

OPINNÄYTETYÖ

JUHA-MATTI LAHTINEN 2012

ENERGIATALOUDELLINEN SELVITYS



**Rovaniemen
ammattikorkeakoulu**
University of Applied Sciences
LUC

**KONE-JA TUOTANTOTEKNIIKAN
KOULUTUSOHJELMA**



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences

LUC

ROVANIEMEN AMMATTIKORKEAKOULU

TEKNIikka JA LIIKENNE

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

ENERGIATALOUDELLINEN SELVITYS

Juha-Matti Lahtinen

2012

Toimeksiantaja Rovaniemen Koulutuskuntayhtymä

Ohjaaja Petri Kuisma

Hyväksytty _____ 2012 _____

Työ on kirjastossa lukusali-kappale.



Rovaniemen
ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
LUC

Kone- ja
tuotantotekniikan
koulutusohjelma

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tekijä	Juha-Matti Lahtinen	Vuosi	2012
Toimeksiantaja Työn nimi	Rovaniemen Ammattikorkeakoulu Energialoudellinen selvitys		
Sivu- ja liitemäärä	29 + 7		

Opinnäytetyön aiheena oli energialoudellinen selvitys Rovaniemen Viirinkankaalla sijaitsevaan Väylätien asuntolaan, joka sijaitsee osoitteessa Väylätie 56-64. Työn tavoitteena oli selvittää LVI- ja sähkötekniikan järjestelmien nykytilanne sekä mahdollisuudet pienentää kiinteistön lämmön, sähkön ja veden kulutusta sekä kustannuksia. Säästötoimenpiteiden osalta on esitetty toteutuksen kokonaiskustannukset, saavutettavat säästöt ja takaisinmaksuajat. Työn tilaajana toimi Rovaniemen Koulutuskuntayhtymä.

Kiinteistön tiloja tarkastettiin pistokoemaisesti, lisäksi kiinteistön lämmönjakokeskus tarkastettiin yksityiskohtaisesti. Tarkastukset tehtiin 2011 vuoden marraskuun ja 2012 vuoden tammikuun välisenä aikana. Tarkastus- ja mittaustoimenpiteiden lisäksi haastateltiin kiinteistöhoitajaa, kiinteistöhoidosta vastaavia koulutuskuntayhtymän henkilöitä ja kiinteistön asukkaita, jotta saataisiin mahdollisimman monipuolinen käsitys laitteiden käytöstä ja ongelmista.

Saadut tulokset osoittivat, että kiinteistössä voidaan saavuttaa energiansäästöä wc-istuinten uusimisella, puhallusvillan lisäämisellä välipohjaan ja valaistuksen muutoksilla. Säästölaskelmissa on käytetty arvioita ja laskelmat ovat esimerkkejä. Tästä johtuen säästöissä saattaa esiintyä pientä epätarkkuutta.

Avainsana(t)
energiatarkastus

energiakatselmus,

kiinteistökatseilu,

Author	Juha-Matti Lahtinen	Year	2012
Commissioned by	Rovaniemi Municipal Federation of Education		
Subject of thesis	Energy Savings in a Dormitory		
Number of pages	29 + 7		

The final year project was commissioned by the Rovaniemi Municipal Federation of Education. Subject of this final year project was to carry out an energy-economic analysis to a dormitory, which is located in Viirinkangas in the city of Rovaniemi. The address of the dormitory is Väylätie 56-64. The aim was to examine the condition of the HPAC and electro-technical systems and to find out if there were some chances to decrease the consumption and the costs of heating, electricity and water.

First, the subject was studied by reading literature about the subject. Then, the time schedule was planned and the necessary measurements, inspections and interviews were done.

The results showed that energy savings can be achieved by replacing the old toilet seats, adding blow wool to the ceiling and by making changes in the lighting.

The energy savings are estimates and the calculations are examples. Because of this there may be some inaccuracies in the results

Key words

Energy inspection, Building inspection

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1 JOHDANTO	1
2 ENERGIATALOUTEEN LIITTYVIÄ TUTKIMUKSIA	3
2.1 ENERGIATODISTUS	3
2.2 LAAJENNETTU ENERGIATALOUDEN SELVITYS	3
2.3 ENERGIAKATSELMUS- JA KATSASTUS	4
3 VÄYLÄTIE 54-62:N ENERGIATALOUDELLINEN SELVITYS.....	5
3.1 LÄHTÖTIEDOT KOHTEESTA	5
3.2 LÄMPÖENERGIANKULUTUS	6
3.3 SÄHKÖENERGIANKULUTUS.....	7
3.4 VEDENKULUTUS	9
3.5 KENTTÄTYÖ	10
3.6 KÄYTETYT MITTALAITTEET.....	13
4 TULOKSET	16
4.1 LÄMMÖNTUOTANTO	16
4.2 LÄMMÖNJAKELU	18
4.3 LÄMMÖNLUOVUTUS.....	18
4.4 LÄMPÖVERKOSTON ERISTYS	18
4.5 SISÄLÄMPÖTILAT	19
4.6 VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT.....	19
4.7 VESIVERKOSTO.....	20
4.8 VESI-JA VIEMÄRIKALUSTEET	20
4.9 LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN SÄÄTÖ	20
4.10 ILMANVAIHTO.....	21
4.11 SÄHKÖJÄRJESTELMÄT	21
4.12 VALAISTUS.....	21
4.13 RAKENTEET	23
5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA EHDOTETUT SÄÄSTÖTOIMENPITEET.....	24
5.1 LÄMMÖNTUOTANTO	24
5.2 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ.....	24
5.3 PUTKISTOERISTYKSET	24
5.4 VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMÄT.....	24
5.5 VESI- JA VIEMÄRIKALUSTEET	24
5.6 KÄYTTÖVEDEN LÄMPÖTILAN ALENTAMINEN	25
5.7 RAKENTEET.....	25
5.8 VALAISTUS	25
5.9 ENERGIATODISTUSLUOKKA.....	26
6 YHTEENVETO.....	27
LÄHTEET	28
LIITTEET.....	29

1 JOHDANTO

Suomessa käytetään paljon energiaa henkeä kohti. Tämä johtuu kylmästä ilmastosta, pitkistä etäisyyksistä, moottoriliikenteestä sekä melko paljon energiaa käyttävästä teollisuudesta. Energiankulutus liittyy myös elintasoon: asumisväljyys, autoilun runsaus ja kulutuskäyttäytyminen näkyvät Suomen energiankulutustilastoissa. Energiankulutus kasvaa jatkuvasti Suomessa, vaikka tavoitteena on vähentää kulutusta. Energiantuotantoa ja -kulutusta on tehostettu ja säästötoimia toteutettu, mutta siitä huolimatta kaikilla toimialoilla on vielä paljon tehtävää.

Yritysten ja yhteisöjen kannalta energiatehokkuuden parantaminen, eli tietyn tuotteen tai palvelun tuottaminen entistä pienemmällä energiamäärällä, on järkevää, koska se tuo usein taloudellista hyötyä samalla kun päästöt ympäristöön vähenevät. Myös keskimääräisen ihmisen kohdalla energiansäästö kannattaa, sillä rahaa voidaan säästää pienilläkin investoinneilla ja pelkästään kulutustottumuksien muutoksilla. Energiatehokkuuden parantamiseksi viranomaiset, teollisuuden ja palvelualan toimialaliitot sekä yhteisöt ovat tehneet energiansäästösopimuksia, joiden avulla yritykset ja yhteisöt vähentävät vapaaehtoisesti energiankulutustaan.

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan Rovaniemen koulutuskuntayhtymän asuntola Väylätie 56.64:n Energiataloudellista nykytilaa, sekä mahdollisuuksia kiinteistön sähkön, lämmön ja vedenkulutuksen alentamiseen. Säästötoimenpiteiden osalta esitetään toteutuksen kokonaiskustannukset, saavutettavat säästöt ja investointien takaisinmaksuajat. Tässä opinnäytetyössä mallia otetaan Motiva Oy:n kiinteistökatselmuksesta, mutta virallinen energiakatselmuksella tämä opinnäytetyö ei silti ole.

Kiinteistökatseleminen on palvelusektorin rakennusten energiakatselmuksella, jossa kartoitetaan rakennuksen LVIS-järjestelmien ja rakenteiden energiansäästömahdollisuudet. Luvussa 4 esitetään katselmuksessa tehdyt havainnot järjestelmien yleiskunnosta. Työn painopiste on kulutusten

vertailussa ja teoreettisessa tarkastelussa. Lisäksi työn yhteydessä otetaan kantaa kiinteistön energiatodistusluokkaan.

Tilajana toimi Rovaniemen koulutuskuntayhtymä ja yhteyshenkilönä kiinteistöhoitaja Ahti Romakkaniemi. Paikanpäällä yhteyshenkilönä toimi kiinteistöhoitaja Veli-Matti Pettersson yrityksestä ISS. Ohjaavana opettajana toimi Rovaniemen Ammattikorkeakoulun yliopettaja Petri Kuisma. Kiinteistön katselmuksesta on vastannut Rovaniemen Ammattikorkeakoulun opiskelija Juha-Matti Lahtinen ja ohjaavana opettajana on toiminut yliopettaja Petri Kuisma. Projektipäällikkö Mika Vesterinen on toiminut apuna kenttätöissä ja kustannusten laskennassa.

2 ENERGIATALOUTEEN LIITTYVIÄ TUTKIMUKSIA

2.1 Energiatodistus

Energiatodistuksen avulla kuluttajat voivat vertailla rakennusten energiatehokkuutta. Energiatodistuksessa kerrotaan rakennuksen tarvitsema lämmitysenergia, laite- tai kiinteistösähkö, jäähdytysenergia sekä niiden pohjalta laskettu, bruttoalaan suhteutettu energiatehokkuusluku. Sen perusteella määräytyy rakennuksen energialuokka asteikolla A-G. Vähiten energiaa kuluttaa A-luokan kiinteistö, eniten G-luokan kiinteistö. Vuoden 2008 rakentamismääräysten mukaan rakennettu tavanomainen rakennus sijoittuu yleensä D-luokkaan. Uusien rakennusten energiatodistus perustuu laskennallisiin arvoihin, olemassa olevien rakennusten todistus toteutuneisiin kulutuksiin. Pienten asuinrakennusten energiatodistus pohjautuu aina laskennalliseen kulutukseen. Kiinteistön lämmitysmuoto ei vaikuta rakennuksen saamaan energialuokkaan.

Energiatodistus vaaditaan kaikilta uudisrakennuksilta, jotka on rakennettu vuoden 2009 jälkeen. Rakennuksen energiatodistuksen taustalla on EU:n direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta. Todistus tulee laatia rakennuslupaa haettaessa, ja sen antaa kiinteistön pääsuunnittelija tai Motiva Oy:n pätevyyden suorittanut virallinen energiatodistuksenantaja (Motiva Oy, 2011a)

2.2 Laajennettu energiatalouden selvitys

Laajennetussa energiatalouden selvityksessä esitetään lämmityksen, sähkön ja veden kulutuksissa havaitut poikkeamat ja verrataan kulutuslukemia julkaisuista saatuihin tilastotietoihin sekä aiempaan kulutukseen. Selvityksessä esitetään energiataloutta parantavat toimenpiteet kustannusarvioineen ja suositeltavat energiataloudelliset korjaustoimenpiteet kustannusarvioineen ja säästövaikutuksineen. (Kiratek Oy 2011)

2.3 Energiakatselmus- ja katsastus

Energiakatselmus on kokonaisvaltainen, kauppa- ja teollisuusministeriön (KTM) ja Motivan ohjeiden mukaan suoritettu kohteen energian- ja vedenkäytön selvitys kannattavien säästötoimenpiteiden löytämiseksi. Kiinteistön energiakatselmus voidaan suorittaa, kun kohteen rakennustilavuus on vähintään 5000 m³. Pienemmissä kohteissa käytettävä malli on energiakatsastus. Malli selvittää kiinteistön lämpöä, sähköä ja vettä käyttävien järjestelmien energiansäästömahdollisuuksien selvityksen. Energiankäyttötietojen ja rakennuksen perusteellisen läpikäynnin perusteella selvitetään energian tarpeeton kulutus ja kannattavat energiansäästömahdollisuudet. Kiinteistökatselemuksen raportissa käsitellään kohteen energian- ja vedenkäytön nykytilanne ja kuvataan LVIS-järjestelmien toiminta ja käyttö. Saatujen tietojen pohjalta esitetään säästötoimenpiteitä perusteluiden kanssa, säästövaiikutuksineen ja takaisinmaksuaikoineen. Kauppa- ja teollisuusministeriön tukee Motivan ja KTM:n ohjeiden mukaan toteutettuja teollisuuden ja palvelualojen rakennusten ja tuotantoprosessien energiakatselmuksia. KTM:n myöntämän avustuksen enimmäismäärä on 40 % katselmuksen kokonaiskustannuksista. Kunnilla ja kuntayhteisöillä enimmäistuki on 50 %. Energiakatselmuksen tukiprosentit tarkistetaan vuosittain. Käytetyt luvut ovat vuodelta 2010.

Katselmuksissa on neljä keskeistä osapuolta: työ- ja elinkeinoministeriö, Motiva Oy, katselmoijat ja tilaaja. Katselmuksen tilaaja voi olla kohteen omistajayritys tai muu energiakustannuksista vastaava taho. Tilaaja vastaa katselmuksen tilaamisesta, energiatuen hakemisesta sekä velvoitteiden hoitamisesta. Energiakatselmukseen tarvitaan aina vähintään kaksi katselmoijaa: LVI- ja sähkökatselmoija, joilla pitää olla suoritettuna Motiva Oy:n katselmoijapätevyydet. Katselmointia varten on hyvä myös olla yhteydessä osaa vaan käyttöhenkilökuntaan.

Energiankäytön tehostaminen tuo yrityksille ja yhteisöille suoraa taloudellista hyötyä ja vähentää toiminnasta aiheutuvia ympäristöpäästöjä. Tehostamistoimenpiteiden lähtökohtana on tieto nykyisestä tilanteesta sekä taloudellisesti kannattavien tehostamiskohteiden paikallistaminen.

Energiakatselmus tuo esille energiankäytön ja energiakustannusten säästömahdollisuudet ja antaa todellisen mittauksiin perustuvan tiedon energiankulutuksen painopisteistä. Kiinteistön käyttöhenkilökunta saa energiakatselmuksen kautta erinomaista koulutusta järjestelmistä ja laitteistoista ja ohjaa ja opastaa käyttöhenkilökuntaa seuraamaan energiankulutusta ja kustannuksia. Katselmus kokonaisuudessaan on kannattava ja tuottava sijoitus sillä se maksaa itsensä yleensä takaisin muutamassa kuukaudessa. Energiakatselmus onkin toteutettu vuoden 2009 loppuun mennessä ja 5347 kohteessa ja kohteissa on säästetty energiaa yhteensä noin 23 miljoonalla eurolla. (Motiva Oy 2011b)

3 VÄYLÄTIE 56-64:N ENERGIATALOUELLINEN SELVITYS

3.1 Lähtötiedot kohteesta

Kohde sijaitsee osoitteessa Väylätie 56.64, joka sijaitsee Rovaniemen Viirinkankaalla. Kiinteistö on asuntolarakennus, joka koostuu viidestä erillisestä rakennuksesta. Näistä rakennuksista neljä on kaksikerroksisia rivitaloja ja yksi tavallinen yksikerroksinen rivitalo. Huoneistoja taloissa on yhteensä 20 kappaletta ja majoituspaikkoja 104. Rakennukset ovat tiilisiä ja ne on rakennettu vuonna 1983.

Kiinteistön rakennuksien tilavuus on 8370 m³ ja bruttoala 2878m²

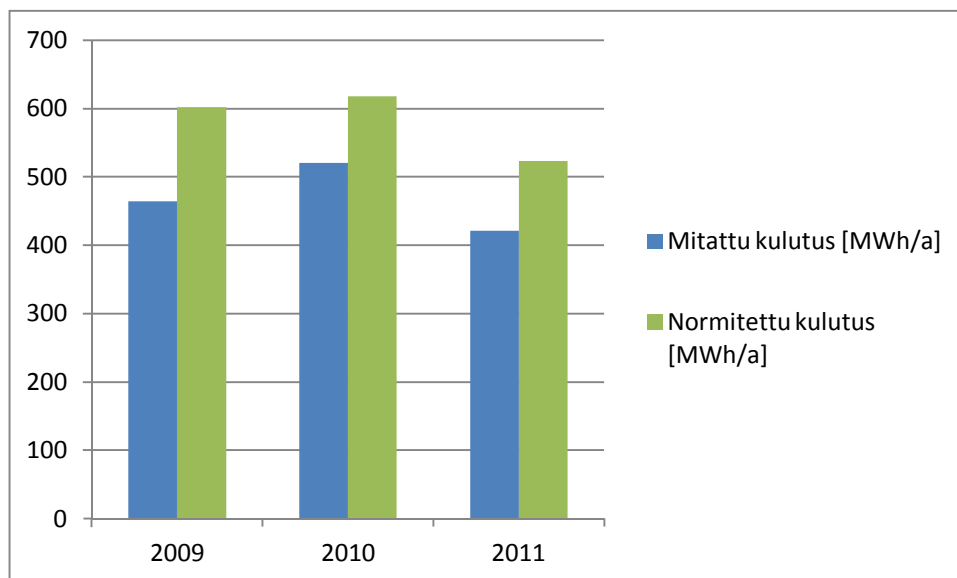
Kiinteistö on liitetty Rovaniemen Energian Kaukolämpöverkkoon ja kaukolämmöllä hoidetaan kiinteistön lämmitys ja lämpimän käyttöveden lämmitys. Kaukolämmön tilavuusvirta on 3.6 m³/h. Sähkö saadaan Rovaniemen Energian 0.4kV/0.52kV pienjänniteverkosta ja sähkö ostetaan Energiapolar Oy:ltä. Vesi kiinteistöön tulee Napapiirin Vedeltä ja kiinteistön jätevedet menevät Rovaniemen Kaupungin viemärilaitosverkkoon. Kiinteistön omistaa Rovaniemen Koulutuskuntayhtymä ja kunnossapidosta vastaa ISS-palvelut Oy.

3.2 Lämpöenergiankulutus

Taulukossa 1 on esitetty kiinteistön lämpöenergian kulutus vuosina 2009-2011. Kiinteistön lämpöenergian ominaiskulutukset ovat olleet hieman suuremmat kuin vastaavanlaisilla kiinteistöillä keskimäärin. Vastaavanlaisten rakennusten keskimääräinen ominaiskulutus on lämpöenergian osalta 39.8 kWh/r-m³, a. (Motiva Oy 2012a)

Taulukko 1. Lämpöenergian kulutus vuosina 2009-2011

Kiinteistön lämpöenergian kulutus	2009	2010	2011
Mitattu kulutus [MWh/a]	464	520	421
Normitettu kulutus [MWh/a]	602	618	523
Ominaiskulutus	55.48kwh/r-m ³	62.20kwh/r-m ³	52.27kwh/r-m ³



Kuvio 1. Lämpöenergian kulutus vuosina 2009-2011

Kuviosta 1 on hyvin havaittavissa lämpöenergian kulutuksen muutokset vii me vuosien välillä. Kulutuksen pieneneminen vuonna 2011 johtunee siitä, että vuosi on ollut poikkeuksellisen lämmin, jolloin lämmitystarvetta on ollut vähemmän kuin muina vuosina.

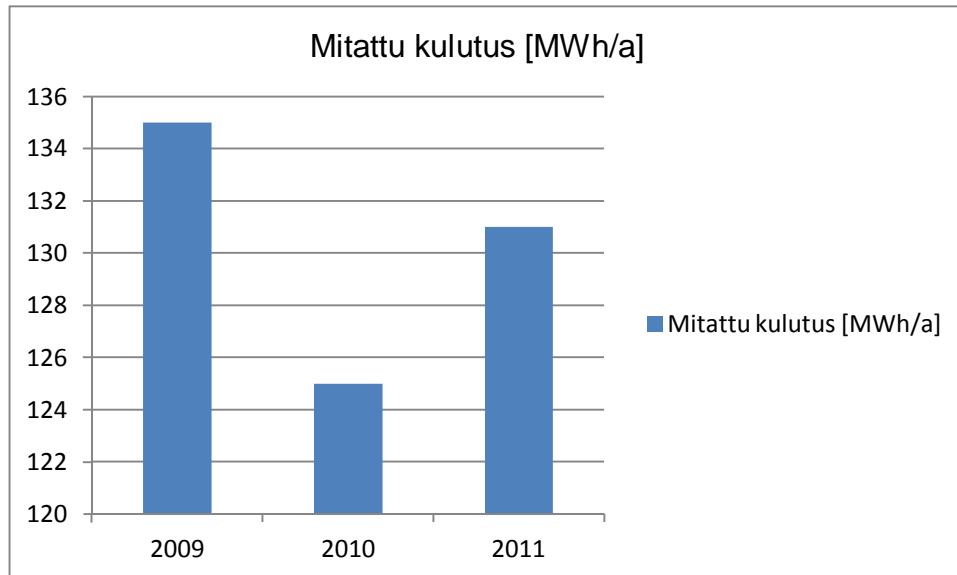
3.3 Sähköenergiankulutus

Sähköenergian kulutus kattaa kaikki kiinteistön tilat. Yhteinen sähköenergian kulutus on esitetty taulukossa 2. Kiinteistön kaikki rakennukset ovat yhden sähkömittarin alla.

Taulukko 2. Sähköenergian kulutus vuosina 2009 -2011

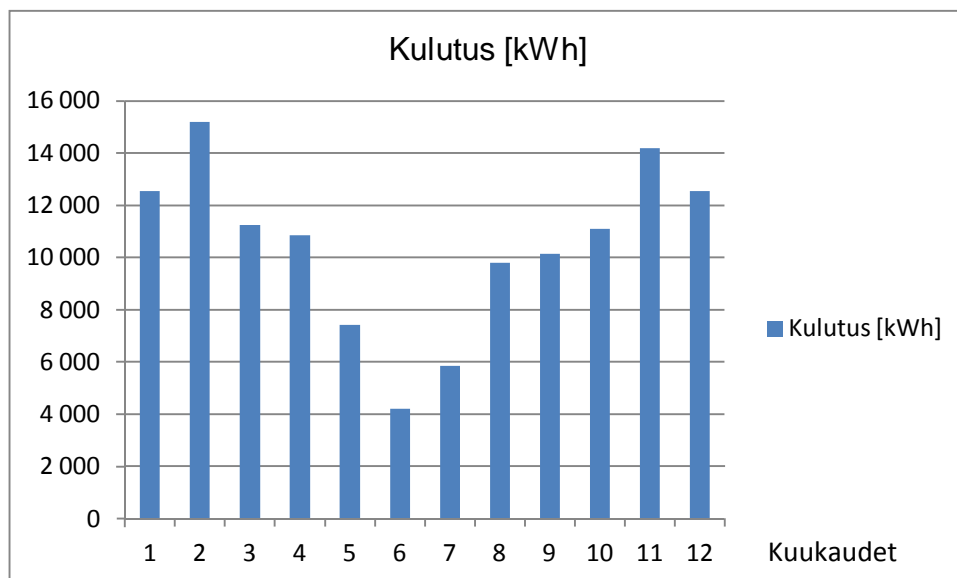
Sähköenergian kulutus	2009	2010	2011
Mitattu kulutus [MWh/a]	135	125	131
Ominaiskulutus [kWh/r-m ³]	16,14	15,01	15,61

Kiinteistön sähköenergian ominaiskulutukset ovat olleet suunnilleen samalla tasolla kuin vastaavanlaisilla kiinteistöillä keskimäärin. Sähköenergiaa kuluu kiinteistössä lähinnä valaistukseen, autojen lämmittämiseen ja huoneistoissa oleviin laitteisiin. Vastaavanlaisten rakennusten keskimääräinen ominaiskulutus on 16.5kwh/r-m³ ,a. (Motiva Oy 2012a)



Kuvio 2. Sähköenergian kulutus

Kuviosta voidaan lukea, että Sähköenergian kulutus on vaihdellut vuosittain 125 MWh:n ja 135 MWh:n välillä. Pienimmillään sähköenergiankulutus on ollut vuonna 2010, mutta vuosittaiset vaihtelut ovat olleet pieniä.



Kuvio 3. Sähköenergiankulutuksen jakautuminen kuukausittain vuonna 2011

Kuviosta 3 nähdään sähköenergian kulutus kuukausittain vuonna 2011. Kuviosta on selvästi nähtävissä, että sähköenergian kulutus on ollut pienimmillään kesällä ja korkeimmillaan talvella. Syitä talven

sähköenergiankulutuksen korkeampaan käyttöön on autojen lämmitys ja korkea käyttöaste majoituspaikoissa. Kesällä asuntolassa on huomattavasti hiljaisempaa, joten sähköenergiää ei kulu niin paljon.

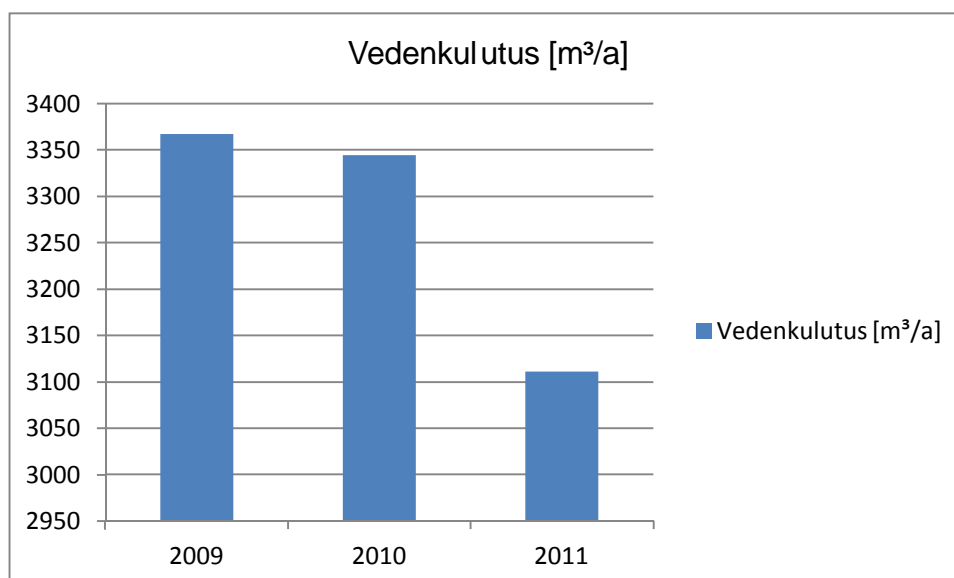
3.4 Vedenkulutus

Taulukosta 3. nähdään kiinteistön vedenkulutus vuosina 2009-2011. Vedenkulutus on ollut tarkastelujakson aikana melko tasaista. Vuonna 2011 vedenkulutus on ollut pienimmillään. Vuonna 2010 kiinteistön vedenkulutus on ollut korkeampi kuin muina vertailuvuosina. Syitä tähän on normaalia kylmempi vuosi ja rakennuksen korkea käyttöaste

Taulukko 3. Vedenkulutus vuosina 2009-2011

Kiinteistön vedenkulutus	2009	2010	2011
Vedenkulutus [m ³ /a]	3367	3344	3111
Ominaiskulutus [dm ³ /r- m ³]	389	400	372

Kiinteistön vedenkulutus on korkeampi kuin muissa vastaavissa rakennuksissa 225dm³/r-m³, a. Kiinteistössä on kuitenkin pinta-alaan nähden paljon asukaspaikkoja. Vedenkulutus henkilöä kohden on noin 85 litraa / vuorokausi, joka on vähän verrattuna suomalaisten tyypilliseen vedenkulutukseen joka on noin 155l / vrk / henkilö. (Motiva Oy. 2012b)



Kuvio 4. Vedenkulutus vuosina 2009-2011.

Kuviosta 4 voidaan lukea, että vedenkulutus on ollut pienimmillään vuonna 2011. Tämä johtunee siitä, että vuosi oli normaalia vuotta lämpimämpi, jolloin lämmitykseen käytettävää vettä kului vähemmän.

Lämmintä käyttövettä kului vuonna 2011 1139m³. Tämä on noin 37 % veden kokonaiskulutuksesta.

3.5 Kenttätyö

Kenttätyötä suoritettiin kohteessa neljään kertaan. Ensimmäisellä käynnillä kohteessa tutustuttiin rakennuksiin ja alueisiin ja tehtiin tarkasteluita lähinnä silmämääräisesti. Kenttätyöpäivien aikana käytiin läpi rakennuksien pinta-alat, tilavuudet ja kiinteistön perustiedot. Perustietojen avulla pääsimme kiinni kokonaisuuteen ja lähdimme kartoittamaan rakennuksien energiataloudellista nykytilaa. Tämän jälkeen lähdettiin liikkeelle A-talossa sijaitsevasta lämmönjakohuoneesta ja LVIS -tekniikan peruskartoituksesta. Lämmönjakohuoneessa sijaitsee lämmönvaihdin, jossa lämmönsiirrin huoneistojen patteriverkoston lämmittämistä varten ja lämpimän käyttöveden lämmönvaihdin, kenttätyössä perehdyttiin lämmönvaihtimien toimintaan ja tarkistettiin sen toiminta. Katselmuksen edetessä tarkistettiin seuraavaksi A-talossa sijaitseva sähköpääkeskus ja sulakekoot sekä selvitettiin vesi- ja

viemäriverkoston toimintaa. A-talosta tarkastettiin myös vesiverkoston laitteet, pumput, käytetyt materiaalit ja yleiskunto. Seuraavaksi siirryttiin muihin rakennuksiin, joissa tarkistettiin pistokoemaisesti hanojen virtaamat, vesiverkoston painetaso, valaistus, putkistot, vesikalusteet, venttiilit ja termostaatit sekä mahdolliset lämpövuodot. Katselmuskierroksella lämpövuotoja tutkittaessa huomasimme, että huoneistot ovat varsinkin rakennusten yläkerroksissa hieman ylipaineisia, sillä tuloilmaventtiilit toimivat päinvastoin ja ulkopuolelta katsottaessa tuloilmaventtiilin ympäristä oli sulana 25-asteen pakkasessa. Kuvioissa 5, 6 ja 7 on nähtävillä kyseisiä venttiileitä ja ikkunoiden lämpövuotoja. Katselmuskierroksilla huomattiin myös, että asukkaat pitävät ovia ja ikkunoita melko paljon auki, jotka lisäävät lämpöenergian kulutusta. Katselmuskierroksilla otettiin huomioon myös huoneistojen yleiskunto, lämpöolot ja lämpötilat huoneistoissa. Katselmuspäivien yhteydessä selvitettiin myös huoltosopimukset ja kiinteistön kunnossapitoon osallistuvat tahot.



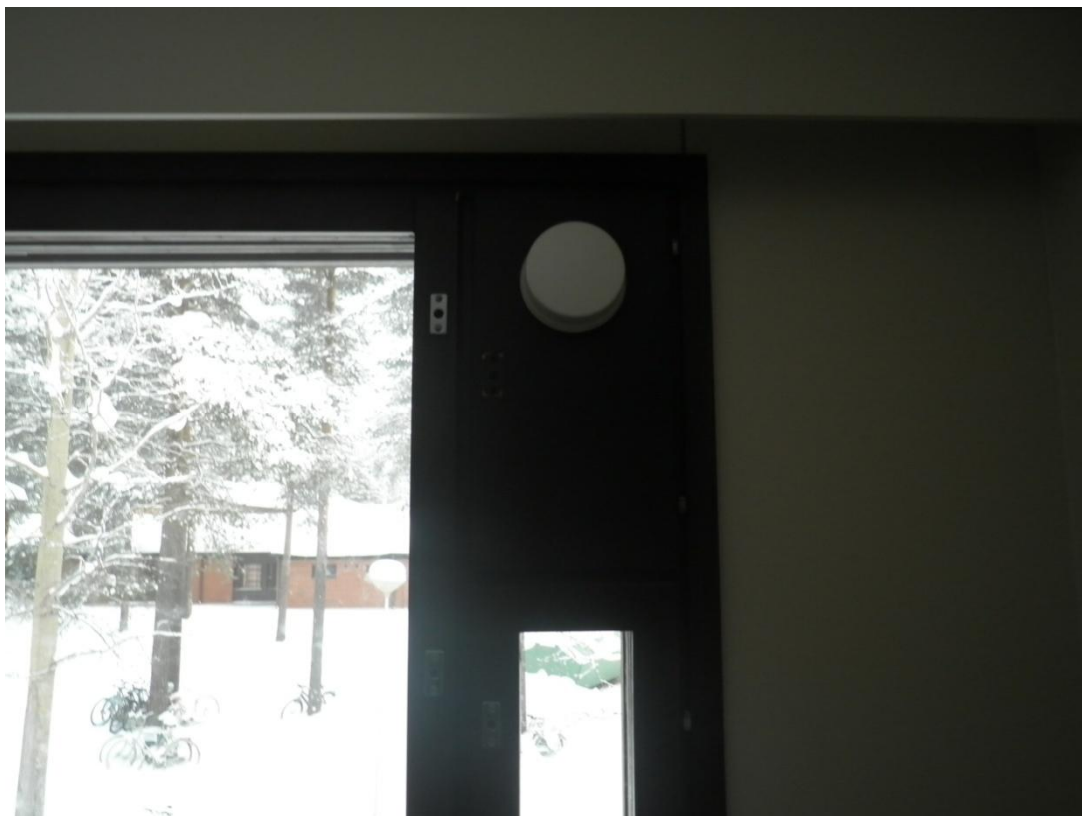
Kuvio 5. Ikkunoiden tuloilmaventtiilit ulkoapäin

Kuviosta 4 on helposti nähtävissä tuloilmaventtiileiden väärä toimintasuunta varsinkin yläkerran ikkunoissa. Ikkunoiden yläreuna on sulana vaikka pihalla on pakkasta 25 astetta.



Kuvio 6. Yläkerran ikkuna sisältäpäin

Kuviosta 6 nähdään, että lämpö siirtyy sisältä ulospäin ja vettä kondensoituu lasien väliin. Kuviossa on sama ikkuna kuin ensimmäisessä kuvassa ulkoapäin kuvattu ikkuna (vasemmassa yläreunassa sijaitseva ikkuna)



Kuvio 7. Tuloilmaventtiili sisältäpäin

Kuviosta 7 on kyseessä sama ikkuna kuin kuvioissa 4 ja 5. Kuviossa on tuloilmaventtiili sisältäpäin kuvattuna. Tuloilmaventtiilin toiminta on kääntynyt väärinpäin ja lämpö poistuu sisältä tuloilmaventtiilin kautta.

3.6 Käytetyt mittalaitteet

Katselmuskierroksilla olivat käytössä seuraavanlaiset mittausvälineet:

Vesikalusteiden virtaaman mittaaminen

Oras-vesivirtaamamittari. Vettä juoksetetaan kuvan 4 mukaisesti mittakupin läpi ja mittaustulos luetaan mittalasisissa olevalta asteikolta



Kuvio 8. Oras vesivirtaamamittari

Lämpötilojen mittaus

Lämpötilat mittaus suoritettiin kahdella erilaisella mittarilla:

Infrapunalämpömittarilla: Fluke 566

Yleismittarilla, jossa lämpötila-anturi: Fluke 179 EDA 2



Kuvio 9. Fluke 566 -infrapunalämpömittari

Valaistustehojen mittaus

Valaistustehot mitattiin noin 1.5 metrin etäisyydellä valaisimesta. Valotehoa mitatessa valaistustehomittari asetetaan kohteen alle tasaiselle alustalle ja odotetaan, että laite saa tarkan lukeman. Valaistustehon mittaamiseen käytettiin Amprobe LM-120 -merkkistä mittaria.



Kuvio 10. AMP LM-120- valaistustehomittari

Rakenteiden lämpökuvaus ja lämpövuodot

Rakenteet lämpökuvattiin Fluken TiQ 32 -lämpökameralla, jonka toiminta perustuu esineen tai kohteen lähettämään infrapunasäteilyyn ja kamera muodostaa kuvan näkyvän valon perusteella



Kuvio 11. Fluke TiQ 32 -lämpökamera

Muut mittauslaitteet ja apuvälineet

Katselmointikierroksella tarvittiin myös erinäisiä työkaluja, kuten ruuvimeisseleitä ja kiintoavaimia. Lisäksi kierroksella käytettiin vesijohtoverkoston painemittaria, joka asennettiin hanaan. Digitaalinen kamera on myös katselmoijan ehdoton apuväline asioiden dokumentointia varten.

4 TULOKSET

4.1 Lämmöntuotanto

Kiinteistö on liitetty Rovaniemen Energian kaukolämpöverkoston. Kaukolämpö tuodaan kiinteistön A-rakennuksessa sijaitsevaan lämmönjakohuoneeseen, jossa sijaitsee myös kaukolämmön kulutusmittaus sekä vesimittarit. Kaukolämpöverkostosta saavat energiansa huoneistojen lämmityspatterit, jotka hoitavat peruslämmityksen sekä lämmin käyttövesi.

Lämmönjakokeskus sisältää lämpimän käyttöveden lämmönsiirtimen ja lämpimän käyttöveden lämmönsiirtimen

- lämmitykseen käytettävä lämmönsiirrin 190 kW
- lämpimän käyttöveden lämmönsiirrin 270 kW.

Lämmönjakokeskus on Oy Danfoss Ab:n valmistama levylämmönsiirrin ja se sijaitsee lämmönjakohuoneessa A-talossa. Lämmönjakokeskus on uusittu vuonna 2010 ja se on erittäin hyvässä kunnossa. Kuviossa 11 on kuvattu lämmönjakokeskus.



Kuvio 12. A-talossa sijaitseva lämmönjakokeskus

Kuviossa 12 näkyy kiinteistön A-talossa sijaitseva lämmönjakokeskus. Kuviossa vasemmanpuoleinen vaihdin on lämmitykseen käytettävä lämmönsiirrin ja oikealla puolella lämpimän käyttöveden lämmönsiirrin.

4.2 Lämmönjakelu

Putkistot

Kiinteistön lämpöjohdot on rakennettu teräsputkesta ki erre- ja hitsausliitoksiin. Lämpöjohtorunkoputkisto kulkee rakenteissa. Lämpöjohtoverkosto kulkee huoneistojen lämmityspattereille.

Pumput

Pumput ja muut putkistovarusteet on uusittu samalla kuin lämmönjakokeskus, eli 2010. Silmämääräisen tarkastelun ja käyttökäytökunnan haastattelun perusteella pumput ja putkistovarusteet toimivat erittäin hyvin.

4.3 Lämmönlvovutus

Kiinteistössä on lähes 200 kappaletta vesikiertoisia radiaattoreita ja niitä ohjataan huonekohtaisilla termostaateilla. Kiinteistön pattereista melkein kaikki on asennettu ikkunoiden alle. Kiinteistön vesiradiaattorit ovat alkuperäisiä, mutta termostaatteja niihin on uusittu vanhojen mennessä huonoksi. Lämpöeroja huoneistoissa olevissa pattereissa ei ollut juurikaan ja patterit toimivat kohtuullisesti. Lämmityspatteriverkoston asetuskäyrä on kohdillaan ja radiaattoreihin menee kovallakin pakkasella tarpeeksi lämpöä.

4.4 Lämpöverkoston eristys

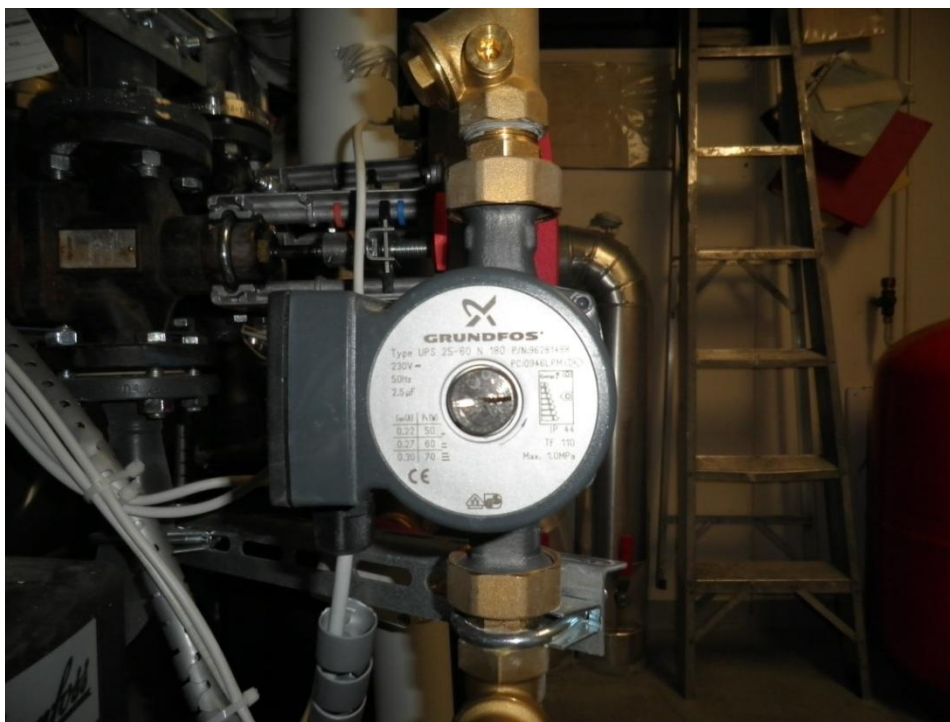
Lämpöjohtoverkosto on eristetty villaeristein ja pinnoitteena on käytetty muovia. Eristeet ovat hyväkuntoiset ja vuotoja ei silmämääräisesti ollut havaittavissa.

4.5 Sisälämpötilat

Sisätiloissa suoritettavat lämpötilamittaukset osoittivat, että sisälämpötilat vaihtelivat välillä +18,3 °C – +22,6 °C suositellun sisälämpötilan ollessa +22 °C. Korkeimmat lämpötilat löytyivät asuntoloiden ylimmistä kerroksista. Asuinhuoneistoissa lämpötilat olivat välillä +21,5 °C – +22,6°C, eli rakennusmääräyskokoelman mukaiset. Sisälämpötilan mittaus suoritettiin neljästä asunnosta sattumanvaraisesti. Alimmat lämpötilat taas löytyivät talojen käytävistä, joissa alin lämpötila oli +18,3 °C alakerrasta mitattuna ja ylin +22,2 °C yläkerrasta mitattuna. Kiinteistössä suoritettavat pistokoemaiset olosuhdemittaukset on esitetty liitteessä 1.

4.6 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Käyttöveden lämmönsiirrin on vuodelta 2010 ja sen kunto on erittäin hyvä. Lämpimän käyttöveden pumppu on asennettu vaihtimen yhteydessä. Pumppu on Grundforsin valmistama ja se on hyvässä kunnossa. Kuviossa 13 on kuvattu lämpimän käyttöveden kierto pumppu.



Kuvio 13. Lämpimän käyttöveden kierto pumppu.

4.7 Vesiverkosto

Kiinteistön kylmä- ja lämminvesiverkosto on alkuperäinen. Kylmävesiputkisto on rakennettu kupariputkesta. Liitostapoina kupariputkilla on käytetty lähinnä fosfori-kuparijuotoksia. Käyttöveden painetaso mitattiin huoneistosta, jossa näyttämä oli katselmuskierroksella noin 4 Bar eli 0.4MPa. Kiinteistön käyttöhenkilökunnan haastattelun perusteella vesijohtoverkoston painetaso on riittävä. Lämpimän käyttöveden lähtölämpötila olin +56,1 °C ja paluulämpötila kierrosta +48,5 °C.

4.8 Vesi- ja viemärikalusteet

Kalusteet

Kiinteistön vesikalusteet ovat pääosin 1-oteseikoittajia, mutta muutamia 2-oteseikoittajiaakin löytyy. Vesikalusteet on varustettu kalustekohtaisilla sulkuventtiileillä. wc-laitteet ovat osin alkuperäisiä, mutta myös uusia löytyy. Kunnoltaan wc-kalusteet ovat vanhoja ja niiden uusiminen onkin ajankohtaista. Kannattavuutta on käsitelty liitteessä 4.

Kulutusköjeet

Kiinteistön veden kulutuskojeita ovat muun muassa talopesula A-talossa.

4.9 Lämpimän käyttöveden säätö

Kiinteistön lämpimän käyttöveden säätö hoidetaan A-rakennuksen lämmönjakohuoneesta. Lämmönjakohuoneen lämpötilamittarin (+55 °C) vastasi asetusarvo.

4.10 Ilmanvaihto

Kiinteistössä on painovoimainen ilmanvaihto. Painovoimainen ilmanvaihto on ikivanha menetelmä, joka perustuu ulko- ja sisäilman lämpötilaeroon ja tuulen vaikutukseen. Lämminnyt, käytetty ilman imetään katolle huippuimureilla poistokanavien kautta, ja korvausilma otetaan huonekohtaisesti raitisilmaventtiilien avulla. Huippuimureissa ohjaustapana kello-ohjaus, jossa on tehostettu poisto 1/1 kello 06-09 ja 16-21, muulloin huippuimurit käyvät puoliteholla. Lämpötilan mennessä alle -10 °C huippuimuri on kokoajan puoliteholla.

4.11 Sähköjärjestelmät

Tässä energiateknisessä selvityksessä sähköjärjestelmiin otetaan kantaa vain rajatulta osin. Osasyynä tähän on puutteellinen koulukseni sähköjärjestelmien osalta. Toisaalta tämän kiinteistön sähköenergian kulutus on melko hyvällä mallilla ja suurimmat säästöt saadaan valaistuksen muutoksista. Kiinteistön sähköenergian mittausta on suoritettu yhdellä mittarilla, joten kulutuksen jaottelun monimutkaisuuden takia, tässä opinnäytetyössä sähköjärjestelmiä tutkitaan ainoastaan kulutuksen jaottelun osalta. Sähköenergian kulutuksen jaottelu on esitetty tarvittavassa laajuudessaan ja tarkkuudessaan raportin kohdassa 3.2.2 Sähköenergian kulutus.

4.12 Valaistus

Huoneistojen valaistus on toteutettu pääosin kupuvalaisimilla, joissa on 2 x 60W hehkulamput. Näitä valaisimia on jokaisessa huoneistossa 3 kappaletta yleisissä tiloissa ja 1 kappale jokaisessa huoneessa, eli yhteensä 7 kappaletta. Jokaisessa asuinhuoneessa on lisäksi loistevalaisin, jonka teho on 2 x 36. Valotehot on ilmoitettu liitteessä 3. Kuviossa 13 on kuvattu yleisin valaistuksen toteutustapa huoneistojen olohuoneissa ja kuviossa 15 on valaisimen huonokuntoinen kupu.



Kuvio 14. Valaistus on toteutettu yleisimmin 2 x 60 W hehkulampuilla ja vanhoilla, sumeilla valaisinkuvuilla.



Kuvio 15. Valaisimen kupu. Valaisimien kuvat olivat useissa huoneistoissa huonokuntoiset ja sumeat.

4.13 Rakenteet

Ikkunat

Ikkunat ovat sisäänpäin aukeavia puurakenteisia 3-lämpölasisia ikkunoita. Ikkunarakenteesta johtuen ikkunanpuitteiden pintalämpötila on talvisaikaan hyvinkin alhainen (noin + 12 - 14 °C) verrattuna muihin ulkoseinärakenteisiin (noin +21 °C). Ikkunoiden alapuolella olevat radiaattorit nostavat ikkunarakenteiden pintalämpötiloja etenkin kovilla pakkasilla.

Ulko-ovet

Ulko-ovet ovat ikkunallisia puurakenteisia ovia. Ulko-ovet ovat rakenteellisesti hyvässä kunnossa.

Ulkovaippa

Kiinteistön rakennuksien julkisivu on tiiliverhoiltu. Tiilen jälkeen ulkoapäin lueteltaessa tulee ilmarako, tuulensuojalevy (13mm), Mineraalivilla lämmöneristeenä (yhteensä 175mm) ja kipsilevy. Kiinteistössä on maavarainen alapohja.

Rakennuksen yläpohjan rakenne on ylhäältäpäin lueteltuna seuraavanlainen: huopakate, laudoitus, kattotuolit, lämmöneriste (mineraalivilla 250mm), teräsbetoni-laatta, ruiskutasoite. Yläpohjan U-arvoa ja eristeen lisäämisestä aiheutuvaa säästöä on käsitelty liitteessä 5.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA EHDOTETUT SÄÄSTÖTOIMENPITEET

5.1 Lämmöntuotanto

Kiinteistön kaukolämmön tilavuusvesivirta on 3,6 m³ /h ja se on nykyiseen käyttöön riittävä, joten sen suhteen ei saavuteta energiansäästöä. Myös lämmönsiirtimet ovat hyvässä kunnossa, joten niille ei tarvitse tehdä mitään tässä vaiheessa.

5.2 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmä on hyvässä kunnossa ja radiaattoreiden säätökäyrä on hyvä, mutta kiinteistön noin 200 vesiradiaattorista osa on jo melko heikossa kunnossa. Käyttöhenkilökunnan mukaan lämmitysverkosto toimii kuitenkin hyvin ja sisälämpötilat ovat kohtuullisen hyvät mittausten perusteella. Pattereita ja termostaatteja tulee uusia niiden kunnan mennessä huonoksi.

5.3 Putkistoeristykset

Kiinteistön putkistot on eristetty asianmukaisesti kauttaaltaan, joten niiden muuttamisella tai lisäämisellä ei saavuteta energiansäästöä

5.4 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Kiinteistön vesijohtoverkoston painetaso on sopivalla tasolla. Vesikalusteiden kuluttama veden määrä on normaali, joten virtaamarajoituksella ei voida saavuttaa säästöä, mikäli virtaamat halutaan pitää mitoituksen mukaisina. Katso liite 2.

5.5 Vesi- ja viemärikalusteet

Vesi- ja viemärikalusteet ovat alkuperäisiä ja niiden kunto on sen mukainen. Hanat toimivat kuitenkin hyvin ja ovat yksiotehanoja pääosin. wc-istuimien uusiminen on kuitenkin melko ajankohtaista, liitteessä 4 on käsitelty kustannuksia ja säästöjä wc-istuimien suhteen.

5.6 Käyttöveden lämpötilan alentaminen

Lämpimän käyttöveden lämpötila oli asetusten mukainen eikä sitä tarvitse alentaa

5.7 Rakenteet

Kiinteistön ikkunoiden tiivistäminen olisi ajankohtaista varsinkin yläkerran asunnoissa, sillä ikkunalasien väliin muodostuu kosteutta. Asunnot ovat myös suurilta osin ylipaineisia, sillä ikkunoissa olevat tuloilmaventtiilit toimivat poistoilmaventtiileinä. Asuntojen pitäisi olla noin 5 % alipaineisia. Kohdassa 3.5 kenttätyö on kuvioit ikkunoista.

Ovet olivat hyväkuntoisia ja tiivisteet olivat hyvässä kunnossa. Asukkaat kuitenkin pitävät ovia paljon auki ja harjoja ovien välissä kulkemisen helpottamiseksi, joten tässä kiinteistössä lämpöä menee hukkaan näiden asioiden takia.

Kiinteistön vaipparakenteet on esitetty luvussa 4.13 ja ulkovaippaan säästöjä saadaan yläpohjan lisäeristämällä. Liitteessä 5 on käsitelty lisäeristeen vaikutuksia energiankulutukseen.

5.8 Valaistus

Kiinteistön sähköenergian kulutusta voidaan pienentää valaistuksen parantamisella, liitteessä 3 käsitellään valaistuksen parantamisen vaikutuksia sähköenergiankulutukseen.

5.9 Energiatodistusluokka

Rakennukselle oli tarkoitus tehdä tässä opinnäytetyössä myös energiatodistus. Rakennus menisi laskennallisesti G-luokkaan, sillä kiinteistön sähkönkulutusta on mahdotonta jaotella kiinteistösähkön osalta, koska rakennuksen sähköenergianmittaus on suoritettu yhdellä mittarilla.

6 YHTEENVETO

Työn tilaajalle eli Rovaniemen Koulutuskuntayhtymälle tämän työn tekeminen mahdollistaa kiinteistön energiankulutuksen huomioinnin kautta mahdolliset säästökohteet ja tulevaisuuden näkymät lvi-tekniikan asioiden kannalta. Työn avulla kiinteistölle saavutetaan usean tuhannen euron säästöt vuosittain, jos ehdotetut säästötoimenpiteet toteutetaan. Tämä työ on lisäksi apuväline, kun laaditaan kiinteistölle huoltosuunnitelmaa, jonka avulla kiinteistöhoitoa voidaan ohjata järjestelmällisesti. Kiinteistön yleiskunto ja lvi-tekniikan kunto selvitettiin tässä opinnäytetyössä tarvittavalla laajuudella, eikä tässä vaiheessa ole tarvetta kattavammalle lisätutkimukselle.

Lopputyössäni olen saanut hyödyntää monipuolisesti opiskeluni aikana saamaani opintomateriaalia ja lisäksi olen oppinut paljon uutta. Lisäksi olen saanut monipuolisen kokonaiskuvan energiatodistuksiin ja -katselmuksiin tulevaisuutta ajatellen. Tulevaisuudessa energiansäästö tulee olemaan pinnalla, sillä energian hinta tulee nousemaan entisestään ja yritykset ja yhteisöt tarvitsevat ratkaisuja kustannusten pienentämiseen.

LÄHTEET

1. Kiratek Oy 2011. Kuntoarviot. Osoitteessa
<http://www.kiratek.fi/tutkimussuunnittelu/kiinteistotutkimukset/kuntoarviot.html>
2. Motiva Oy 2011a. Energiatodistus. Osoitteessa
http://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/ taloyhtiot/ energiastus/
3. Motiva Oy 2011a. Energiatodistus. Osoitteessa
http://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/ taloyhtiot/ energiastus/
4. Motiva Oy 2011b. Energiakatselmoijan peruskurssi.
Opiskelumateriaali. Motiva Oy:n julkaisemaa aineistoa, Osa 1, Helsinki
5. Motiva Oy 2012a, Extranet. Ominaiskulutukset. Osoitteessa
http://www.motiva.fi/extranet/ energiakatselmoijat/ ominaiskulutukset/ tarkempaa_ ominaiskulutustietoa
6. Motiva Oy. 2012b. Mihin Energiaa kuluu. Osoitteessa
http://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/ mihin_ energiaa_ kuluu/ vedenkulutus. Motiva Oy:n julkaisemaa Internet aineistoa.

LIITTEET

Sisälämpötilojen mittaustuloksia	Liite 1
Vesikalusteiden virtaamamittaustuloksia	Liite 2
Valaistuksen säästötoimenpiteet	Liite 3
WC-kalusteiden säästötoimenpiteet	Liite 4
Rakenteiden lämmöneristyksen parantaminen	Liite 5

Liite 1 Sisälämpötilojen mittaustulokset

Talo / Kerros / Asunto	Huonelämpötila, [°C]	Suunnittelulämpötila (D2), [°C]
E-talo / 2 krs / 3	21,5	21
	21,7	21
D-talo / 1 krs / 1	21,4	21
	22,5	21
C-talo / 2 krs / 12	22,2	21
	22,6	21
Käytävä D-talo 1krs	18,3	17
Käytävä D-talo 2krs	21,5	17
Käytävä C-talo 1 krs	19,4	17

Katselmuspäivä 22.12.2012

Ulkolämpötila -8 °C

Säätila pilvinen

Johtopäätökset

Rakennuksen sisälämpötilat ovat kohdillaan asunnoissa, sillä lämmityskaudella lämpötila saa vaihdella yhdellä asteella. Käytävien lämpötilat ovat hieman korkeita, mutta lämpötilaerot ovat pieniä suunnitteluarvoon nähden. Sisälämpötilojen mittausten perusteella ei tarvitse tehdä toimenpiteitä.

Liite 2 Vesikalusteiden virtaamamittaustuloksia

Normivirtaama (6 l/min)

Mitattu vedenkulutus pesuallaiden yksiotesekoittajista oli keskimäärin noin 5,7 l/min

Mittaus 1	5 l/min
Mittaus 2	6 l/min
Mittaus 3	6 l/min

Normivirtaama (12 l/min)

Mitattu vedenkulutus muista yksiotesekoittajista oli keskimäärin noin 11 l/min

Mittaus 1	11 l/min
Mittaus 2	10 l/min
Mittaus 3	12 l/min

Johtopäätös

Koska vesikalusteiden virtaamat ovat normaalit ja vesiverkoston painetaso sopiva, ei virtaamarajoituksilla voida saavuttaa säästöä veden kulutuksessa

Liite 3 Valaistuksen säästötoimenpiteet

Valaistustehon mittaus suoritettiin asuntojen olohuoneesta. Käytävän valaistustehon mittaus suoritettiin alakerrasta.

Valotehot	Asunto 3 E-talo	Asunto 1 D-talo	Asunto 12 C-talo	Käytävä E-talo
Kuvulla	95 lux	105 lux	215 lux	105 lux
Ilman kupua	350 lux	310 lux	470 lux	390 lux

Valaistuksen toteutus

Asunto 3:

Hehkulamput 2 x 60W . Kuvut sumeita

Asunto 1:

Hehkulamput 2x 60W . Kuvut sumeita

Asunto 12:

Energiasäästölamput 1 x 9W & 1 x 11W . Kuvut hyvät ja kirkaat

Käytävä E-talo

Energiansäästölamput 1 x 9W & 1 x 11W. Kuvut hyvät ja kirkaat

Valaistuksen muutoksi saavat säästöt :

Jokaiseen huoneistoon vaihdetaan energiansäästölamput hehkulamppujen tilalle, käytetään 2 X 11W lamppuja, jolloin valaistusteho on riittävä. Jokaisessa huoneistossa on 7 valaisinta ja jokaisessa solussa yksi loisteputkivalaisin. Laskelmat ovat esimerkkilaskelmia ja hintana sähköenergialle käytetään 0,1 ”/kWh . Valaistukseen kuluva energia on laskettu keskiarvona kolmesta huoneistosta.

Energiankulutus vanhoilla lampuilla [W]	Energiankulutus uusilla lampuilla [W]	Säästöä [W]
1034,6	442	592,6

Valaistus käytössä keski määrin 8 tuntia päivässä

Nykyisellä energiankulutuksella valaistukseen menevä energia päivässä :
8276 W

20 Asuntoa = 165536 W = 165,536 kW

Nykyisellä valaistuksella hintaa tulee vuositasolla 165,536 kW $\times 0,1 \frac{\text{€}}{\text{2000 kWh}} \times 365 = 6042,064$ "

Uudella ratkaisulla valaistukseen menevä energia päivässä: 3536 W

20 Asuntoa = 70710 W = 70,72 kW

Uudella ratkaisulla hintaa tulee vuositasolla: 70,72 kW $\times 0,1 \frac{\text{€}}{\text{2000 kWh}} \times 365 = 2581,28$ "

Säästöä vuodessa : 6052,064" - 2581,28" = 3470,784"

Energialamppujen hankintahinta: yhteen valaisimeen menee kaksi energiansäästölamppua, eli $2 \times 7 \times 20 = 280$ energiansäästölamppua.

Energiansäästölamppujen hinta $280 \times 1,95 = 546$ "

Säästöt investoinnin jälkeen $3470,784 - 546 = 2924,784$ " vuodessa.

Takaisinmaksuaika investoinnille: $\frac{2924,784}{20000} = 0,1462392 = 1,46$ kk

⇒ takaisinmaksuaika energiansäästölamput alle kaksi kuukautta, eli investointi on kannattava.

Johtopäätös

Energiansäästölamput suositellaan vaihdettavaksi sitä mukaa, kun vanhat hehkulamput palavat loppuun.

Liite 4. WC-kalusteiden säästötoimenpiteet

Kiinteistössä on wc-istuimia 44 kappaletta.

Ihminen käy keskimäärin 8 kertaa vuorokaudessa WC:ssä. Asunto kuitenkin pienellä käytöllä päivisin ja kesällä hiljaista, joten käytetään vuotuisena arviona keskimäärin 5krt/vrk.

Laskennassa käytetään veden hintana Napapiirin veden hintaa Rovaniemellä: 1,78 "/m³

Kulutus nykyisillä wc-istuimilla

9l × 5krt = 45 l/vrk jokaisella wc-istuimella

44 × 45l /vrk = 1980 l/vrk

1980 l/vrk × 365 = 722700 l /a = 725m³/a

Hintaa tulee : 725 m³/a × 1,78 "/m³ = 1290 "/a

Uusilla wc-istuimilla (6/3 litraa vedolla)

käyttö keskimäärin 4,5 l/kerta = puolet nykyisestä käytöstä, eli 362,5 m³

Hintaa tulee uusilla istuimilla puolet vähemmän kuin vanhoilla => 645" /a

Investoinnin takaisinmaksuaika

Käytetään laskennassa hintana 250 euroa, joka sisältää wc-istuimen asennuksen kanssa.

250" × 44 kpl = 11 000" / 44kpl

Takaisinmaksuaika: 11000" / 645" = 17,054 vuotta.

Johtopäätös

Investointi vedenkulutuksen kautta saatavan säästön kautta ei ole kannattava, sillä takaisinmaksuaika on pitkä. WC-kalusteet ovat kuitenkin alkuperäisiä ja melko huonokuntoisia, joten investointia suositellaan silti toteutettavaksi lähivuosina.

Liite 5. Rakenteiden lämpöeristyksen parantaminen

Rakennuksen yläpohjan lämmönläpäisykerroin ennen lisäeristystä:

$$R_{\text{y}} = R_{\text{sis}} + R_{\text{laattat}} + R_{\text{laattat}} + R_{\text{laattat}} + R_{\text{sis}}$$
$$= 0,1 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} + \frac{0,025}{0,025} + \frac{0,025}{0,025} + 0,04 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} = 4,779 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$U = \frac{1}{R_{\text{y}}} = \frac{1}{4,779} = 0,20969 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Eritettä lisätään 300mm, jolloin uusi U-arvo:

$$U = 0,0977 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Lämpöenergiesäästö

ABC-talojen pohjapinta-ala yhteensä .1103,5 m²

D & E-talojen pohjapinta-ala arvio yhteensä 505m² (225 × 2,5m²)

⇒ kokonaiskattopinta-ala noin 1600m²

Energiaa menee katon läpi ennen villan lisäämistä:

$$Q = AU\Delta T = 1600\text{m}^2 \times \frac{0,2097 \text{ W/m}^2\text{K} \times 20\text{C} \times 8760\text{h}}{1000} = 58,8296 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

Villan lisäämisen jälkeen:

$$Q = AU\Delta T = 1600\text{m}^2 \times \frac{0,0977 \text{ W/m}^2\text{K} \times 20\text{C} \times 8760\text{h}}{1000} = 27,3873 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

Lämpöä säästyisi:

$$58,8296 \text{ MWh/a} - 27,3873 \text{ MWh/a} = 31,4423 \text{ MWh/a}$$

Kaukolämmön hinta Rovaniemellä : 49e/mwh + 381e/a

$$\text{Hintaa tulee vuositasolla: } 31,4423 \frac{\text{MWh}}{\text{a}} \times \frac{49 \text{€}}{\text{MWh}} + \frac{381 \text{€}}{\text{a}} = 1921,67 \text{€ /a}$$

$$\text{villaa laitetaan } 0,3\text{m} \times 1600\text{m}^2 = 480\text{m}^3.$$

Isover -puhallusvillan hinta tehtaalta 28,65€ / m³

$$480 \text{ m}^3 \times 28,65 \text{€ /m}^3 = 13752 \text{€}$$

$$\text{Takaisinmaksuaika: } \frac{13752 \text{€}}{1921,67 \text{€ /a}} = 7,156 \text{ a}$$

Eli takaisinmaksuaika on noin 7 vuotta ja 3 kuukautta. Laskelma ei sisällä työn osuutta.

Johtopäätös

Investointi lämmöneristyksen parantamiseen on kannattava, vaikka takaisinmaksuaika onkin pitkä.

