilma	pi	cpi	qv vuoto	Ts	Tu	$\Delta t$	1000	kWh/ a	
q50 arvona käytetään 4	1,2	1000	0,16	22	-3,97	744	1000	3709,8	D5, 19-20

## TUULOILMA

Q v tuloilma	td	tv	pi	cpi	qv tulo	Ts °C	Tsp °C	$\Delta t$ h		kWh/ a
TK02 1/2 teho	0,66	1	1,2	1000	0,56	22	19	744	1000	989,9366
TK03	1	1	1,2	1000	0,525	22	21	744	1000	468,72
TK01 ja TK04 sisäänpuhallusläpötila sama kuin sisälämpötilan asetusarvo										1458,7

D5, 22-23

## KORVAUSILMA

Q v korvausilma	pi	cpi	qv korvausilma	Ts °C	Tu °C	$\Delta t$ h	1000	kWh/ a	
Tuloilma 2,9 m <sup>3</sup> /s									D5, 23
Poistoilma 3 m <sup>3</sup> /s	1,2	1000	0,1	22	-3,97	744	1000	2434,5	

## LÄMMITYSENERGIAN TARVE (EI LÄMPÖKUORMIA)

Q tila kWh/ kk
28075

## NETTO LÄMMITYSENERGIANTARVE

Q lämmitys tila netto kWh/ a	Q tila	Q sis.lämpö	
	28075	7954	20121

## NETTO LÄMMIN KÄYTTÖVESI

Lämmin käyttövesi	$\rho$ v	c pv	V lkv m <sup>3</sup>	T lkv °C	T kv °C	3600	kWh/ a	
Q lkv, netto	1000	4,2	93,75	55	5	3600	5468,75	D5, 24

## LÄMPÖKUORMAT

	k	p	td	tw	744		kWh/m <sup>2</sup>		
valaistus	0,3	14	1	1	744	1000	3,1	D3, 19	
kuluttajalaitteet	0,3	4	1	1	744	1000	0,9		
ihmiset	0,3	4	1	1	744	1000	0,9		
							4,9	Netto pinta-ala kWh/ a	
								2162	10616

IKKUNAT	G säteily	F läpäisy	A ikk	g	kWh/ a	g koht.suor.	g
etelä	12,90	0,56	36,00	0,63	163,84032	0,70	0,90
itä	3,80	0,56	58,00	0,63	77,75712	F kehä	F verho
länsi	3,80	0,56	69,00	0,63	92,50416	0,75	0,30
pohjoinen	6,20	0,56	13,00	0,63	28,43568		1,00
	taulukko L2.3 D3					D5, 30-33	
						G säteily: D3, 30	
					363		



## KÄYTTÖVEDEN KIERTO

Kiertohäviö 40734 kWh/a	50 %	71	D5, 33
-------------------------	------	----	--------

Q lämpökuorma kWh/a	11050	D5, 34
------------------------	-------	--------

## LÄMMITYKSESSÄ HYVÄKSI KÄYTETTÄVÄ LÄMPÖKUORMA

y	0,39	η lämpö	0,72	D5, 34-36
H tila	1453			
t	0,11			
a	1,01			

Q sis.lämpö	η lämpö	Q lämpökuorma	D5, 34
	0,72	11050	7954

## NETTO ENERGIANKULUTUKSET

Lämmitysjärjestelmän energiankulutus		D5, 15
Tilat	Q läm.tilat netto	
	20121	

Lämmin käyttövesi	Q lkv netto	D5, 24
	5469	

## LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN KIERTOHÄVIÖ

Q lkv kierto kWh/ kk	t lkv		
kiertohäviö	L lkv	pumppu	
	50	93	0,365
			141

D5, 42

H tila					
Q tila	Ts	Tu	Δt h	1000	
28075	22	-3,97	744	1000	1453,028
t					
Crak	Htila				
160	1453,028256				0,110115
a					
1	t	15			
1	0,110114858	15			1,007341
η lämpö					
1	y	a			
1	0,39	1,007341			0,719857

D5, 34-36

## ILMANVAIHDON LÄMMITYSENERGIAN NETTOTARVE

tammikuu

D5, 20-22

TK	td	tv	pi	Cpi	tulo m³/s	Tsp C°	Δτ	ajanjakso h	kerroin	Qiv kWh/ kk	MWh/ kk	TK MWh/ kk
TK01	0,62	1,00	1,2	1000	1,16	22	0,5	744	1000	6736,3	6,7	8,8
TK02	0,66	1,00	1,2	1000	0,56	19	0,5	744	1000	7414,6	7,4	7,4
TK03	0,62	1,00	1,2	1000	0,525	21	0,5	744	1000	7111,1	7,1	9,4
TK04	0,58	1,00	1,2	1000	0,74	22	0,5	744	1000	9759,8	9,8	13,3
TK01 yö	0,38	1,00	1,2	1000	0,58	22	0,5	744	1000	2037,2	2,0	
TK03 yö	0,38	1,00	1,2	1000	0,28	21	0,5	744	1000	2293,9	2,3	
TK04 yö	0,42	1,00	1,2	1000	0,37	22	0,5	744	1000	3505,7	3,5	
<b>yht.</b>										<b>38859</b>	<b>38,9</b>	

	Tu °c	ηiv	Poisto m³/s	Tulo m³/s	Ts °C	C° LTON
TK01	-3,97	0,537	1,16	1,08	22	11,0
TK02	-3,97	0				-4,0
TK03	-3,97	0				-4,0
TK04	-3,97	0				-4,0
TK01 yö	-3,97	0,537	1,16	1,08	22	11,0
TK03 yö	-3,97	0				-4,0
TK04 yö	-3,97	0				-4,0

td	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaika h/ vrk
tv	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen viikkoinen käyntiaika d/ vk
pi	ilman tiheys kg/ m³
Cpi	ilman ominaislämpökapasiteetti 1000 J/(kg K)
Δτ	Ilman lämpötilan nousu puhaltimessa
Ts	Sissäpuhallus lämpötila
LTON	Ilman lämpötila LTO laitteen jälkeen

## KIINTEISTÖN LÄMMITYSENERGIANKULUTUS

YHTEENVETO	Q tilat netto	Q lkv	Q lkv kierto	Q ilmastointi	Q kk	Todel.kulutus 2011-2013 keskiarvo
TAMMIKUU	20121	5469	141	38859	70	71
HELMIKUU	18289	5469	141	35859	65	68
MAALISKUU	18168	5469	141	36650	66	66
HUHTIKUU	11970	5469	141	24580	46	46
TOUKOKUU	8247	5469	141	15451	32	26
KESÄKUU	5155	5469	141	9617	22	15
HEINÄKUU	3193	5469	141	5059	15	11
ELOKUU	3904	5469	141	7045	18	15
SYYSKUU	7017	5469	141	15307	30	25
LOKAKUU	10869	5469	141	22698	43	43
MARRASKUU	15088	5469	141	30731	56	48
JOULUKUU	18121	5469	141	36030	65	62
					528	496
Q netto	140141	65628	1692	277885		
hyötysuhde kerroin	0,85	0,97				
kWh/a	164872	69350		277885		
Q lämmitys	Q lämmitys tilat	Q lämmitys lkv	Q iv	η kaukolämpö		
	164872	69350	277885	0,97		
	D5, 38-40	D5, 41- 43	D5, 20-22	D5, 44-45	kWh/ a	
					527945	



## LÄMMITYSENERGIAN TARVE sisäänpuhalluslämpötila 19-20 °C, sisälämpötila 21 °C

YHTEENVETO	Q tilat netto	Q lkv	Q lkv kierto	Q ilmastointi	Q lämmitys/kk	tod. Läm 2013
TAMMIKUU	20245	5469	141	36725	63	70
HELMIKUU	18479	5469	141	33932	58	60
MAALISKUU	18373	5469	141	34516	58	78
HUHTIKUU	12038	5469	141	22515	40	49
TOUKOKUU	8247	5469	141	13318	27	21
KESÄKUU	5213	5469	141	7552	18	14
HEINÄKUU	3245	5469	141	2925	12	14
ELOKUU	3961	5469	141	4911	14	15
SYYSKUU	7185	5469	141	13242	26	26
LOKAKUU	10944	5469	141	20564	37	43
MARRASKUU	15164	5469	141	28666	49	46
JOULUKUU	18201	5469	141	33896	58	57
					461	493
Q netto	141296	65628	1692	252760		
hyötysuhde kerroin	0,85	0,97				
kWh/a	166231	69350		252760		
Q lämmitys	Q lämmitys tilat	Q lämmitys lkv	Q iv		η kaukolämpö	
	166231	69350	252760		0,97	
						kWh/ a 503445

## Rakennusosa-arvio

Bruttoala 700 bmq2

Laskelma							Vertailutaso		
Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	yks/bmq <sup>2</sup>	€/bmq <sup>2</sup>	yks/bmq <sup>2</sup>	€/bmq <sup>2</sup>	Ero
	<b>ILMANVAIHTO-OSAT</b>								
221	Tulolilma								
2211	Tulolilman alueosat				0	0,0			0,0
2212	Tulolimakoneet				0	0,0			
	Tulolimakone, kojekoko 0,5	kpl	2	3410	0,00286	9,7			20,1
	LTO levyämmönvaihdin, kojekoko 0,5	kpl	2	3520	0,00286	10,3			
2213	Tulolimakanaavat				0	0,0			0,0
					0	0,0			
2214	Tulolimapäätelaitteet				0	0,0			0,0
					0	0,0			
2215	Eritynen tulolilma				0	0,0			0,0
					0	0,0			
222	Polstolilma								
2221	Polstolilman alueosat				0	0,0			0,0
					0	0,0			
2222	Polstolimakoneet				0	0,0			6,3
	Keskipakkoispuhallin, 0,5 m3/s	kpl	2	2200	0,00286	6,3			
2223	Polstolimakanaavat	bmq2	700	6,22	1	6,2			6,2
	purku,kanavat,eristys, uudet kanavat vanh.raken.				0	0,0			
2224	Polstolilman päätelaitteet				0	0,0			0,0
					0	0,0			
2225	Eritynen polstolilma				0	0,0			0,0
					0	0,0			
223	Erityiset ilmanvaihto-osat								
2231	Erityiset ilmanvaihtojärjestelmät				0	0,0			0,0
					0	0,0			
2232	Erityiset ilmastointilaitteet				0	0,0			0,0
					0	0,0			
					0	0,0			
					0	0,0			
	Yhteensä					32,6		0,0	32,6



## Rakennusosa-arvio

Bruttoala 700 bnm<sup>2</sup>

Laskelma							Vertailutaso		
Ro	Nimike	Yks	Määrä	€/yks	yks/bnm <sup>2</sup>	€/bnm <sup>2</sup>	yks/bnm <sup>2</sup>	€/bnm <sup>2</sup>	Ero
	Kustannuserät 11-25					32,6			32,6
33	<b>RAKENTAMISEN JOHTOTEHTÄVÄT</b>								
331	Rakentamisen yleisjohto ja hallinto								
3314	Yritystehtävät								
	Työmaakate	7 %	34,9	2,44348	1	2,4			
332	Työmaan johtotehtävät								
3321	Vastaava työnjohto								
	Palkalla valettu bet. runko								
	Osa 33 yhteensä					2,4			2,4
34	<b>TYÖMAATEHTÄVÄT</b>								
341	Työmaapalvelut								
	Työnalkaiset rak.	0,0 %	32,6	0	1	0,0			
	Käyttöneet ja en.	0,5 %	32,6	0,16948	1	0,2			
	Muu käyttö- ja ylläpito	1,0 %	32,6	0,32591	1	0,3			
3413	Avustavat rakennustyöt								
	LVIS-aputyöt	bnm <sup>2</sup>	700	1,82	1	1,8			
	Hissiaputyöt	kpl	0		0	0,0			
342	Työmaan kalustopalvelut								
3421	Nostot ja silmot								
	3 krs.	bnm <sup>2</sup>	700		1	0,0			
	kerrostuku; n*13 %	0 %	0,0	0	1	0,0			
	palkkialavalu	0 %	0,0	0	1	0,0			
	Osa 34 yhteensä					2,3			2,3
	Osa 11-25+34 yhteensä					34,9			
	Osa 11-25+33+34 yhteensä					37,4			
	Silto					3,6		0,0	3,6
	Yhteensä					41,0		0,0	3,6



## RAKENNUSOSA-ARVIO

Hanke		Palkkakunta		
Osoite		Ajankohta		
		Hahtela-Indeksi		
		Laaajuus	700	b/m <sup>2</sup>
		€/b/m <sup>2</sup>	€	%
	<b>Rakennuttajan kustannukset</b>			
32	Suunnittelu ja tutkimukset	0,717872681	502,5108765	0,017
31	Rakennuttaminen ja valvonta	2,913323054	2039,326138	0,069
412	Liittymismaksut	0	0	0
	<b>Yhteensä</b>	<b>3,631195735</b>	<b>2541,837014</b>	<b>0,086</b>
	<b>Rakennustekniset työt</b>			
110	Alue	0	0	0
121-122	Perustukset, alapohja	0	0	0
123	Runko	0	0	0
124-125	Julkisivut, ulkotasot	0	0	0
126	Vesikatot	0	0	0
131	Tilan jako-osat	0	0	0
132	Tilapinnat	0	0	0
133	Tilavarusteet	0	0	0
331-341	Hanketekijät	4,758866994	3331,206896	0,113
	<b>Yhteensä</b>	<b>4,758866994</b>	<b>3331,206896</b>	<b>0,113</b>
	<b>LVI-työt</b>			
21	LVI-työt	0	0	0
22	Ilmanvaihtotyöt	32,59142857	22814	0,774
24	Säätölaitteet	0	0	0
	<b>Yhteensä</b>	<b>32,59142857</b>	<b>22814</b>	<b>0,774</b>
23	Sähkötyöt	0	0	0
25	Erillishankinnat	0	0	0
40-50	Muut kustannukset	0	0	0
60	Hankevaraukset	1,147481756	803,2372295	0,027
	<b>Perustamiskustannukset</b>	<b>42,12897306</b>	<b>29490,28114</b>	<b>1</b>
	<b>Arvonlisävero 24 %</b>	<b>10,11095353</b>	<b>7077,667474</b>	<b>0,24</b>
	<b>Perustamiskustannukset yhteensä</b>	<b>52,23992659</b>	<b>36567,94861</b>	<b>1,24</b>



