
LAAJENNETTU ENERGIALOUEDELLINEN SELVITYS

As. Oy Ylöjärven Soppeenhovi




Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Visamäki, syksy 2014

Jouko Tapani Joensuu



Hämeen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Tekijä Jouko Joensuu **Vuosi** 2014

Työn nimi Laajennettu energiataloudellinen selvitys

TIIVISTELMÄ

Työn taustalla on kerrostaloasunto-osakeyhtiön tilaama kuntokartoitus, jonka osana toimii päättötöiden aiheena oleva laajennettu energiataloudellinen selvitys. Selvityksen tarkoituksena on helpottaa vanhusasumiseen myönnettävän energia-avustuksen hakemista ympäristökeskukselta yhdessä korjausavustuksen kanssa.

Työ pohjautuu kohteessa aikaisemmin tehtyihin tutkimuksiin sekä rakennuksen energiakäytön vuosittaisiin havaintoihin. Selvityksessä otetaan kantaa kerrostalon rakenneteknisiin ja lämpötekniisiin ominaisuuksiin ja tätä kautta pyritään antamaan suositukset energiatalouden tehostamistoimille. Yksi osa energiatalouden selvitystä on vaippaosan lämpökamerakuvaus sekä yläpohjan eristetarpeen määrittäminen.

Päättötöiden tarkoituksena on tehdä myös yhteenveto niistä tutkimusmenetelmistä ja havainnoista, joita voidaan käyttää luotettavina työkaluina 2000-luvun taitteessa rakennettujen kerrostalojen energiatalouden selvittämisessä. Päättötöiden tarkoituksena on selvittää ohjeistukseksi käytännön toimille kerrostalon energiankulutuksen säästämiseksi.

Kerrostalon käytöllä sekä ylläpidolla on olennainen merkitys rakennuksen ostoenergian määrään. Koko rakennuskannan energiakulutus on noin 40 % Suomen energian loppukäytöstä. Kerrostaloa kohden ostoenergiasta lämmitykseen kuluu arviolta n. 22–30 %, joka jakautuu eri rakennusosien suhteen rakennustavasta ja rakennusvuodesta riippuen.

Tutkimustulosten perusteella tarkasteltavan asuinrakennuksen vaippaosasta ja talotekniikasta on löydetty selviä rakenneteknisiä ja energiataloudellisia ongelmakohtia. Näiden kunnostamista voidaan vuositasolla pitää merkittävänä säästökohteena hukkaenergialle.

Avainsanat Energia-avustus, lämpötekniinen toimivuus, lämpökamerakuvaus, kaukolämpöverkko, elementtisuunnittelu

Sivut 53 s. + liitteet 30 s.

VISAMÄKI

Degree Programme in Construction Management

Author	Jouko Joensuu	Year 2014
Subject of Bachelor's thesis	Extended Building Survey Report	

ABSTRACT

This Bachelor's thesis is part of a building survey report commissioned by a housing management company consisting of an extended study of energy efficiency which is the topic of this thesis. This study is designed to facilitate the application of an energy allowance granted for housing of the elderly from the Centre for Economic Development, Transport and the Environment together with the repair grant.

This thesis is based on previous studies conducted in this location and on observations of the annual energy consumption in the building. The study discusses the structural and thermal properties of apartment blocks with the aim to provide recommendations for improving the energy efficiency. Thermal imaging of the exterior walls and determining the need for roof insulation were used to examine the energy efficiency.

The purpose of this study was to write a summary of the methods and research findings that can be used as reliable tools for examining the energy consumption of the apartment blocks built at the turn of the 21st century. Another aim was to provide guidelines for practical measures to save the energy consumption of high-rise buildings.

The use of an apartment block and its maintenance plays an essential role in the amount of energy delivered in the building. The whole building stock accounts for 40% of Finland's energy consumption. Energy delivered for one high-rise building for heating takes approximately 22 -30% which is divided into different parts of the building depending on the building method and the year the building was constructed. Based on the results of the thesis clear structural and energy-efficient problems were found in the building's exterior walls and in building services. Solving these problems can annually save major amounts of energy loss.

Keywords Energy grant, thermal performance, thermal camera shooting, district heating network, element design

Pages 53 p. + appendices 30 p.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	ENERGIATALOUTEEN LIITTYVIÄ KÄSITTEITÄ.....	2
2.1	Energiatodistus	2
2.2	E-luku	3
2.3	Laajennettu energiataloudellinen selvitys	3
2.4	Kiinteistön energiakatselmus ja -katsastus.....	3
2.5	Kunnossapitotarveselvitys ja kunnossapitosuunnitelma	5
2.6	Lämpötekniikkaan liittyviä käsitteitä	6
	Höyrynläpäisevyys	6
	Kastepiste	6
	LTO-hyötysuhde	6
	LVIS	6
	SFP-luku.....	6
	Vuotoilmakerroin	6
	U-arvo	7
2.7	Lämpökamerakuvaus	7
3	AS OY SOPPEENHOVIN ENERGIATALOUDELLINEN SELVITYS	8
3.1	Lähtötiedot kohteesta	8
3.2	Lämpöenergian kulutus	10
3.3	Sähköenergian kulutus	11
3.4	Vedenkulutus.....	14
	3.4.1 Lämpimän käyttöveden osuus	15
4	TULOKSET	16
4.1	Lämmöntuotanto	16
	4.1.1 Kaukolämpölaitteiden uusiminen.....	17
4.2	Lämmönjakelu.....	18
4.3	Lämmönluovutus.....	18
	4.3.1 Lämpöverkoston eristys.....	18
4.4	Huoneistojen lämpötilat, kosteus ja ilmanpaine-erot	18
4.5	Vesi- ja viemärijärjestelmät	21
4.6	Lämpimän käyttöveden säätö.....	22
4.7	Ilmanvaihto.....	23
4.8	Sähköjärjestelmät	24
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA EHDOTETUT SÄÄSTÖTOIMENPITEET	26
5.1	Lämmöntuotanto	26
	5.1.1 Kaukolämpölaitteiden uusiminen.....	27
5.2	Lämmitysjärjestelmä	30
	5.2.1 Patteriradiaattorit	30
	5.2.1 Venttiilit ja niiden uusimistarve	30
	5.2.2 Huonelämpötilat	31

5.2.3	Patteriverkoston perussäätö	31
5.3	Putkistoeristykset	31
5.4	Vesi- ja viemärikalusteet	32
5.4.1	Yleistä	32
5.4.2	Rakennuksen vesi- ja viemärikalusteet	32
5.5	Käyttöveden lämpötilan alentaminen	33
5.6	Ilmanvaihto	34
5.6.1	Energiataloudelliset korjaustoimenpiteet	36
5.7	Rakenteet	39
5.7.1	Vaippaosa ja seinärakenteet	39
5.7.2	Muut vaipparakenteet	40
5.7.3	Huoneistojen ikkunat ja parvekeovet	41
5.7.4	Yläpohjan lisäeristäminen	43
5.8	Poistoilman lämmön talteenotto	45
5.8.1	Arvio LTO:n tuotoista ja kulutuksista	46
5.8.2	Arvio investoinnin takaismaksuajasta	47
5.9	Energiatodistusluokka	48
6	YHTEENVETO	50
	LÄHTEET	52

LIITTEET

Liite 1	Lämpökamerakuvaus raportti
Liite 2	Asukastietolomake
Liite 3	Mittauspöytäkirja
Liite 4	Kuvia
Liite 5	Kalibrointiraportti
Liite 6	Huomioita lämpökameran käytöstä
Liite 7	Pintarakenteet
Liite 8	Rakennuslaboratorion näytteet vaipparakenteista
Liite 9	Mittauksissa käytetyt mittalaitteet ja virhemarginaalit

1 JOHDANTO

Suomen asuinkerrostaloista lähes 95 prosenttia on kaukolämmitettyjä. Pel-lervon taloustutkimuksen, Suomen Kiinteistöliiton ja Suomen Omakotiliiton arvion mukaan kaukolämmön hinta tulee nousemaan nykyisestä jopa 70 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Sähkön hinta voi puolestaan nousta noin 30 prosenttia vuoteen 2020 mennessä. Kerrostalon käytöllä, ylläpidolla ja erityisesti hukkaenergian määrällä onkin olennainen merkitys rakennuksen käytännössä toteutuvaan ostoenergian määrään.

Useimpiin ennen 2000-lukua valmistuneiden kerrostalojen korjaus- ja muutostöihin on saatavissa yhteiskunnallista taloudellista tukea. Näitä voidaan myöntää monin eri perustein aina kotitalousvähennyksestä vanhusväestön asuntojen korjauksiin. Yleisesti kerrostaloon myönnettävät avustukset koskevat koko rakennusta pohjautuen rakennuksesta laadittuun korjaus- tai energiataloudelliseen selvitykseen.

Sekä korjaus- että energia-avustusten saamisen lähtökohtana ovat riittävän tarkat selvitykset asuinrakennuksen mahdollisista perusparannustoimenpiteistä ja energiataloudellisista säästökohteista. Tämä asettaa korjaustarpeiden kartoittamisen osalle suuria haasteita, koska mitään yhtenäistä käytäntöä korjaustarpeiden osoittamiselle ei toistaiseksi ole olemassa.

Päätötyön eräänä tarkoituksena on tehdä yhteenveto niistä tutkimusmenetelmistä ja havainnoista, joita voidaan myöhemmin käyttää työkaluina 2000-luvun taitteessa rakennettujen kerrostalojen energiatalouden selvittämisessä.

Päätötyö on tarkoitettu myös riittävän selventäväksi ohjeistukseksi käytännön toimille kerrostalon energian säästämiseksi. Esimerkiksi asteen sisälämpötilan nousu aiheuttaa noin 5 %:n lisäyksen rakennuksen lämmityskustannuksissa sisäilman lämpötilan ollessa yleisesti suositellun 20 ja 22 asteen välillä. Tämän vuoksi esimerkiksi ikkunoiden ja ovien tiivisteiden kunto tulisi tarkistaa vuosittain. Huonot tiivisteet lisäävät lämpöhäviöitä ja aiheuttavat vedon tunnetta, jolloin sisälämpötilaa voidaan joutua korottamaan 1–3 astetta asuinviihtyvyyden säilyttämiseksi.

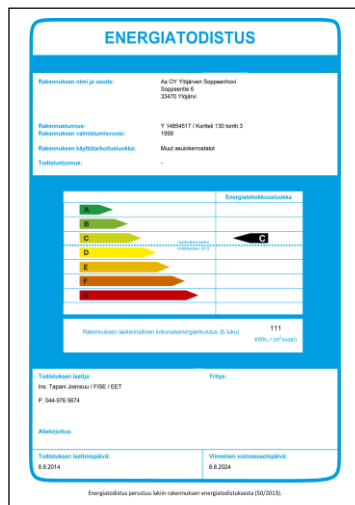
Niin ikään vesikalusteiden kunnan valvomisella voidaan ehkäistä huomattavaakin tarpeetonta energiankulutusta: tiputtaen vuotava hana voi lisätä vedenkulutusta jopa 30 000 litraa vuodessa, kun taas vanhojen käsisuihkujen ja -hanojen korvaaminen uusilla ekonapillisilla säästömalleilla voi tuoda kymmenien prosenttien säästön vedenkulutukseen.

Usein toimenpiteet, joilla säästetään energiaa, lisäävät samalla myös asuinviihtyvyyttä. Päätötyön lopussa listataan ne käytännön toimet, joita pidetään järkevinä suhteessa asuinrakennuksen elinkaaren mukaiseen käyttöön.

2 ENERGIATALOUTEEN LIITTYVIÄ KÄSITTEITÄ

2.1 Energiatodistus

Energiatodistus on työkalu rakennusten energiatehokkuuden vertailuun ja parantamiseen myynti- ja vuokrautilanteessa. Todistus antaa tärkeää ja luotettavaa tietoa ostopäätöksessä, joka on useimmille meistä elämän suurin hankinta. Lisäksi energiatodistus sisältää ammattilaisten laatimia säästösuosituksia, joiden avulla voi parantaa energiatehokkuutta. (Ympäristö.fi 2004 a.)



Kuva 1. Rakennusten energiatodistus uudistui 1.6.2013 (Ara.fi/ tiedotteet 2013).

Energiatodistus on ollut Suomessa käytössä vuodesta 2008 lähtien kaikessa uudisrakentamisessa sekä vuodesta 2009 myynti- ja vuokrautilanteissa suurissa rakennuksissa ja uusissa pientaloissa. Jatkossa energiatodistus tarvitaan myös vanhan pientalon myynnin tai vuokrauksen yhteydessä kuten muissakin rakennuksissa.

Uudistetut energiatodistukset ovat tulleet käyttöön vaiheittain. Niitä on tehty heti lain voimaantulon 1.6.2013 jälkeen lähes kaikessa uudisrakentamisessa sekä myynnin ja vuokrauksen yhteydessä asuinrakennuksissa ja uudehkoissa pientaloissa. Todistuksen laatii aina pätevä tekijä, joka on rekisteröity ARA:n laatijarekisteriin.

2.2 E-luku

Energialuku E kuvaa rakennuksen kokonaisenergian käyttöä standardinmukaisessa käytössä. E-luku lasketaan rakennuksen standardikäyttöön perustuvan ostoenergioiden ja energiamuotojen kertoimien tulona. Energiamuotojen kertoimilla kuvataan primäärienergian käyttöä. E-luvun yksikkö on kWh/m² vuodessa.

2.3 Laajennettu energiataloudellinen selvitys

Laajennetussa energiatalouden selvityksessä esitetään lämmityksen, sähkön ja veden kulutuksissa havaitut poikkeamat ja verrataan kulutuslukemia julkaisuihin saatuihin tilastotietoihin sekä aiempaan kulutukseen.

Selvityksessä esitetään energiataloutta parantavat toimenpiteet kustannusarvioineen ja suositeltavat energiataloudelliset korjaustoimenpiteet kustannusarvioineen ja säästövaikutuksineen. (Kiratek Oy 2011.)

2.4 Kiinteistön 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 energiansäästämahdollisuudet.

Energiankäyttötietojen ja rakennuksen perusteellisen läpikäynnin perusteella selvitetään energian tarpeeton kulutus ja kannattavat energiansäästämahdollisuudet. Kiinteistökatselemuksen raportissa käsitellään kohteen energian- ja vedenkäytön nykytilanne ja kuvataan LVIS-järjestelmien toiminta ja käyttö. Saatujen tietojen pohjalta esitetään säästötoimenpiteitä perusteluiden kanssa säästövaikutuksineen ja takaisinmaksuaikoinen. Kauppa- ja teollisuusministeriö 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 %. Energiakatselmuksentukiprosentit tarkistetaan vuosittain. Käytetyt luvut ovat vuodelta 2010.

Katselmuksissa on neljä keskeistä osapuolta: työ- ja elinkeinoministeriö, Motiva Oy, katselemoijat 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 katselmoijapätevyudet. Katselmointia varten on hyvä myös olla yhteydessä osaavaan 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; se myös 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 jo 5347 kohteessa ja kohteissa on säästetty energiaa yhteensä noin 23 miljoonalla eurolla. (Motiva Oy 2011b.)

Kiinteistön energiakatselmus

Kiinteistön energiakatselmus soveltuu sellaisten liike- ja palvelurakennusten energiansäästömahdollisuuksien kartoitukseen, joissa on tavanomaiset talotekniset järjestelmät. Sitä voidaan käyttää myös suuren tai tekniikaltaan monimutkaisen palvelualan rakennuksen, kuten sairaalan, suuren liikokeskuksen tai uimahallin, katselmusmenetelmänä.

Energiankäyttötietojen ja rakennuksen perusteellisen läpikäynnin perusteella selvitetään energian turha kulutus ja määritellään kannattavat energian säästötoimenpiteet.

Kiinteistön energiakatselmusraportissa käsitellään kohteen energian ja veden käytön nykytilanne, kuvataan LVIS-järjestelmien toiminta ja käyttö sekä esitetään säästötoimenpiteitä perusteluineen, säästövaikutuksineen ja takaisinmaksuaikoineen.

Kohteet palveluiloilla

Kiinteistön energiakatselmuksen soveltaminen palveluiloilla:

- alle 5 000 m³: kiinteistön energiakatsastus
- 5 000–10 000 m³: kiinteistön energiakatsastus tai kiinteistön energiakatselmus
- yli 10 000 m³: kiinteistön energiakatselmus.

Kohteet teollisuudessa ja energia-alalla

Sekä teollisuuden että energia-alan tuotantolaitoksille on omat katselmusmallinsa. Kiinteistön energiakatselmusmallia sovelletaan myös teollisuudessa ja energia-alalla silloin, kun katselmoidaan ei-tuotannollisia rakennuksia kuten toimisto- tai varastorakennuksia.

Kiinteistön energiakatselmuksen tuettava työkustannusosuus

Energiakatselmus on toteutettava TEM: n yleisohjeita ja katselmusten mallikohtaisia ohjeita noudattaen. Katselmukseen tarvittava panostus määräytyy tapauskohtaisesti kohteen laajuuden, monimuotoisuuden ym. lähtökohtien perusteella.

TEM: n energiakatselmustoiminnan yleisohjeissa määritellään se energiakatselmuksen työkustannusosuus, johon tukea on mahdollista saada. Kiinteistön energiakatselmuksen tuettava työkustannusosuus määräytyy rakennustilavuuden perusteella TEM: n energiakatselmustoiminnan yleisohjeissa esitettyjen tukitaulukoiden mukaisesti.

Kohteen energiatekninen vaikeusaste vaikuttaa kokonaisvaltaiseen energiakatselmukseen tarvittavaan työmäärään. Kiinteistön energiakatselmuksen tukiperusteet on tämän johdosta jaettu kahteen luokkaan:

Luokka 1 koskee rakennuksia, joissa on tavanomainen LVIS-tekniikka (esim. toimisto-, virasto-, hallinto-, koulu- tai liikerakennus).

Luokkaan 2 kuuluvat vaativalla LVIS-tekniikalla varustetut rakennukset, kuten sairaalat, uimahallit, kylpylät ja suuret liikekeskukset.

2.5 Kunnossapitotarveselvitys ja kunnossapitosuunnitelma

Kunnossapitotarveselvityksellä tarkoitetaan asunto-osakeyhtiölain 6 luvun 3 §:ssä mainittua hallituksen tekemää kirjallista selvitystä taloyhtiön seuraavan viiden vuoden kunnossapitotarpeesta. Hallitus esittää selvityksen vuosittain varsinaisessa yhtiökokouksessa ja sen pohjalta käydään keskustelua. Tässä yhteydessä ei kuitenkaan tehdä päätöksiä, vaan käynnistettävistä toimenpiteistä päätetään yhtiökokouksessa erikseen.

Kunnossapitosuunnitelmalla tarkoitetaan taloyhtiön hallituksen tai yhtiökokouksen hyväksymää suunnitelmaa tulevista korjauksista. Suunnitelma on hyvä perustaa kunnossapitotarveselvitykseen. (Finlex.fi 2009.)

2.6 Lämpötekniikkaan liittyviä käsitteitä

Höyrynläpäisevyys

Höyrynläpäisevyydellä kuvataan materiaalin kykyä vastustaa vesihöyrysiirtymistä rakenteen läpi. Kosteusteknisesti oikein suunniteltu rakenne on höyryn läpäisevyydeltään tiivein sisäpinnastaan ja harvenee ulospäin.

Kastepiste

Kastepiste on lämpötila, jossa ilmankosteus tiivistyy pisaroiksi. Kastepiste riippuu ilman lämpötilasta. Sopivissa olosuhteissa kosteus voi tiivistyä rakenteen sisälle, mikäli kastepistelämpötila alittuu rakenteessa.

LTO-hyötysuhde

Lämmöntalteenoton hyötysuhde on se osuus ilmanvaihdon lämmittämiseen tarvittavasta energiasta, joka saadaan vuoden aikana talteen jäteilmasta. LTO-hyötysuhteen yksikkö on %.

LVIS

LVIS tulee sanoista lämpö, vesi, ilma ja sähkö. Lyhenteellä tarkoitetaan yleisesti taloteknisiä laitteita ja järjestelmiä.

SFP-luku

Ilmanvaihdon ominaissähköteho. SFP-luku on rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimien yhteenlaskettu sähköteho jaettuna ilmanvaihtojärjestelmän suurimmalla mitoitusilmavirralla.

Vuotoilmakerroin

Vuotoilmavirta syntyy lämpötilaerojen ja tuulen aiheuttamista paine-eroista sekä myös ilmanvaihtojärjestelmän puutteellisesta toiminnasta. Vuotoilmavirtoihin vaikuttavat rakennuksen sijainti, korkeus ja ulkovaipan kunto. Vuotoilman suuruutta kuvataan vuotoilmakertoimella, joka ilmaisee kuinka monta kertaa (huone)alan ilma vaihtuu tunnissa. Vuotoilmakerroin voidaan määrittää joko laskennallisesti tai kokeellisesti. $N_{\text{vuotoilma}} = 1/h$ tai $N_{50} = 1/h$.

U-arvo

Lämmönläpäisykerroin U kuvaa rakenteen läpi kulkevaa lämpötehoa pinta-alaa kohden, kun lämpötilaero on yhden yksikön suuruinen. Mitä pienempi U -arvo rakenteella on, sitä paremmin se on eristetty. Lämmönläpäisykerroimen yksikkö on W/m^2K .

2.7 Lämpökamerakuvaus

Rakennuksen lämpökuvauksella tarkastellaan tässä tapauksessa rakenteiden lämpöteknistä toimivuutta RT 14-10850 -kortin mukaisesti.

Lämpökuvauksen tarkoituksena on selvittää rakennuksen vaippaosan lämmöneristyskerroksen toimivuus ja rakenteellinen tiiviys (ilmanpitävyys).

3 AS OY SOPPEENHOVIN ENERGIATALOUDELLINEN SELVITYS

3.1 Lähtötiedot kohteesta

Kohde sijaitsee Ylöjärven keskusta-alueella osoitteessa Soppeentie 6, 33470 Ylöjärvi. Kohde on paikalla rakennettu kokonaisuus, jossa kantavana rakenteena on elementtirunko. Rungon eristeenä on mineraalivilla. Perustustapana rakennuksella on anturarakenne + maanvarainen laatta.

Rakennus on valmistunut v. 1999 harjakattoiseksi (tiilikate) kerrostaloksi. Kerrosluku on 5 ja kerrosalaa 1700 m² käsittäen 21 asuinhuoneistoa. Rakennuksessa on 1 hissi ja yhteinen ulkoiluvälinevarasto sekä huoneistokohittaiset kellarikomerot. Rakennuksen lämpimän alan tilavuus on 6230 m³ ja bruttoala 1735 m². Huoneistoala on yhteensä 1418 m².

Rakennus sijaitsee keskusta-alueelle rajoittuvalla tasamaan tontilla. Maa-alue on moreenimaista ja osittain asfaltoitua rakennuksen läheltä. Maa-alue on myös ojitettua rakennuksen lähellä. Tontin pinta-ala on 3169 m² ja tontin kerrosala on 1700 m². Tontilla on autokatos 150 m² sekä jätekatos 25,0 m². Yhteensä tontilla on 25 autopaikkaa, joista 12 on varattu autokatokselle.

Rakennus sisältää säilytystiloina kellarikomerot ja ulkoiluvälinevaraston. Väestönsuoja on mitoitettu 56 henkilölle.

Lämmitysjärjestelmänä kohteessa on vesikiertoinen keskuslämmitys, jossa lämpöenergia ja lämmin käyttövesi tuotetaan kaukolämmöllä. Rakennus kuuluu Tampereen kaukolämpöverkkoon, jossa lämmitysenergia tuotetaan maakaasulla.

Rakennuksen ilmanvaihto on koneellinen poisto ja normaali tuore tuloilma.

Kohteeseen tulee kunnalliset liittymät. Harmaat ja mustat vedet johdetaan kunnalliseen viemärintiin, käyttövesi kunnan verkosta. Pääsulaketaulu sijaitsee rakennuksen teknisissä tiloissa.

Rakennuksen LVIS-puolelle on tehty normaaleja kiinteistöhuollon huolto-tyitä. Yläpohjaan on tehty lisäeristys (puhallusvilla) 2013 joulukuussa.

Asuinrakennuksen rakennusvuosi on 1999. Runkotyypinä on kirjahyllyrunko (täyselementti, BES). Kantavat pieliseinät ja pilarit kannattelevat parvekkeita. Ulkoseinäelementtinä toimii betonisandwich-elementti.

Väli- ja yläpohjarakenne on ontelolaatta 265 mm + lattiatasoite + pintamateriaali, kylpyhuoneiden kohdalla lovetut ontelolaatat 200 mm, yläpohjassa ontelolaatat 265 mm.

Kerroskorkeus on 3,0 m, jossa huoneistojen väliset seinät ovat teräsbetoni-
sia ja paksuudeltaan 180 mm. Kevyet väliseinät huoneistossa ovat kipsile-
vypintaisia teräsrankaseiniä, kylpyhuoneet kalkkihiekkatiilirunkoisia.

Lämmitystapana on kaukolämpöön liitetty vesikeskuslämmitys ja ilman-
vaihtona toimii koneellinen poistoilmanvaihto ja normaali tuore tuloilma.



Kuva 2. Yleiskuva tutkimuskohteesta.

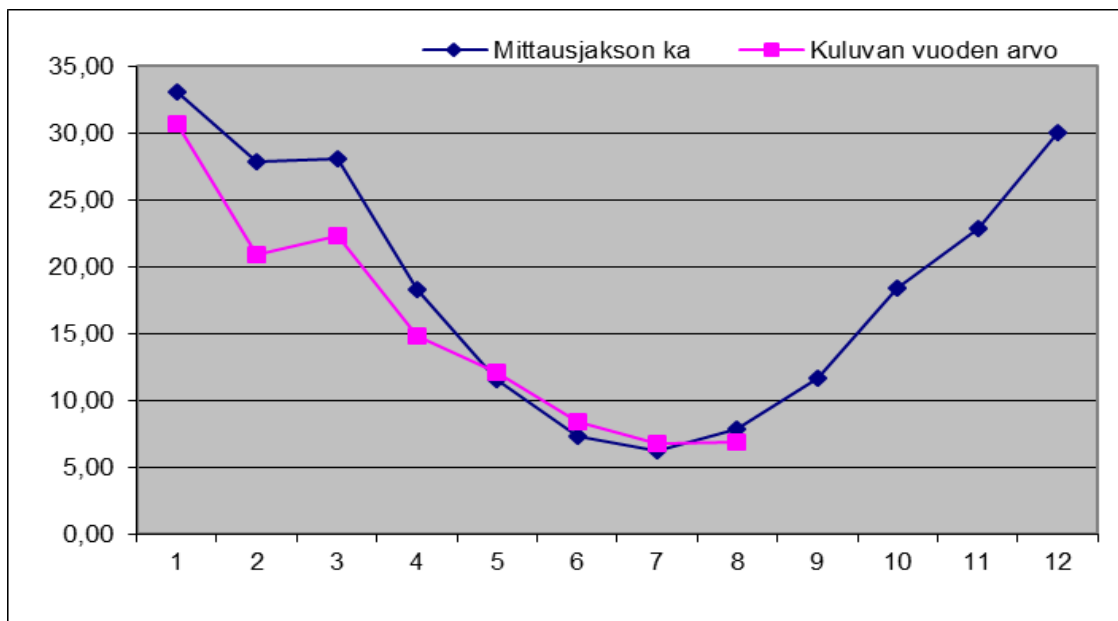
3.2 Lämpöenergian kulutus

Taulukossa 1 on esitetty kiinteistön lämpöenergian kulutus vuosina 2008–2014 elokuuhun saakka. Taulukossa on kuukausittainen kulutus (kwh), keskiarvoinen kuukausittainen ja vuosittainen kulutus sekä keskiarvoinen muutos. Keskiarvoinen kulutus ja kuluvan vuoden arvo ovat esitettyinä myös graafissa kuviossa 1. Viimevuoden kulutus oli n. 30 kwh/m³.

Rakennukselle laskettu tavoitteellinen lämmönkulutus on 45 kWh/Rm³/a. Vastaavanlaisten rakennusten keskimääräinen ominaiskulutus on lämpöenergian osalta 39.8 kWh/Rm³/a (Motiva Oy 2012a).

Taulukko 1. Kaukolämmön lämpöenergian mitattu kulutus kwh /m³/vuosi.

Kaukolämmön lämpömäärä										
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	ka	2014	ka %
tammi		29,17	35,22	39,54	32,23	32,05	30,38	33,10	30,70	7
helmi		23,36	23,35	32,15	33,63	30,67	24,31	27,91	20,91	25
maalis		29,37	31,93	27,32	26,97	22,85	29,77	28,04	22,36	20
huhti		18,09	18,31	20,00	17,94	18,81	16,86	18,34	14,77	19
touko		13,34	11,43	12,51	12,39	10,96	8,42	11,51	12,14	-5
kesä		7,20	10,11	9,00	5,18	8,50	3,71	7,28	8,38	-15
heinä		8,26	7,17	6,34	5,00	7,27	3,64	6,28	6,82	-9
elo		8,78	7,79	7,65	10,98	7,35	4,65	7,87	6,90	12
syys		15,67	11,63	12,39	10,98	11,20	8,06	11,66	-898,20	7807
loka		15,26	22,04	20,02	16,75	20,12	16,03	18,37	0,00	100
marras		24,08	23,17	25,97	22,40	22,55	19,34	22,92	0,00	100
joulu	22,09	26,62	32,43	39,34	26,09	33,38	22,14	30,00	0,00	100
yht	219,00	219,20	234,58	252,23	220,54	225,71	187,31	223,26	-775,22	447
Ominaiskulutus		35,07	37,53	40,36	35,29	36,11	29,97	35,72		
kwh/m³										



Kuvio 1. Graafi mittausjakson kuukausittaisesta keskiarvoisesta kaukolämmön lämpömäärästä sekä kuluvan vuoden lämpömäärästä.

3.3 Sähköenergian kulutus

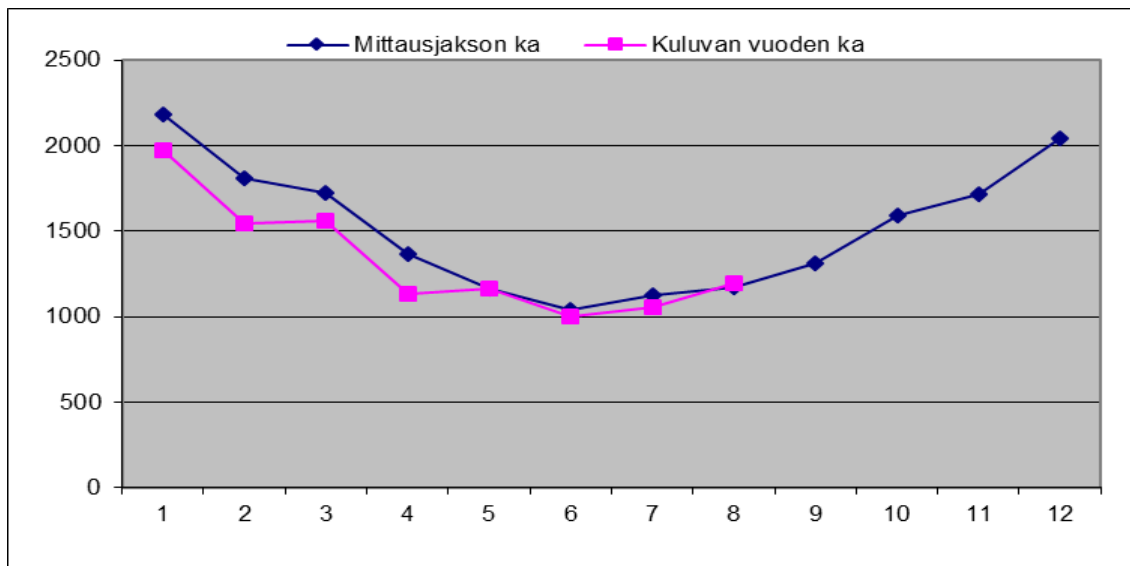
Taulukossa 2 on esitetty rakennuksen kokonaissähkökulutus vuosilta 2009–2014 elokuuhun saakka. Taulukossa on kuukausittainen kulutus (kwh), keskiarvoinen kuukausittainen ja vuosittainen kulutus sekä keskiarvoinen muutos. Keskiarvoinen kulutus ja kuluvan vuoden arvo ovat esitettyinä myös graafissa kuviossa 2. Sähköenergian kulutus kattaa kaikki kiinteistön tilat lukuun ottamatta kerrostalon varastotiloja, jotka on vuokrattu Ylöjärven urheilijoiden tiloiksi. Rakennuksessa on huoneistokohtaiset mitarit, jotka sijaitsevat lämmönjakohuoneen yhteydessä.

Kiinteistön sähköenergian ominaiskulutukset ovat tasaiset ja ne ovat olleet suunnilleen samalla tasolla kuin vastaavanlaisilla kiinteistöillä keskimäärin. Sähköenergiaa kuluu kiinteistössä valaistukseen, hissin ja pesuhuoneen käyttöön, autojen lämmittämiseen ja huoneistoissa oleviin laitteisiin ja saunoihin. Vastaavanlaisten rakennusten keskimääräinen ominaiskulutus on 16.5kwh/Rm³/a (Motiva Oy 2012a). Huomattavimmat sähkökulutuksen piikit ajoittuvat marras–helmikuulle johtuen autojen ja sähkösaunojen lämmitystarpeen noususta.

Ohjeellinen, tavoitteellinen kiinteistösähkökulutus on 2,5 kWh/Rm³ /a ja nykyinen kulutus alittaa sen.

Taulukko 2. Sähköenergian mitattu energiankulutus kwh.

Sähkön kulutus								
	2009	2010	2011	2012	2013	ka	2014	ka %
tammi	2414	2166	2136	2133	2067	2183	1970	10
helmi	1800	1887	1900	1800	1677	1813	1544	15
maalis	1661	1700	1881	1600	1796	1728	1557	10
huhti	1439	1300	1353	1352	1380	1365	1136	17
touko	1193	1147	1121	1142	1205	1162	1168	-1
kesä	1169	1022	961	1007	1060	1044	1002	4
heinä	1217	1066	1100	1161	1084	1126	1053	6
elo	951	1212	1332	1196	1152	1169	1197	-2
syys	1309	1296	1384	1344	1235	1314	-44412	3481
loka	1509	1660	1500	1577	1715	1592	0	100
marras	1722	1780	1750	1719	1600	1714	0	100
joulu	2109	2151	1952	2170	1820	2040	0	100
yht	18493	18387	18370	18201	17791	18248	-33785	285

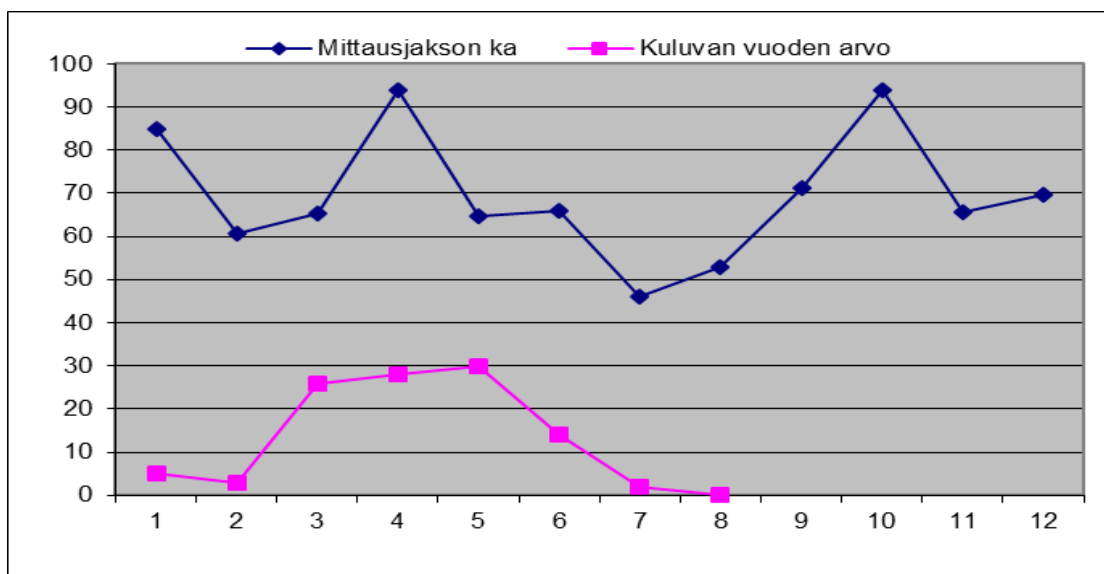


Kuvio 2. Graafi mittausjakson kuukausittaisesta keskiarvoisesta sähköenergian määrästä sekä kuluvan vuoden sähköenergian määrästä.

Taulukossa 3 on esitetty Ylöjärven urheilijoiden tilojen kokonaissähkönkulutus vuosilta 2009–2014 elokuuhun saakka. Tilat ovat vuokralla As. Oy Soppenhovilta.

Taulukko 3. Vuokratilojen mitattu sähköenergian kulutus kwh.

Ylöjärve Urheilijat							
Sähkön kulutus							
	2009	2010	2011	2012	2013	ka	2014
tammi		100	76	101	62	85	5
helmi		47	75	72	49	61	3
maalis		50	68	71	72	65	26
huhti		73	133	69	101	94	28
touko		69	52	78	60	65	30
kesä		46	75	81	62	66	14
heinä		52	50	51	31	46	2
elo		72	42	78	20	53	0
syys		60	123	80	22	71	-21008
loka		131	127	98	19	94	0
marras		86	98	75	3	66	0
joulu	72	73	100	104	1	70	0
yht		859	1019	958	502	835	-20900



Kuvio 3. Graafi mittausjakson kuukausittaisesta keskiarvoisesta sähköenergian määrästä sekä kuluvan vuoden sähköenergian määrästä.

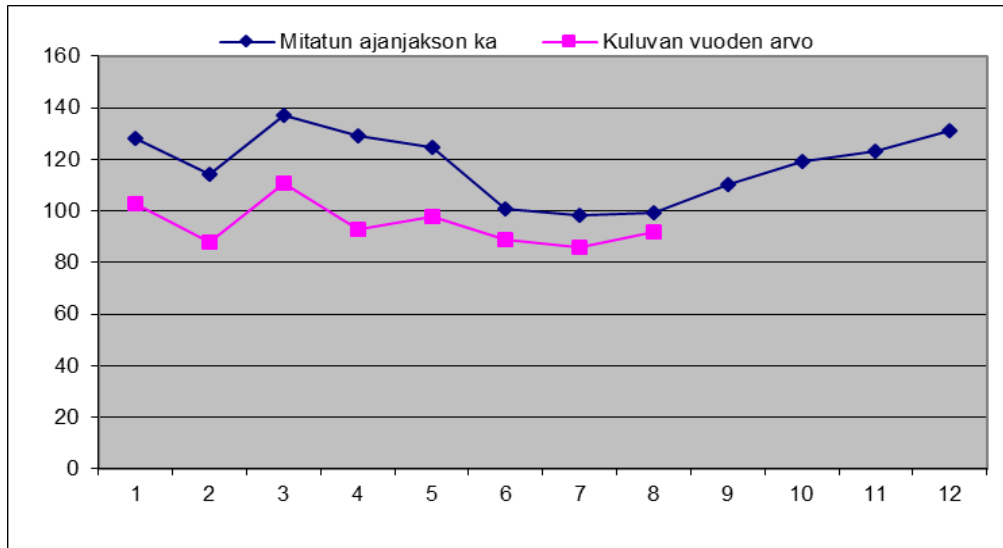
3.4 Vedenkulutus

Taulukosta 4 nähdään kiinteistön vedenkulutus vuosina 2008–2011. Vedenkulutuksen arvot ovat m³. Vedenkulutus on ollut tarkastelujakson aikana melko tasaista. Vuonna 2013 vedenkulutus on ollut pienimmillään. Vuonna 2009 kiinteistön vedenkulutus on ollut korkeampi kuin muina vertailuvuosina. Syitä tähän on normaalia kylmempi vuosi ja rakennuksen korkea käyttöaste. Keskiarvoinen vedenkulutus ja kuluvan vuoden arvo ovat esitettyinä myös graafissa kuviossa 4.

Tavoitteellinen vedenkulutus ohjeellisten käyttöarvojen mukaan on 150 dm³ /s/as/vrk. Vedenkulutus henkilöä kohden on noin 124 litraa/vuorokausi/asukas, joka on vähemmän verrattuna suomalaisten tyypilliseen vedenkulutukseen, joka on noin 155 l/vrk/henkilö. (Motiva Oy 2012b.)

Taulukko 4. Mitattu vuosittainen vedenkulutus m³ /kk/vuosi.

Kylmänveden määrä													
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	ka	2014	ka %	asukaita	l/as vrk	päivä/kk
tammi		145	140	140	132	116	97	128	103	20	25	133	31
helmi		113	120	125	124	109	93	114	88	23	25	126	28
maalis		146	149	137	135	139	116	137	111	19	25	143	31
huhti		126	142	131	139	125	113	129	93	28	25	124	30
touko		126	120	138	127	120	116	125	98	21	25	126	31
kesä		77	114	108	110	104	91	101	89	12	24	124	30
heinä		103	95	105	100	92	94	98	86	12	24	116	31
elo		99	80	109	117	99	92	99	92	7	24	124	31
syys		121	119	107	112	113	91	111	-22351	20327			30
loka		112	131	130	123	118	102	119	0	100			31
marras		135	137	124	139	113	90	123	0	100			30
joulu	964	149	145	136	121	138	98	131	0	100			31
yht		1452	1492	1490	1479	1386	1193	1415	-21591	1626			



Kuvio 4. Graafi mittausjakson kuukausittaisesta keskiarvoisesta vedenkulutuksen määrästä sekä kuluvan vuoden vedenkulutuksen määrästä.

3.4.1 Lämpimän käyttöveden osuus

Lasketaan lämpimän käyttöveden määrä sekä lämmittämiseen kuluva energia. Kaukolämpöverkon toisiopiirin kesäsulun ollessa auki lämpimän käyttöveden määrä on ollut seuraava:

Kesäkuu: 7,28 kwh/kk
Heinäkuu: 6,28 kwh/kk
Elokuu: 7,28 kwh/kk
Keskiarvo: 6,94 kwh/kk x 12 kk = 83,32 kwh vuodessa.

Vuositasolla veden lämmittämiseen kuluvan energian osuus on $83,32 / 223,26 \times 100 \% = 37,3 \%$ kaukolämmön tuomasta kokonaisenergiasta.

4 TULOKSET

4.1 Lämmöntuotanto

Lämmityksenä toimii kaukolämpöön liitetty vesikiertoinen keskuslämmitys. Kaukolämmön avulla lämmitetään myös käyttövesi. Lämmönjakotapana huoneistoissa toimivat rinnan kytketyt patteriradiaattorit (kaksiputkikytkennällä), joissa huonekohtainen säätö tapahtuu vesivirtaa muuttamalla. Lämmitysverkon painetasot ovat (alaraja) 150 kpa – (yläraja) 300 kpa. Lämpöjohdot kulkevat kerrosten läpi välipohien varauksissa.

- Keskiarvoinen lämmitysenergian kulutus vuotta kohden on $35 \text{ kWh/m}^3 \times 6250 \text{ m}^3 = 218750 \text{ kWh}$ sisältäen lämpimän käyttöveden. Pidempiaikaisen seurannan perusteella keskiarvoksi on saatu 223 mwh /a.
- Lämmityspatterit on mitoitettu 40–70 °C:n välille. Tarvittava (mitoitettu) lämmitysteho on enimmillään 94 kw, ja se toimii samalla tilaustehona.
- Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama on säädetty 1,08 dm³/s, jossa käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet on mitoitettu 50–55 °C:n välille. Lämpimälle käyttövedelle on olemassa kierto. Lämmin käyttövesi on säädetty 55 °C:een ja se tuotetaan kaukolämmöllä erillisessä lämmönsiirtimessä.

Yleishavainnot

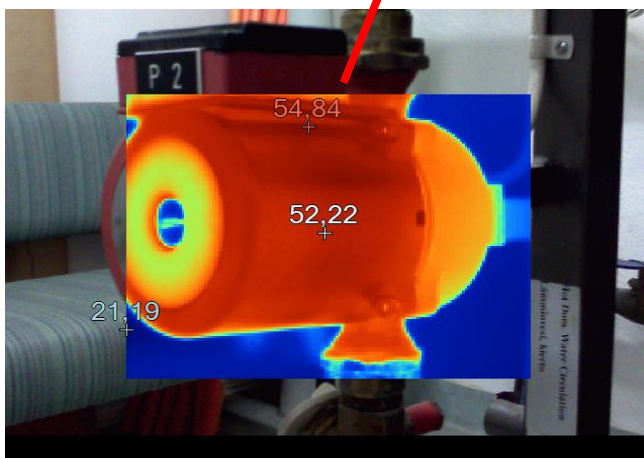
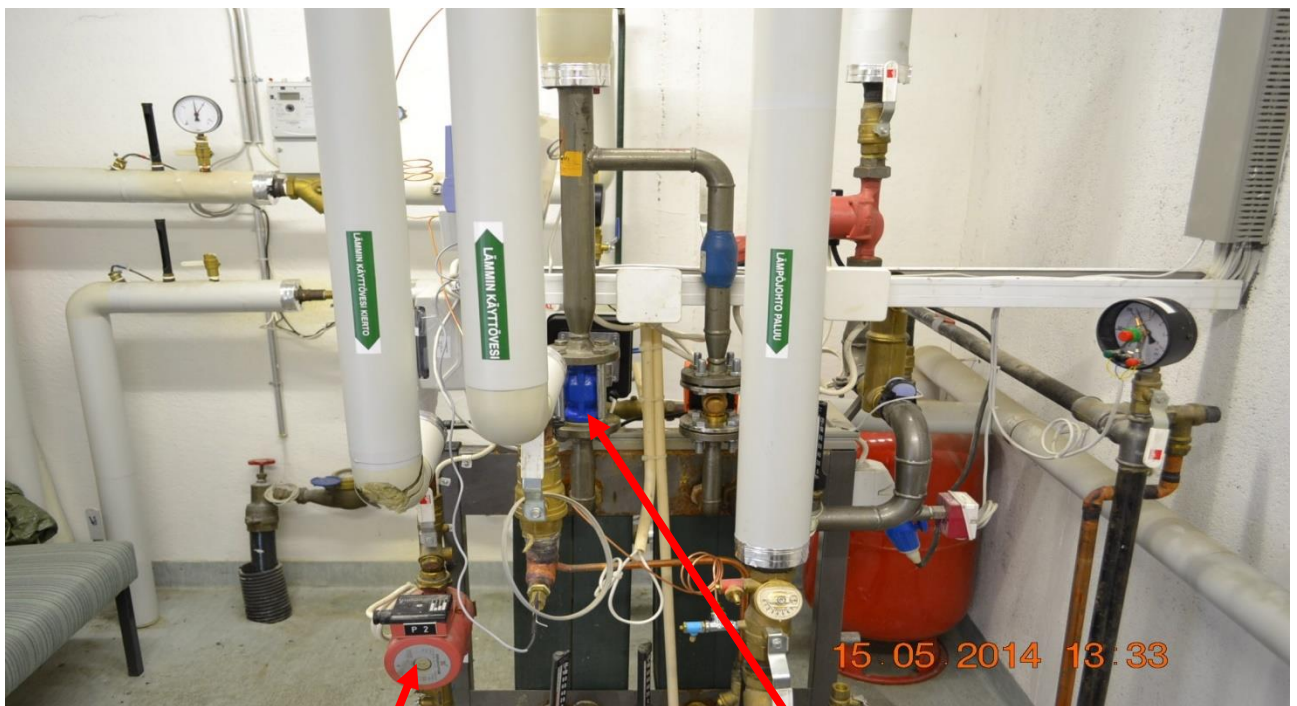
1. Rakennuksessa ei havaittu toistuvia putkivuotoja tai sellaisia vuotoja, jotka johtuisivat putkien syöpymisestä.
2. Ei saatu havaintoa tukkeutuneista viemäreistä.
3. Kosteiden tilojen osalta tilat olivat kunnossa eikä putkia tarvitse tämän yhteydessä uusia. Ei saatu havaintoa vuotavista vesikalusteista huoneistossa tehtävien mittausten yhteydessä. Tämä ei poista ongelman mahdollista olemassaoloa.
4. Nykyisin lämmitysverkoston käyttöiäksi arvioidaan yli 50 vuotta. Toistaiseksi käyttövesiverkon ja lämmitysverkon voidaan olettaa toimivan moitteettomasti ilman tarvetta tarkemmalle kuntotutkimukselle.

4.1.1 Kaukolämpölaitteiden uusiminen

Lämmönsiirtimien, venttiilien, pumppujen ja säätökarojen uusiminen on todennäköistä 10–30 vuoden välein niiden teknisen kulumisen vuoksi.

Toistaiseksi järjestelmä toimii; pieni säätövara **säätöventtiilissä (sininen)** saattaa aiheuttaa venttiilikaran kiinnijäämistä. Venttiilikara on uusittava tod.näköisesti 8 vuoden kuluttua.

Lämpökamerakuvauksella lämpöjohtopumpussa sekä käyttöveden kiertopumpussa ei havittu poikkeavia lämpötiloja tai vikalämpötiloja ja lämpötilagradientti oli tasainen.



Kuva 3. Käyttöveden kiertopumppu (vasemmalla) ja säätöventtiili (oikealla).

4.2 Lämmönjakelu

Putkistot

Kiinteistön lämpöjohdot on rakennettu teräsputkesta kierre- ja hitsausliitoksin. Lämpöjohtorunkoputkisto kulkee rakenteissa. Lämpöjohtoverkosto kulkee huoneistojen lämmityspattereille.

Pumput

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

4.3 Lämmönluovutus

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.

4.3.1 Lämpöverkoston eristys

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

4.4 Huoneistojen lämpötilat, kosteus ja ilmanpaine-erot

Asukastietolomakkeessa sijaitsevat asukaskyselyn tiedot. Asukaskyselyn (kuva 4) mukaan ilmanvaihto koettiin riittäväksi ja hyvin toimivaksi. Paria poikkeusta lukuun ottamatta huoneistoissa ei esiintynyt hajuongelmia eikä tunkkaista/kosteaa sisäilman laatua.

Huoneistojen absoluuttiset kosteuspitoisuudet olivat tasaiset eikä kosteuslisää havaittu (vrt ulkoilman absoluuttinen kosteus $5,3 \text{ g/m}^3$). Ilman vaihtuvuus huoneistoissa on riittävä, ja ilma vaihtuu huoneistoissa hyvin.

Korvausilman tulo huoneistoihin tehostuu talvikuukausina, joten tämä saattaa aiheuttaa joillekin vedon tunnetta ilmanottoaukkojen ja ulko- tai parvekeovien läheisyydessä.

Huoneistojen lämpötilojen keskiarvo on 23,4 °C. Huoneistojen lämpötilat ovat tasaiset; joitain huoneistokohtaisia poikkeuksia on johtuen ikkunoiden sijainnista etelään tai pohjoiseen päin sekä asukkaiden omista mieltymyksistä. Kerrosten välillä ei havaittu erilaisia lämpötilajakaumia; tämän osalta välipohjalaattojen eristykset ovat kunnossa ja lämmitysverkko on tasapainoitettu asianmukaisesti. Patteriverkoston perussäätö on kunnossa.

Huoneistoista mitattujen ilmanpaine-erojen tulokset vaihtelevat asuntokohtaisesti. Erot ilmanpaineissa johtuvat huoneistoihin aiheutuvasta erilaisesta tuulipaineesta, joka talon muodosta ja huoneistojen sijainnista ilmansuuntaan johtuen vaikuttaa vahvasti mittatulokseen. Huoneistojen paine-erot olivat joka tapauksessa reilusti alipaineisia, mikä on painovoimaisen tuloilman ja tuuletuksen kannalta hyvä asia.

Ilmanvaihdossa on havaittavissa savupiippuvaikutusta.

ASUKASTIETOLOMAKE

ASUNNON NRO		REVISIO	RH [%]	LT [° C]	ABS[g/m3]	ilman-paine	Kos-teuslisä
As 1	Tapetit rakoilee/oh+mh	1,10	26,2	22,6	5,3	-27	0
As 2	Kosteuspoikkeamaa lattia-kaivossa	2,10	22,7	22,1	4,4	-18	-0,9
As 3		3,10	25,2	20,6	4,5	-20	-0,8
As 4	Ilmastointi krokkaa ja tapetit rakoilee oh	4,10	22,4	23,6	4,8	-6	-0,5
As 5		5,10	22,1	23,8	4,7	-19	-0,6
As 6	Tummumia/pakasteen alla	6,10	21,7	23,7	4,7	-10	-0,6
As 7	Kourut vuotavat ?	7,10	23,8	24,2	5,2	-10	-0,1
As 8	Tapetit rakoilevat /oh+mh	8,10	20,4	23,1	4,2	-8	-1,1
As 9		9,10	22,5	23,9	4,9	-6	-0,4
As 10	Tapetit rakoilee oh	10,10	23,9	24,7	5,8	-7	0,5
As 11	Tapetit rakoilee mh+keittiö	11,10	24,5	23,9	5,3	-6	0
As 12		12,10	20,4	23,9	4,4	-2	-0,9
As 13	Vedon tunne raitisaukoista talvella	13,10	25,4	22,9	5,2	-11	-0,1
As 14		14,10	20,7	23,7	4,4	-9	-0,9
As 15		15,10	20,9	24,6	4,7	-3	-0,6
As 16		16,10	21,5	23,8	4,6	-4	-0,7
As 17	Tapetti rakoilee	17,10	23,7	23,8	5,1	-2	-0,2
As 18		18,10	26,7	23	5,8	-2	0,5
As 19		19,10	21,5	23,9	4,7	-8	-0,6
As 20	Parvekkeen katossa oleva palkki ruosteessa	20,10	23,4	23,3	4,9	-3	-0,4
As 21	mh ikkuna ja keittiön ikkuna huurtuvat talv.	21,10	24	24	5,2	-7	-0,1
UI-koilma	63,7	8,1	5,3				

Kuva 4. Asukastietolomake.

4.5 Vesi- ja viemärijärjestelmät

Kiinteistön kylmä- ja lämminvesiverkosto on alkuperäinen. Kylmävesiputkisto on rakennettu kupariputkesta liitostapana fosfori-kuparijuotos. Käyttöveden paine on 4 Bar eli 0,4 Mpa.

Vesijohtojen (ja viemäreiden) sijoitus hieman vaihtelee välipohjan ja kylpyhuoneen rakenteen mukaan. Kerrosten läpi kulkevat pystylinjat, jotka on sijoitettu paikan päällä kulkeviin putkiroiloihin.

Vesiverkosto on perusrakenteeltaan seuraavanlainen:

Viemärit ovat palomitoituksen takia valurautaviemäreitä, joissa koot vaihtelevat seuraavasti: V 32 (pesualtaan viemäri poikkeuksellisesti muovia) ,V 70, V 100 (pystyviemäröinti) sekä V 110 ja V 160 (kokoomaviemäri). Mustat ja harmaat vedet johdetaan samaan perusviemäröintiin. Viemäröinti on eristämätöntä, valkoiseksi maalattua valurautaputkea. Pystyviemäri palvelee kylpyhuoneen lisäksi viereistä keittiötä.

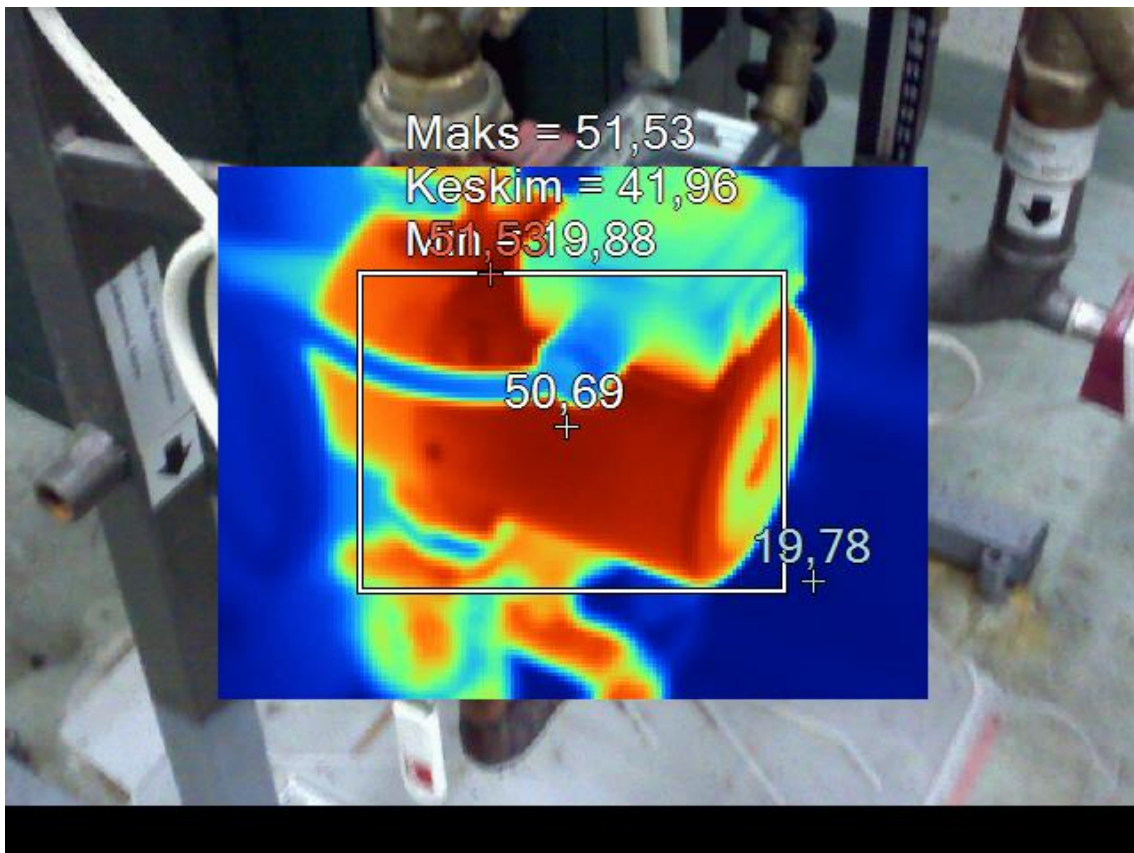
Tuuletusviemäri on lämpöeristettyä (mineraalivilla), mustaa V 110 Vilpe -mallista putkea.

Lämmin käyttövesiputkisto ja lämpimän käyttöveden kiertojohto ovat kuparia ja ne on eristetty mineraalivillaeristeellä. Niiden koot ovat KV 28 ja LV 28 sekä vesipisteissä KV 15–22 ja LV 15–22.

4.6 Lämpimän käyttöveden säätö

Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama on säädetty $1,08 \text{ dm}^3/\text{s}$, jossa käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet on mitoitettu $50\text{--}55 \text{ }^\circ\text{C}$:een.

Lämpimälle käyttövedelle on olemassa kierto. Lämmin käyttövesi on säädetty $55 \text{ }^\circ\text{C}$:een ja se tuotetaan kaukolämmöllä erillisessä lämmönsiirtimessä. Käytännössä käyttöveden lämpötilaa valvotaan automaattisesti, ja lämmönsiirtimeltä lähtävän veden peruslämpö pysyy yli $55 \text{ }^\circ\text{C}$:ssa legionellabakteerien esiintymisen estämiseksi (D1, kohta 2.3.8).



Kuva 5. Käyttöveden kiertopumppu. Pumpun lämpötilagradientti on tasainen.

4.7 Ilmanvaihto

Kohteessa on koneellinen poistoilmanvaihto sekä korvausilmalle ulkoilma-venttiilit seinärakenteissa ja karmiventtiilit ikkunakarmeissa.

Poistoilma on toteutettu yhteiskanavajärjestelmällä, jossa poistoilmaventtiilit sijaitsevat keittiössä, kylpyhuoneessa/saunatiloissa, WC:ssä ja vaatehuoneessa. Eri asuntojen päällekkäisillä tiloilla on yhteinen poistoilmakanava, josta jäteilma kootaan vaakasuoran kokoojakanavan kautta poistoilmahuoneeseen. Asukaskyselyn perusteella oli havaittavissa jonkin verran karmiventtiilien suodattimien likaisuutta (as. 4) ja tuloilmaventtiilin kohdalla talvisin vedon tunnetta (as. 13).

Rakennuksessa mitattujen paine-erojen arvot noudattelivat kohtuullisesti keskiarvoa. Heitot ilmanpaineissa johtuivat huoneistoihin aiheutuvasta erilaisesta tuulipaineesta, joka talon muodosta johtuen vaikuttaa mittatulokseen. Alimpiin kerroksiin vaikutti savupiippuvaikutuksen tuomaa alipainetta.



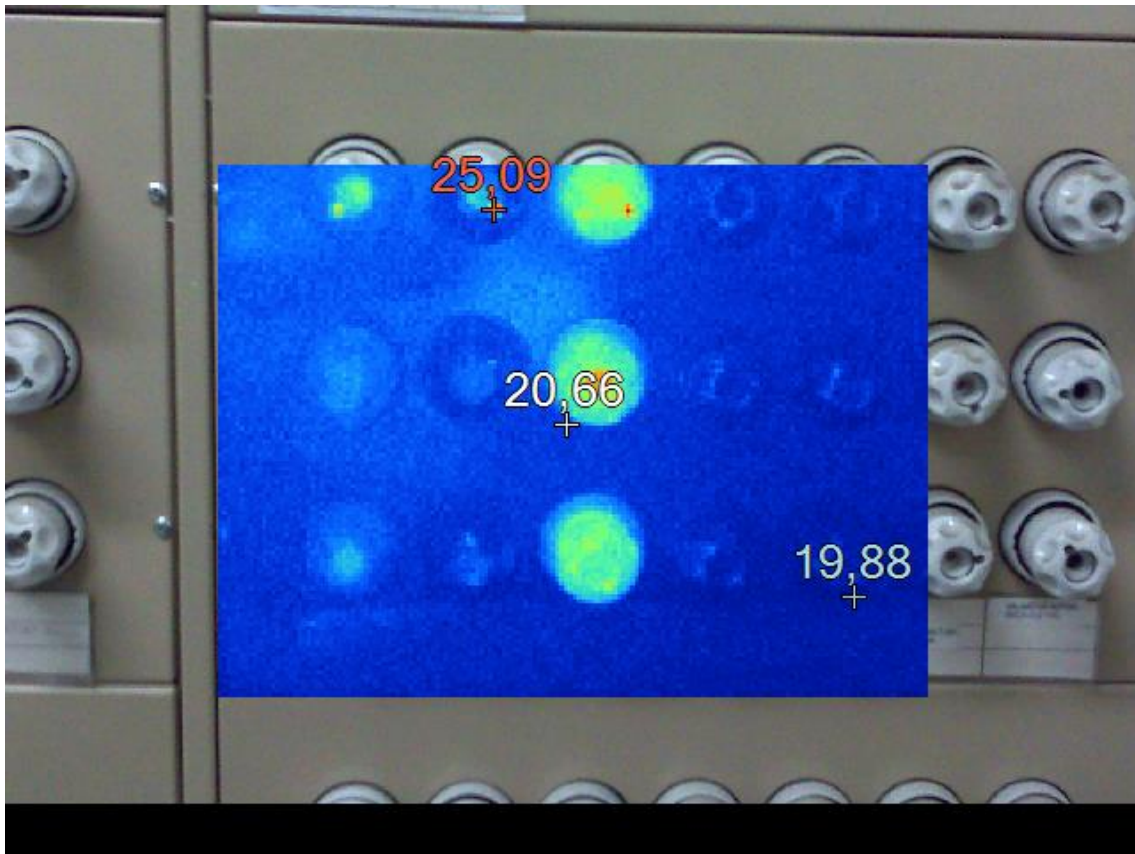
Kuva 6. Sandwich-elementeissä sekä ikkunakarmeissa on omat venttiilit tuloilmalle.

4.8 Sähköjärjestelmät

Kiinteistön sähköverkko on rakenteeltaan samanlainen kuin 1990 ja 2000 luvun asuin-kerrostaloissa. Nousujohdot sijaitsevat BES kylpyhuone-elementtien takaosassa. Poikkeuksena asuntojen ryhmäkeskukset jotka ovat perinteisiä tulppasulakkeita sijaiten teknisissä tiloissa.

- I. Monitoimikeskus, jossa mitataan huoneistojen sähkö, sijaitsee lämmönjakohuoneen yhteydessä teknisissä tiloissa. Pääsulakkeina toimivat tulppasulakkeet.
- II. Keskuksesta johtavat nousukaapelit huoneistojen ryhmäkeskuksiin. Huoneistokohtaisia yleisiä kulutuskojeita ovat valaisin- ja pistorasiat, liesi sekä huoneistokohtaiset kiukaat.
- III. Tehdään sähkönjakokeskuksen tauluista lämpökamerakuvaus, jolla pyritään tarkastelemaan mahdollisia oikosulkulämpötiloja, epäsymmetrisiä lämpötila-alueita, viallisia releitä tai oikosulkuvirran aiheuttamia lämpötilamuutoksia. Tutkimus on suuntaa-antava.

Kohteessa ei havaittu ongelmakohtia. Kuormitetut huoneistot, sulakkeet ja/tai releet lämpeävät symmetrisesti.



Kuva 7. Lämpökamerakuvaa huoneistokohtaisesta jakokeskuksesta.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA EHDOTETUT SÄÄSTÖTOIMENPITEET

Luvussa käsitellään tutkimustulosten ja johtopäätösten avulla niitä toimenpiteitä ja korjausehdotuksia joiden avulla kohteeseen voidaan tehdä energiataloudellisia tehostamistoimia.

5.1 Lämmöntuotanto

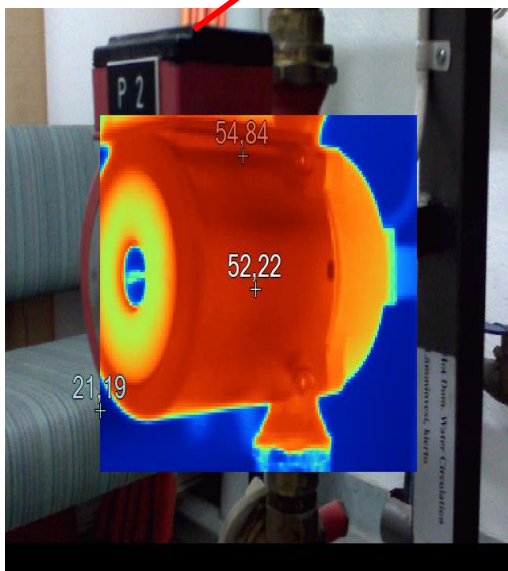
1. Kaukolämpöverkossa kiertävän kuuman veden lämpöenergia muunnetaan rakennuksen lämmitysjärjestelmän käyttöön lämmitysjärjestelmän ja lämpimän käyttöveden lämmönsiirtimien avulla. Kaukolämpöverkko on suljettu verkosto, jonka lämpöenergia siirtyy kiinteistön käyttöön johtumalla. Laitteisto sisältää EkonorTM-lämpövahtin, jonka avulla lämmityksen tehoa säädetään ulkolämpötilan mukaan.
2. Keskiarvoinen lämmitysenergian kulutus vuotta kohden on $35 \text{ kWh/m}^3 \times 6250 \text{ m}^3 = 218750 \text{ kWh}$ sisältäen lämpimän käyttöveden. Pidempiaikaisen seurannan perusteella keskiarvoksi on saatu 223 mwh /a.
3. Lämmityspatterit on mitoitettu 40–70 °C:n välille. Tarvittava (mitoitettu) lämmitysteho enintään 94 kw toimien samalla tilaustehona.
4. Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama on säädetty 1,08 dm³/s, jossa käyttövesipiiriin liitetyt lämmityslaitteet on mitoitettu 50–55 °C:een. Rakennuksessa käyttövedelle on huoneistokohtainen jakotukkijärjestelmä, jossa vesijohdot tuodaan vaakasuunnassa. Lämpimälle käyttövedelle on olemassa kierto. Lämmin käyttövesi on säädetty alle 60 °C:een ja se tuotetaan kaukolämmöllä erillisessä lämmönsiirtimessä.
5. Valvonta-alakeskus ohjaa säätöventtiiliä (TV1) käyttöveden lämpötilan tuntoelimen TE1 mittausarvon perusteella pitäen käyttöveden lämpötilan asetusarvon mukaisena, joten sen suhteen ei saavuteta energiansäästöä. (Tilavuusvesivirtaa ei voida myöskään pienentää, koska se on jo optimoitu lämmönsiirtimelle ja vaikuttaisi putkiston painehäviöihin.) Myös lämmönsiirtimet ovat hyvässä kunnossa, joten niille ei tarvitse tehdä mitään tässä vaiheessa. Lämmönjakolaitteistoon on asennettu EkonorTM-lämpövahti, jonka avulla lämmityksen tehoa säädetään ulkolämpötilan (lisäksi myös huoneiston todellisen lämmitystarpeen) mukaan. Tältä osin huoneistojen ”hukkalämpö” ja ulkopuoliset sääolosuhteet optimoituvat reaaliaikaisesti lämmöntuotannon kanssa. Kesäsulku on toiminnassa kesä–elokuun välisenä ajanjaksona.

6. Nykyisin lämmitysverkoston käyttöiäksi arvioidaan yli 50 vuotta. Toistaiseksi käyttövesiverkon ja lämmitysverkon voidaan olettaa toimivan moitteettomasti ilman tarvetta tarkemmalle kuntotutkimukselle.

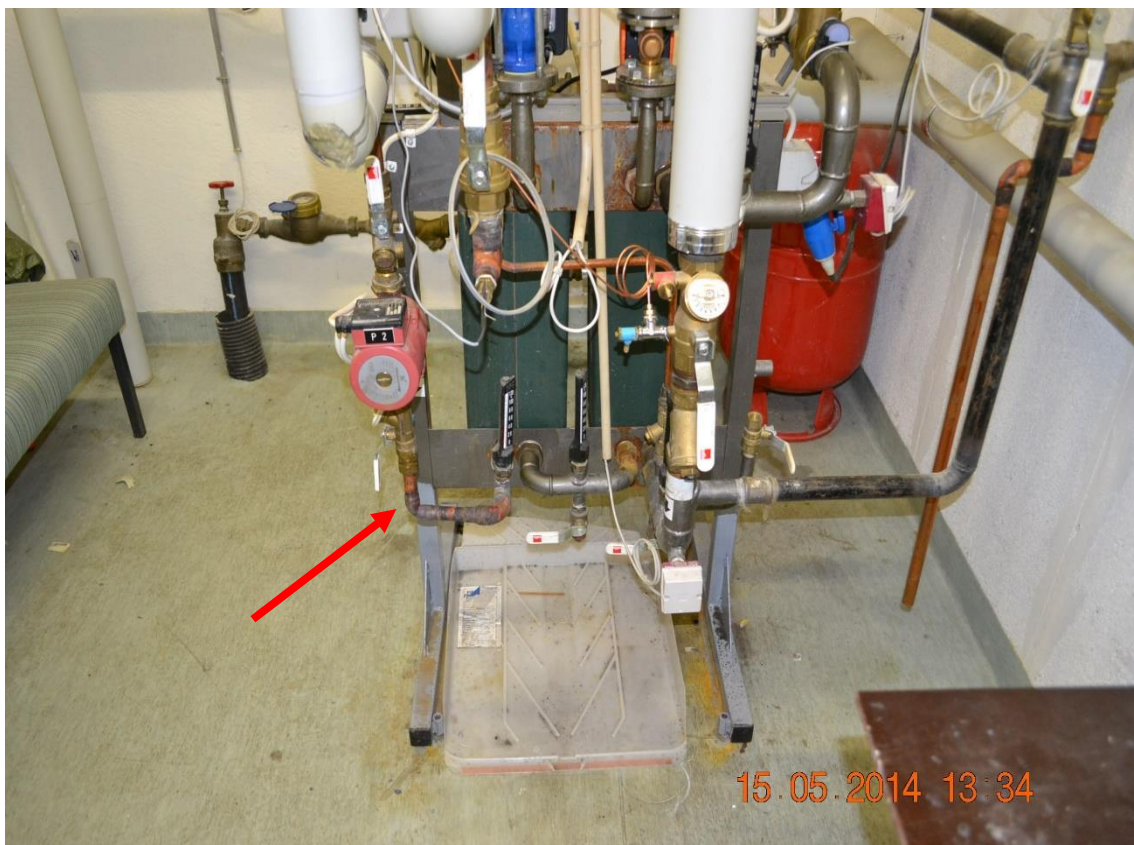
5.1.1 Kaukolämpölaitteiden uusiminen

Lämmönsiirtimien, venttiilien, pumppujen ja säätökarojen uusiminen on todennäköistä 10–30 vuoden välein niiden teknisen kulumisen vuoksi. Toistaiseksi järjestelmä toimii; pieni säätövara **säätöventtiilissä (sininen)** saattaa aiheuttaa venttiilikaran kiinnijäämistä. Venttiilikara on uusittava todennäköisesti 8 vuoden kuluttua.

Lämpökamerakuvauksella lämpöjohtopumpussa tai käyttöveden kiertopumpussa ei havittu poikkeavia lämpötiloja tai vikalämpötiloja ja lämpötilagradientti oli tasainen. Kiertoveden kuparinen paluujohto lämmönvaihtimen ja pumpun välissä suositellaan uusittavaksi kavitaation teräsputkeen (kuva 9) aiheuttaman kulumisriskin takia.



Kuva 8. Lämmönjakolaitteistoa.



Kuva 9. Kiertovesipumpun ja lämmönvaihtimen välinen kupariputki on heikkolaatuinen. Suositellaan vaihtamaan teräksiseen (ks. vieressä oleva, joka on kunnossa).

5.2 Lämmitysjärjestelmä

5.2.1 Patteriradiaattorit

Lämmönjakokeskus on liitetty alimmassa kerroksessa kulkevilla vaakasuuntaisilla runkojohdoilla lämmitysverkkoon. Runkojohdoista taas lähtevät nousulinjat, jotka yhdistävät päällekkäin sijaitsevien huoneiden lämmityspatterit samaan linjaan. Putkikytkentänä on kaksiputkikytkentä. Kaikkiin lämmityspattereihin johdetaan samanlämpöistä menovettä, ja patterin lämmitystehoa säädetään vesivirtaa muuttamalla. Lämmitysjärjestelmä on toistaiseksi kunnossa ja radiaattoreiden säätömahdollisuus on todettu toimivaksi.

Kiinteistössä on noin 80 vesiradiaattoria, joiden kunto on hyvä. Käyttöhenkilökunnan mukaan lämmitysverkosto toimii hyvin ja sisälämpötilat ovat kohtuullisen hyvät mittausten perusteella. Patteriradiaattoreiden käyttöikä on tarkasteluhetkestä yli 50 vuotta.

5.2.1 Venttiilit ja niiden uusimistarve

Huoneistoissa on käytössä esisäädettävä, termostaattinen Oras Stabila -patteriventtiili, joka on tarkoitettu käytettäväksi pumppukiertoisessa kaksiputkijärjestelmässä. Venttiilin tehtävänä on huonekohtainen lämmön säätö.

Venttiilissä on säätömahdollisuus asteikolla 1–6. Näillä on mahdollista säästää 3,2 %:n säästö lämmitysenergian kulutuksessa verrattuna pelkkiin perinteisiin patteriventtiileihin. Termostaattisilla patteriventtiileillä on suurempi virtausvastus kuin tavallisilla patteriventtiileillä, joten ne likaantuvat nopeammin.

Patteriventtiilit olisi hyvä uusida 5 vuoden kuluttua osana muuta mahdollista laajempaa huoltoa. (Mikäli muuta huoltoa ei tehdä, venttiileitä ei yksistään kannata vaihtaa.) Venttiilin termostaatissa olisi hyvä käyttää erillistä anturia, koska nykyisellään termostaatteihin saattaa kohdistua raitisilmaventtiilien aiheuttamaa kylmentävää vaikutusta. Tällöin termostaatin säätämä veden virtaus saattaa olla hieman normaalia korkeampi. Ennen venttiilityötä lämmitysverkko on huuhdeltava puhtaaksi.



Kuva 10. Nykyinen käytössä oleva Oras Stabila patteriventtiili.

5.2.2 Huonelämpötilat

Huonelämpötilat on mitoitettu perussäädöillä 21 °C:n lämpötilaan. Huoneistojen keskiarvoinen lämpötila on +23,5 °C. Käytännössä lämpötilat ovat normaalia korkeammat halutun mukavuusalueen takia.

Yleisesti ottaen yhden asteen lämpötilan laskua vastaava säästö lämmityskuluissa olisi 5 %. Asunto-osakeyhtiössä asuu vanhusväestöä, joten n. 1,5–2 asteen keskiarvoa (22 °C) korkeammat lukemat ovat perusteltuja. Huoneistojen keskinäiset lämpötilaerot olivat melko tasaisia. (ks. Liite 1.)

5.2.3 Patteriverkoston perussäätö

Säätö on suoritettu asunto-osakeyhtiössä käyttöönottovuonna 1999. Perussäädön avulla kiinteistön lämmitysenergian kulutusta voidaan vähentää 10–15 %. Patteriverkoston oikea perussäätö varmistaa sen, että verkoston vesi kiertää jokaisen patterin kautta.

Patteri-, linjasäätö- ja sulkuventtiilien keskimääräinen elinikä on noin 20–25 vuotta, joten asunto-osakeyhtiön osalta tämä tulee ajankohtaiseksi noin 5 vuoden päästä. Vanhentuneet patteriventtiilit eivät enää toimi oikein, jolloin koko lämmitysverkoston toiminta saattaa häiriintyä. On erittäin suositeltavaa vaihtaa myös muut säätöventtiilit perussäädön yhteydessä. Ennen venttiilityötä lämmitysverkko on huuhdeltava puhtaaksi.

5.3 Putkistoeristykset

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



Kuva 11. Kellaritilojen lämpöjohtojen putkituksia.

5.4 Vesi- ja viemärikalusteet

5.4.1 Yleistä

Vanhat vesikalusteet kuluttavat enemmän vettä kuin nykyaikaiset, ja siksi uusiin vesikalusteisiin investoiminen on lähes aina kannattava investointi esimerkiksi putkiremonttien yhteydessä.

Esimerkiksi paljon vettä kuluttavat WC-istuimet kannattaa vaihtaa 2/4- tai 3/6-litran istuimiin, joissa on iso ja pieni huuhtelu. Kalustekohtainen veden säästö on n. 61 % verrattuna esim. kuuden litran WC-istuimeen.

5.4.2 Rakennuksen vesi- ja viemärikalusteet

Rakennuksen vesi- ja viemärikalusteet ovat alkuperäisiä ja niiden kunto on kohtalaisen toimivaa. WC:n hanat ovat Oras-merkkisiä yksitehohanoja, keittiössä on yksitehoinen torni-mallinen hana. WC-istuimet ovat Gustafsberg-mallisia kaksitoimisia istuimia, joissa on ollut ongelmia painikkeiden jumiutumisen kanssa. Kokemukset IDO-mallista ovat hyviä.

Kiinteistössä on wc-istuimia 22 kappaletta. Ihminen käy keskimäärin 8 kertaa vuorokaudessa WC:ssä. Asunto on kuitenkin pienellä käytöllä päivisin ja kesällä on hiljaista, joten käytetään vuotuisena arviona keskimäärin 5 krt/vrk.

Laskennassa käytetään Tampereen veden hintaa 1,78 €/m³. Kulutus nykyisillä wc-istuimilla 9 l × 5 krt = 45 l/vrk jokaisella wc-istuimella on 22 × 45 l/vrk = 990 l/vrk, josta 990 l/vrk × 365 = 361 350 l/a = 361 m³/a.

Hintaa tulee 361 m³/a × 1,78 €/m³ = 643 €/a + jätevesimaksu joka maksetaan puhtaan veden kulutuksen mukaan (1,53 €/m³ × 361 m³/a = 552€/a) = 1200 euroa.

Uusilla wc-istuimilla (6/3-litran vedolla) käyttö on keskimäärin 4,5 l/kerta = puolet nykyisestä käytöstä, eli 180,5 m³/a. Hintaa tulee uusilla istuimilla puolet vähemmän kuin vanhoilla eli 600 €/a.

Investoinnin takaisinmaksuaikana käytetään laskennassa hintaa 250 euroa, joka sisältää myös wc-istuimen asennuksen. 250 € × 22 kpl = 5500 € / 22 kpl. Takaisinmaksuaika: 5500 € / 600 € = 9 vuotta.

Johtopäätös:

Investointi vedenkulutuksessa saatavan säästön kautta ei ole huomattava, sillä takaisinmaksuaika on pitkä. WC-kalusteet ovat kuitenkin

alkuperäisiä ja melko hyväkuntoisia, joten investointia suositellaan toteutettavaksi isoimpien saneerausten, esimerkiksi lämmitysverkon saneerauksen, yhteydessä.

5.5 Käyttöveden lämpötilan alentaminen

Nykyisellään käyttöveden lämpötila on 55 astetta. Lämpötila on mitoitettu siten, että käyttöveden paluuputken lämpötila mitoittaa menolämpötilaa (valvonta-alakeskus ohjaa säätöventtiiliä käyttöveden lämpötilan tuntoelimen mittausarvon perusteella). Käyttövesiputkiston lämpötila on joka kohdassa vähemmän kuin 55 astetta.

Lämpötila on Suomen rakentamismääräyskokoelman mukainen vähimmäislämpötila. Tältä osin energiansäästöä ei voida saavuttaa käyttöveden lämpötilaa alentamalla. Lämpöjohtoverkosto on eristetty villaeristein, ja pinnoitteena on käytetty muovia. Eristeet ovat hyväkuntoiset, eikä vuotoja ollut silmämääräisesti havaittavissa.

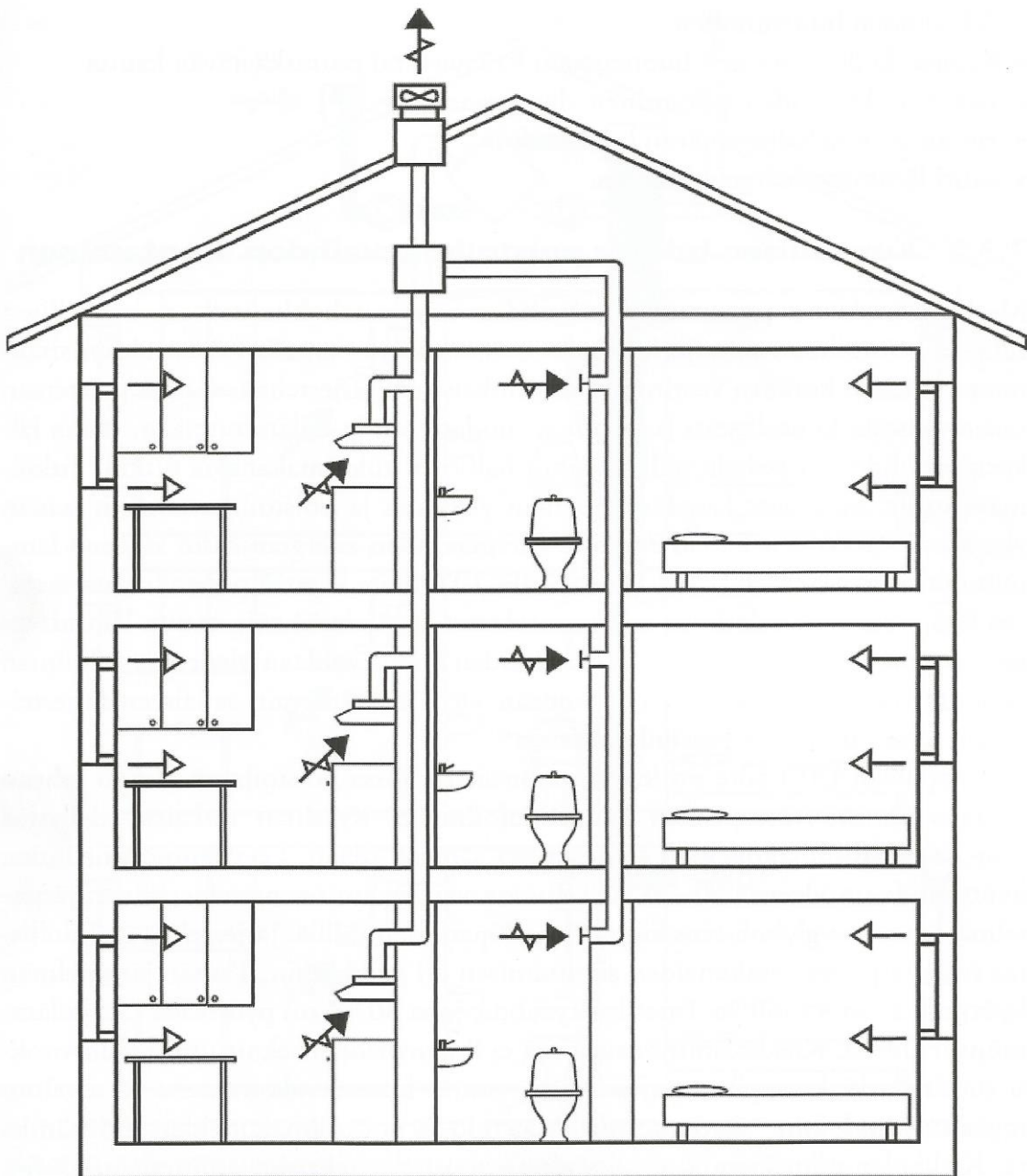


Kuva 12. Käyttöveden valvontakeskus.

5.6 Ilmanvaihto

Kohteessa on koneellinen poistoilmavaihto, korvausilmalle ulkoilmaventtiilit seinärakenteissa ja karmiventtiilit ikkunakarmeissa.

Poistoilma on toteutettu yhteiskanavajärjestelmällä, jossa poistoilmaventtiilit sijaitsevat keittiössä, kylpyhuoneessa/saunatiloissa, WC:ssä ja vaatehuoneessa. Eri asuntojen päällekkäisillä tiloilla on yhteinen poistoilmakanava, josta jäteilma kootaan vaakasuoran kokoojakanavan kautta kahdelle poistoilmapuhaltimelle.



Kuva 13. Koneellinen poistoilmavaihto yhteiskanavajärjestelmällä. Periaatekuva.

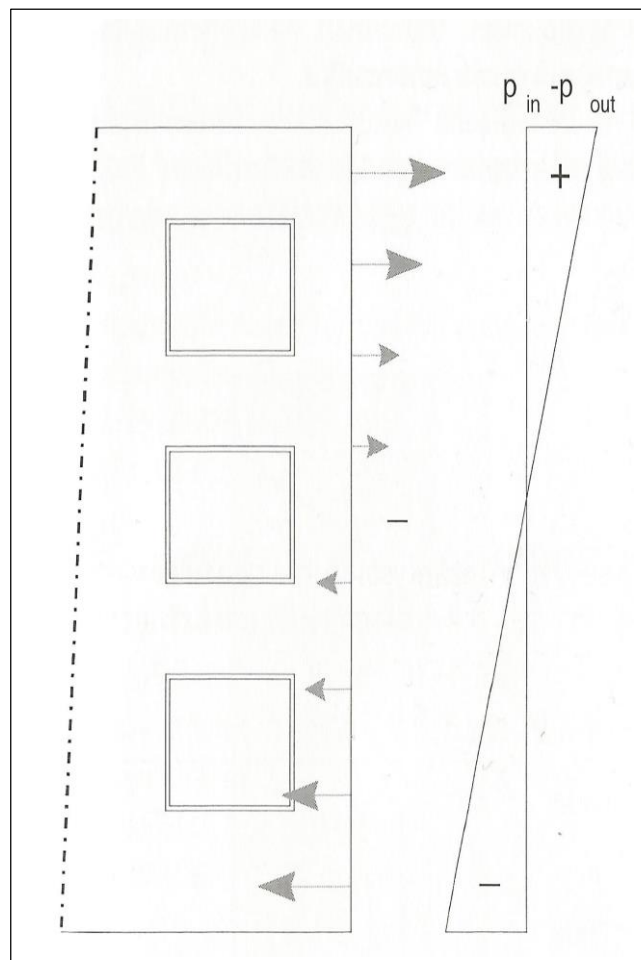
Koneellisessa poistossa poistoilmakanavien virtausta on tehostettu ulla-kolle sijoitetuilla puhaltimilla. Puhaltimet ovat kasinopeuspuhaltimia, jotka on ohjelmoitu toimimaan täydellä teholla klo 7.00–9.00, klo 12.00–14.00 ja klo 17.00–19.00. Muina aikoina ne toimivat puoliteholla.

Poistoilmavirtaukset on rakennusvuonna mitoitettu asuinhuoneistossa seuraavasti:

Pukuhuone: -15 l/s
 Sauna: -10 l/s
 Keittiö: -20 l/s

Rakennuksessa on havaittavissa huoneistojen ilmanpaine-erojen osalta selvä jakauma ns. savupiippuvaikutuksen aiheuttamasta paine-erosta, jossa oletettu neutraaliakseli kulkee 2. kerroksen puolivälissä. Tämä aiheuttaa osaan huoneistosta (as. 1 - as. 8) kohtalaisen voimakasta alipainetta, joka voidaan aistia vedon tunteena ja ulko-ovien nopeana kiinni menemisenä. Liiallinen alipaine lisää poistoilman mukana kulkeutuvaa energiahukkaa.

NUMERO	PA
As 1	-27
As 2	-18
As 3	-20
As 4	-6
As 5	-19
As 6	-10
As 7	-10
As 8	-8
As 9	-6
As 10	-7
As 11	-6
As 12	-2
As 13	-11
As 14	-9
As 15	-3
As 16	-4
As 17	-2
As 18	-2
As 19	-8
As 20	-3
As 21	-7



Kuva 14. Huoneistojen painesuhteet ja periaatekuva painesuhteiden muodostumisesta.

5.6.1 Energiataloudelliset korjaustoimenpiteet

Kohteessa on koneellinen poistoilmanvaihto, korvausilmalle ulkoilma-venttiilit seinärakenteissa ja karmiventtiilit ikkunakarmeissa.

Poistoilma on toteutettu yhteiskanavajärjestelmällä, jossa poistoilmaventtiilit sijaitsevat keittiössä, kylpyhuoneessa/saunatiloissa, WC:ssä ja vaatehuoneessa. Eri asuntojen päällekkäisillä tiloilla on yhteinen poistoilmakanava, josta jäteilma kootaan vaakasuoran kokoojakanavan kautta kahdelle poistoilmapuhaltimelle.

Rakennuksen tuloilmajärjestelmä on suunniteltu rakenteiden toimivuutta silmällä pitäen, eikä asumismukavuuteen ole välttämättä kiinnitetty rakennuksen valmistumisvuonna kovin suurta huomiota. Tuloilman riittävyttä voidaan nykyisellään pitää hyvänä.

Tuloilmaa on kohtalaisen vaikea hallita, koska sen toiminta perustuu osittain lämpötilaeroihin ja seinäelementeissä olevat tuloilmaventtiilit ovat integroituja ritiläventtiileitä. Kovilla pakkasilla ilmanvaihto saattaa olla liian tehokasta ja aiheuttaa vedon tunnetta niissä kohdin, joissa venttiilit on sijoitettu huoneistojen alatasoon.

Rakennuksen poistoilmaventtiilit ovat KSO/KVBA-mallisia venttiileitä, joiden säätöominaisuudet ovat rajalliset. Käytännössä huoneistoihin on asennettu jälkikäteen mm. ikkunaventtiileitä lisäämään tuloilmaa ilman poistoilmaventtiileiden säätöä. Tämä lisää omalta osaltaan huoneistojen ns. savupiippuvaikutusta.

Toimenpide-ehdotukset:

1. Suositellaan vaihtamaan ulkoseinäelementeissä olevat tuloilmaventtiilit painovoimaisen ilmanvaihdon venttiileihin (sisältäen tuloilman suodattimen), joissa tuloilman virtaus säätyy ulkoilman lämpötilan mukaan. Samalla säädetään poistoilmakanavien ilmamäärät.

Vaihtoehtoisesti voidaan tehdä myös nämä toimenpiteet:

2. Suositellaan asentamaan huoneistoihin (as. 1 - as. 8) raitisilmaradiaattorit seinäelementeissä olevien tuloilmaventtiilien päälle. Korvausilma lämpiää patterissa, jonka jälkeen se johdetaan huonetilaan patterin yläosassa olevan aukon kautta. Raitisilmaradiaattori on ilmanvaihdon kannalta huomattavasti perinteisiä venttiilimalleja parempi, sillä ilman lämmityksen vuoksi huonetiloihin ei aiheudu vettä. Ratkaisun avulla korvausilman saanti on hallittua, eikä erillistä tuloilmakanavistoa tarvita.



Kuva 15. Esilämmitetyn raitisilmaraadiaattorin toimintaperiaate (Energiatehokas asuin-kerrostalojen talotekniikkakorjaus, Suomen rakennusmedia Oy 2010).



Kuva 16. Toinen katolla sijaitsevista kanavatuulettimista.



Kuva 17. Sama kanavatuuletin yläpohjasta päin tarkasteltaessa.

5.7 Rakenteet

5.7.1 Vaippaosa ja seinärakenteet

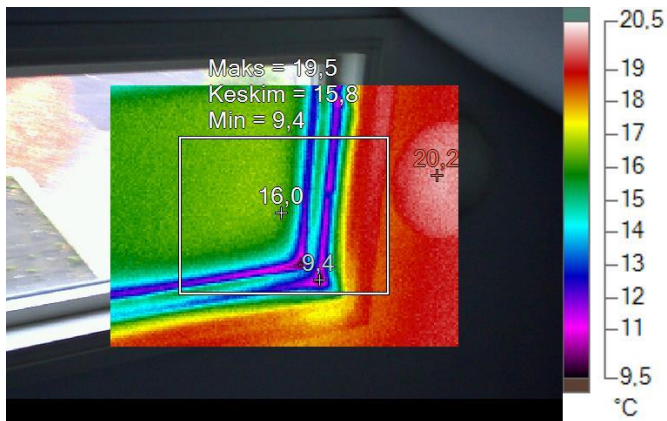
Rakennuksen seinäelementtien vaipparakenne ja rakennuksen yläpohja olivat tutkittaessa hyväkuntoisia. Näiden osalta ei saatu havaintoa lämpövuodoista tai poikkeuksellisista kylmäsilloista.

1. Seinäelementin villaeristetilä (uritettua, 140 mm:n mineraalivillaa) oli kuivaa; kosteuslisä oli vähäinen (0,8 g/m³) noudattaen ulkoilman kosteuspuitoisuutta. Elementissä ei havaittu viistosateen tai muun ulkopuolisen kosteuslähteen aiheuttamaa kosteusrasitusta.
2. Visuaalisesti tarkastellen ulkoseinäpintoissa ei havaittu suuria poikkeamia tai värimuutoksia. Myös elementtisaumausten kittiaines oli joustavaa ja täytti elementtien väliset liitokset. Elementtien väliset nurkkaliitokset olivat myös kunnossa. Jonkin verran elementtien pintoissa havaittiin kalkkihärmää, joka on tavallista kapillaarisen kosteuden (mm. viistosateen aiheuttamana) haihtuessa ulkoilmaan.
3. Mekaanisesti tarkastellen parveke-elementit olivat hyväkuntoiset eikä betonin lohkeamista havaittu. Ei havaittu karbonatisoitumista pieliementeissä tai parveke-elementeissä.

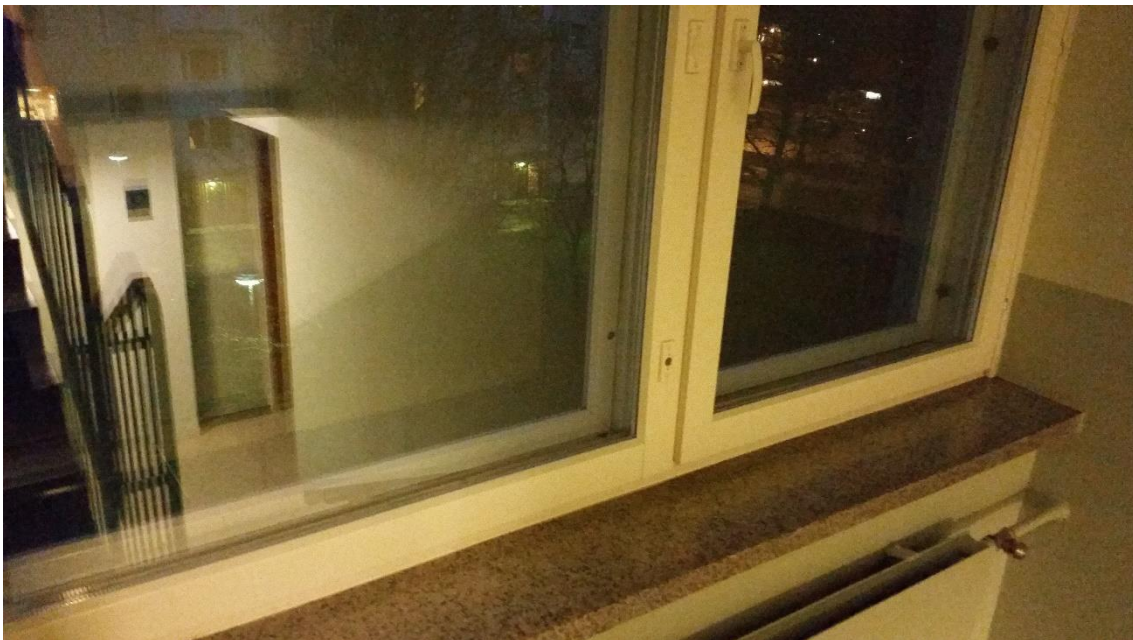
BSW-elementtiseinien U-arvo on 0,28 W/Km². Nykyinen vaatimustaso (Rakennusmääräyskokoelman enimmäisarvo 2010 alkaen) on 0,17, joka edellyttäisi vaipan ulkorakenteiden lisäeristämistä, jotta nykyinen arvo saavutettaisiin. Tällä ei kuitenkaan saavuteta rakennuksen elinkaaren kannalta merkittävää säästöä suhteessa kustannuksiin. Kerrostalon ”matalaenergia” korjauksessa päähuomio tulee kiinnittää rakenteiden ja ikkunoiden lämmöneristyksen parantamiseen ja ilmanvaihdon lämpöhäviön pienentämiseen.

5.7.2 Muut vaipparakenteet

Lämpökamerakuvauksen perusteella rappukäytävässä havaittiin ikkunala-sien eristävyudessa poikkeamia, jotka vaikuttavat negatiivisesti rakennuk-sen lämpötaseeseen. Kerrosten välissä (ks. s. 35) sijaitsevilla ikkunoissa oli havaittavissa kylmäsiltaa ja ilmavuotoa. Suositellaan tarkistamaan tiivistei-den kunto (lytyssä kulmakohdassa) ja asentamaan toinen lasielementti ik-kunakarmin sisäpuolelle jokaiseen porrastasanteen ikkunaelementtiin.



Kuva 18. Porraskäytävän 2 krs. ikkunakarmin lämpökameran läpi nähtynä.



Kuva 19. Periaatekuva eräästä toisesta asuinkerrostalon porraskäytävän ikkunalasituk-sesta, jossa 2 kpl lämpölasisia ikkunaelementtejä. Asuinkerrostalon porraskäy-tävän ikkunat joutuvat alttiiksi kovalle tuulipaineelle rakennuksen korkeuden ja sijainnin vuoksi.

5.7.3 Huoneistojen ikkunat ja parvekeovet

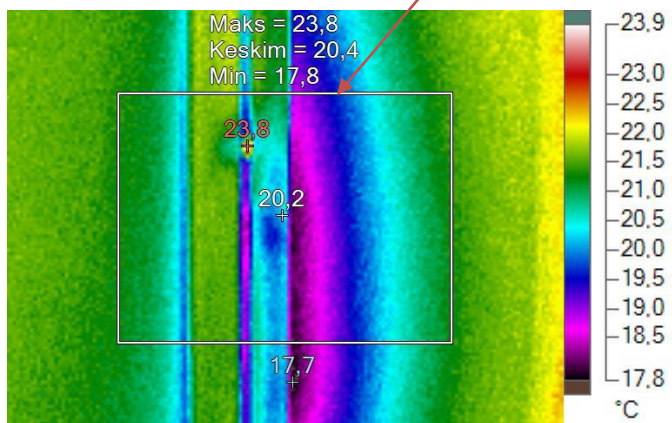
Kerrostalon huoneistoissa tehdyn lämpökamerakuvauksen perusteella huoneistoissa ei havaittu ikkunaelementeissä tai parvekeovissa ongelmakohtia.

Koska rakennus on poistoilmanvaihdon toimiva, osa korvausilmasta kulkeutuu ikkunoiden ja parvekeovien rakenteiden kautta sisäilmaan. Tällä ei ole rakennuksen energiatalouden kannalta kovin suurta merkitystä, jos ilmavuoto ei ole kovin suurta. Ongelman se aiheuttaa lähinnä asumismukavuuteen vedon tunteena. Parvekeovien alaosa ja tuuletusikkunoita suositellaan tiivistettäväksi koko rakennuksessa.

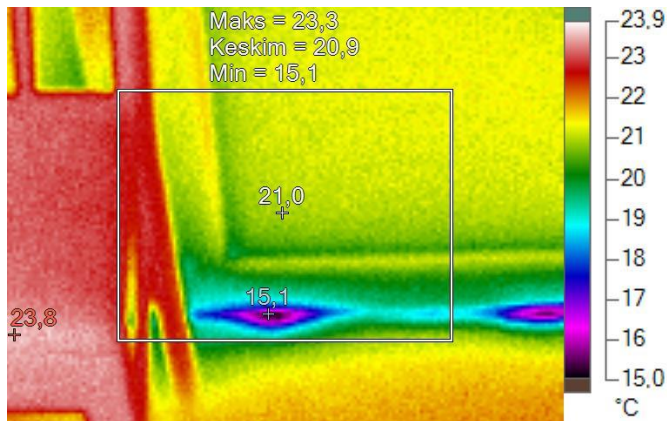
1. Asuntojen 17–21 käyttäjät ovat havainneet lännenpuoleiselle sivulle rajautuvan makuuhuoneen ikkunan ja keittiön ikkunan huurtumista. Huurtuminen tapahtuu ulkoikkunan pinnassa. Lähemmän tarkastelun perusteella huurtumista tapahtuisi ulkoikkunan ulomman ikkunalasin sisäpuolelle. Tämä vaatii ikkunan tiivistämistä.
2. Ulkoikkunan huurtuminen sisäpinnan puolelta johtuu kosteuden tiivistymisestä ikkunaruidun pintaan. Tämän aiheuttaa sisäilman korkea kosteus ja sisällä vallitseva ajoittainen ylipaine. Yleensä tämä havaitaan talvella, jolloin ulkoilman lämpötila laskee kastepisteelle otolliseksi. Ylimmissä huoneistoissa vaikuttaa korkeuseron ja painovoimaisen tuloilman aikaansaama savupiippuvaikutus.
3. Ikkunakarmien tiivistykset kannatta vaihtaa ja mahdollista lisätuuletusta pitää päällä. Jos hurtuvassa ikkunaelementissä on ilmanvaihtoräppänä, tämä kannattaa pitää kiinni kyseisessä ikkunassa. Ongelman tulisi poistua tällä.



Kuva 20. Asunnon 17 tuuletusikkuna keväällä kuvattuna.



Kuva 21. Saman tuuletusikkunan tiiviste vuotaa talvella tehdyn lämpökamerakuvausten perusteella.



Kuva 22. Asunnon 17 Parvekeoven alaosa: ilmapuotoa lämpökamerakuvassa.

5.7.4 Yläpohjan lisäeristäminen

Alkuperäiseksi U-arvoksi yläpohjatilaille on suunnitteluarvona laskettu $0,22 \text{ W/Km}^2$. Vuonna 2013 suoritettu 200 mm:n puhallusvillaeristeen lisäys on parantanut U-arvoa noin puolella eli arvoon $0,11 \text{ W/Km}^2$. Nykyisin vaadittava enimmäistaso $0,09$ voidaan katsoa saavutetuksi (RakMK C3 2010).

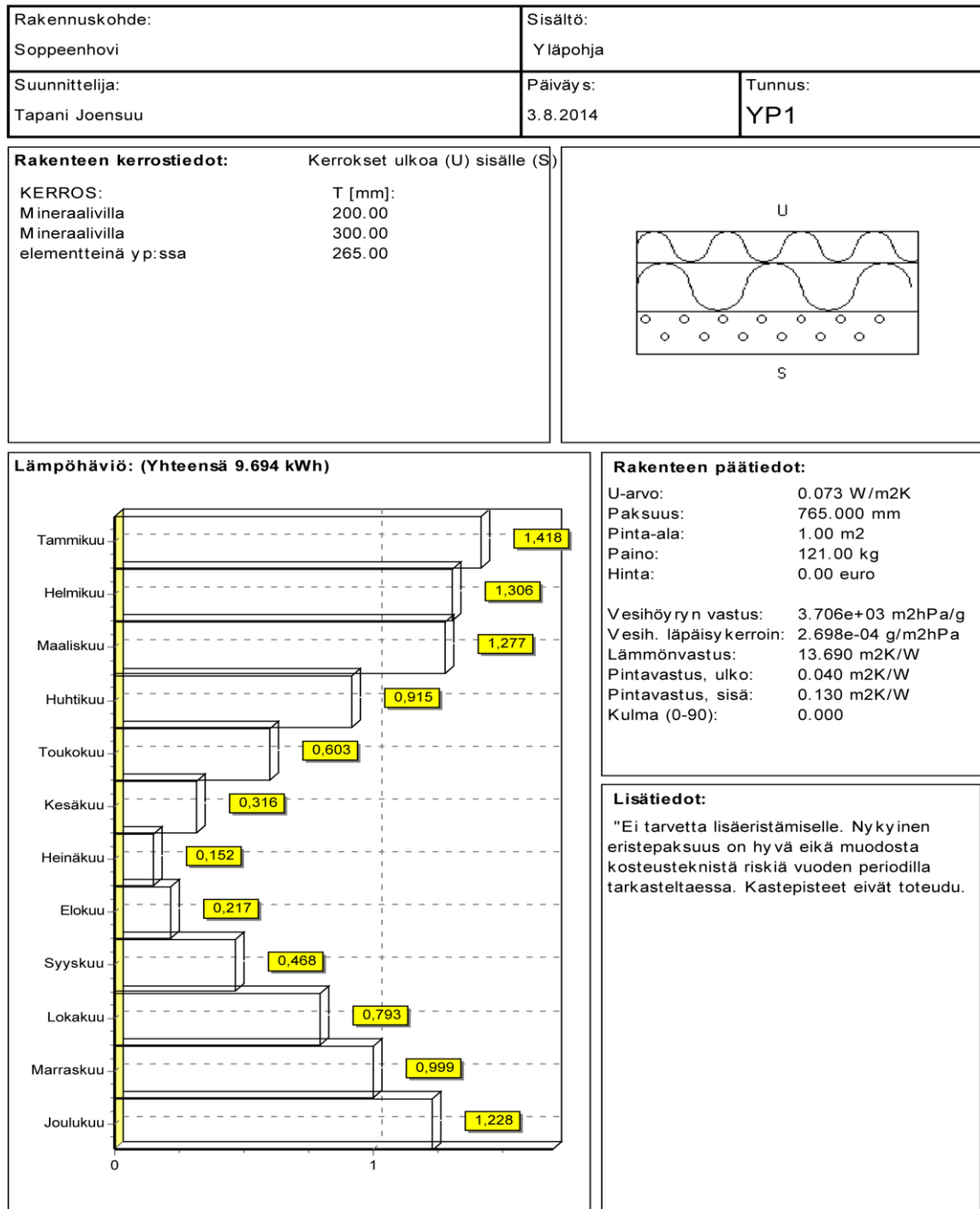
U-arvon määrittäminen on aina laskennallinen suure; DOF-ohjelmalla laskettaessa saadaan $0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Rakennusta voidaan tarkastella kokonaisuutena, jossa sisäilman lämpöenergia jakautuu tasaisesti kerrosten välille konvektion muodossa. Nykyinen eristepaksuus on riittävä eikä muodosta kosteusteknistä riskiä vuoden periodilla tarkasteltaessa. Näiltä osin yläpohjan lisäeristämiseksi on ollut perusteita, ja sen on voitu osoittaa lisäävän rakennuksen eristävyttä ja tältä osin edesauttavan kokonaisenergiankulutuksen säästöä.

Ennen lisäeristystä (puhallettua kivivillaa) kokonaislämpöhäviö/ m^2 on ollut vuositasolla $18\,514 \text{ kWh}$. Puhallusvillaeristeen jälkeen lämpöhäviöt ovat laskeneet arvoon $9\,694 \text{ kWh/m}^2$ eli karkeasti ottaen puolella.

Vuositasolla yläpohjan lisäeristäminen on tuonut säästöä $(18\,514 - 9694) \text{ kWh/m}^2/\text{a} \times 425 \text{ m}^2 = 3,75 \text{ mwh/a}$. Säästö ei kokonaiskulutuksen kannalta (223 mwh/a) ole kovin suuri, mutta kustannuksiin ja paloturvallisuuteen nähden erittäin järkevä ratkaisu.

Taulukko 5. Yläpohjan lämpöhäviölaskelma



C:\doftech\doflampollamda_n\soppeenhovi.LAM

Kuva 23. Dof-lämmön laskelma yläpohjan lämpöhäviöistä.

5.8 Poistoilman lämmön talteenotto

Asuinrakennuksen suurin energian hävikki aiheutuu lämpimän sisäilman konvektiosta, jossa huoneistojen lämmitysenergiaa kulkeutuu jäteilmänä suoraan katolle ja ulkoilmaan. Rakennuksessa on kaksi koneellista poistoilmanvaihtokonetta ilman LTO: ta. Tässä mielessä asuinrakennus noudattelee ilmanvaihdon osalta 1970-luvun ilmanvaihtoa, jossa noin 36 % lämpöenergiasta on poistoilman kuljettamaa hävikkä. Tämän korjaaminen "perinteisellä" tavalla on näissä kohteissa ongelmallista, koska tuloilmakanavistoa ei ole. Kanavisto joudutaan uudisrakentamaan, mikä on usein kallias ja isotoinen projekti. Nämä seikat tarkoittavat myös investoinnin pitkää takaisinmaksuaikaa, joka yleensä nouseekin "perinteisellä tavalla" tehtynä reilusti yli 40 vuoden.

Investointina ja investoinnin takaisinmaksuajan puitteissa ei ole järkevää tehdä huoneistokohtaista LTO-järjestelmää, vaan keskitetty ratkaisu.

Nykyisellä ilmastoinnilla savutetaan asumisvaatimusten mukainen sisäilmasto ja jopa alitetaan kulutustavoitteet lämmönkulutukselle (45 kWh/Rm³a). Tältä osin ilmanvaihdon tehostamissuunnitelmia tarkastellaan pelkästään lämmitysenergian säästön kannalta yhtenä vartenotettavista säästökohteista.

Ratkaisuna suositellaan poistoilmanvaihtoon asennettavaa LTO-laitteistoa, jossa poistoilman lämpöenergia johdetaan suoraan patteriverkoston paluuveteen sekä käyttöveden lämmittämiseen. LTO-koneita tulisi kaksi kappaletta.

5.8.1 Arvio LTO: n tuotoista ja kulutuksista

Taulukko 6.

Arviot kompressorien tuotoista ja kulutuksista



Kohde Laitetyyppi	Soppeenhoivi Talteenotto lämpöpumpulla	Teho l/s	Teho %	Δt
Normaali ilmanvaihto	18 h/vrk	484,8	60 %	18
Tehostettu ilmanvaihto	6 h/vrk	808	100 %	18
Tehostuksen pakkasraja	-11 °C	808	100 %	<i>arvon alapuolella ei tehostus käytössä</i>
Minimi ilmamäärä		484,8	60 %	
Minimi ulkolämpötilassa	-15 °C			
Kesä normaaliteho		484,8	60 %	
Kompressorien käyttöaste	83 %			1510,3992 h pois päältä vuodessa
Poistoilmamäärä yhteensä	17659 m ³ vuodessa			
Höyrystinenergia yhteensä	88 MWh /a			
Sähkön kulutus	30 MWh /a			
Laitteiston energiantuotto	117 MWh /a			

Keskiarvoinen lämmitysenergian kulutus vuotta kohden on $35 \text{ kWh/m}^3 \times 6250 \text{ m}^3 = 218750 \text{ kWh}$ sisältäen lämpimän käyttöveden.

Pidempiaikaisen seurannan perusteella keskiarvoksi on saatu 223 Mwh /a.

Kahden LTO:n tuoma hyöty olisi vuositason 87 Mwh, kun kokonaisenergiakulutuksen laskee tasolle 136 Mwh/a. Tältä osin LTO:lla varustetun ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönotto toisi noin 39 %:n vuosittaisen säästön.

Rahallisesti vuositason säästöä tulisi 6200 euroa nykyisillä energiankustannuksilla.

5.8.2 Arvio investoinnin takaismaksuajasta



Kuvio 5. Graafi takaisinmaksuajasta.

Laskelman hinnat sisältävät alv:n (24 %).

Kaukolämmön hinta ensimmäisenä vuotena	71,4 eur/Mwh
Sähkön hinta ensimmäisenä vuotena	120 eur/Mwh
Lämmitysenergian hinta lämpöpumpulla	30,4 eur/Mwh
Lämmitysenergian hinta lämpöpumppu + kaukolämpö	49,8 eur/Mwh
Urakan kokonaishinta	80 000 euroa
Urakan kokonaishinta alv 0%	64 516 euroa

Vuotuinen energianhintojen nousu (sähkö + kaukolämpö)	5 %
Urakkahinnasta on vähennetty ARA:n tuki	10 % (8000 eur)
Urakkahinnasta on vähennetty puhaltimien uusimiskulut	8000 eur
Urakkahinnasta on vähennetty KL-paketin osuus	0 eur

Kuolettava summa	64 000 euroa
Kuolettava summa (alv 0 %)	51 613
Investoinnin takaisinmaksuaika	10,5 vuotta

5.9 Energiatodistusluokka

Energiatodistus on laskennallinen suure, joka ei välttämättä kuvaa todellisia kulutuksia. Kaukolämmön osalta energiamuodossa on 0,7 painokerroin.

Mikäli käytössä olisi LTO:lla varustettu ilmanvaihtojärjestelmä, olisi laskennallinen energiakulutus $71 \text{ kWh}_E/\text{m}^2/\text{vuosi}$ verrattuna nykyiseen laskennalliseen kulutukseen $111 \text{ kWh}_E/\text{m}^2$.

Rakennuksen laskennallinen energialuokka on jo nyt kohtalaisen hyvä. LTO:n tuomassa hyödyssä olisi lämmitysenergian tuoma kokonaissäästö 36 % - 39 %.

Rakennuksen nykyinen energialuokka on C.

ENERGIATODISTUS

Rakennuksen nimi ja osoite:	Aa Oy Ylöjärven Soppeenhoivi Soppenitie 6 33470 Ylöjärvi
Rakennustunnus:	Y 14854517 / Korttelit 130 tontti 3
Rakennuksen valmistamisvuosi:	1999
Rakennuksen käyttötarkoituksiluokka:	Muut asuinrakennukset
Todistustunnus:	-

	Energiatehokkuusluokka
A	
B	
C	C
D	
E	
F	
G	

Lisävaatimusten mukaisesti 2021

Rakennuksen laskennallinen kokonaisenergiankulutus (E-luku)	111 kWh / (m ² vuosi)
---	--

Todistuksen laatija: Ins. Tapani Joensuu / FISE / EET P. 044-876 5674	Yritys:
Allekirjoitus:	
Todistuksen laatimispäivä: 8.8.2014	Viimeinen voimassaolopäivä: 8.8.2024

Energiatodistus perustuu lakiin rakennuksen energiatodistuksesta (50/2013).

Kuva 24. Energiatodistus

6 YHTEENVETO

Laajennetun energiataloudellisen selvityksen tarkoituksena oli tarkastella rakennuksen energiankulutusta ja säästämahdollisuuksia kahdesta näkökulmasta: kokonaisenergian näkökulmasta sekä rakennusosien ja talotekniikan näkökulmasta. Selvityksessä annettiin toimenpidesuosituksset tarvittaville tehostamistoimille ja saneerauksille.

Saatujen tutkimustulosten perusteella rakennuksen nykyinen energiankäyttö on hyvin optimoitua, vaikkakin hyötysuhde lämmitysenergian talteenotossa jää vähäiseksi. Rakennuksen nykyisen kunnon perusteella energiankulutuksen ja lämmitysenergian siirtoon liittyvien laitteiden käyttökustannuksissa ei löytynyt yhtä selkeää ongelmakohtaa. Säästämahdollisuudet jakautuvat tasaisesti niin lämmitysenergian kuin taloteknisten järjestelmien kesken.

Yksittäinen suurin säästökohde on poistoilman lämmön talteenotto, jossa lämmitysenergiaa voidaan palauttaa takaisin noin 36 % - 39 % tuotetusta energiamäärästä. Tällä saavutetaan 6200 euron vuosittainen säästö. On huomattava, että talotekniikkaan tehtävät investointisuositukset tehdään nykyisen energian hinnoilla; energian kallistuessa myös investointien kannattavuuskin paranee. Pelkästään lämmön talteenoton tehostaminen yksistään ei ole järkevää investoinnin kalleuden vuoksi, mutta yhdessä muiden tehostamistoimien kanssa kokonaissäästö kuitenkin kasvaa merkittävästi.

Nykyisin lämmitysverkoston käyttöikä arvioidaan yli 50 vuotta. Toistaiseksi käyttövesiverkon ja lämmitysverkoston voidaan olettaa toimivan moitteettomasti ilman tarvetta tarkemmalle kuntotutkimukselle.

Kiinteistössä on noin 80 vesiradiaattoria, joiden kunto on hyvä. Käyttöhenkilökunnan mukaan lämmitysverkosto toimii hyvin ja sisälämpötilat ovat kohtuullisen hyvät mittausten perusteella. Patteriradiaattoreiden käyttöikä on tarkasteluhetkestä yli 50 vuotta.

Patteri-, linjasäätö- ja sulkuventtiilien keskimääräinen elinikä on noin 20–25 vuotta, joten asunto-osakeyhtiön osalta tämä tulee ajankohtaiseksi noin 5 vuoden päästä. Vanhentuneet patteriventtiilit eivät välttämättä toimi oikein, jolloin koko lämmitysverkoston toiminta saattaa häiriintyä. On erittäin suositeltavaa vaihtaa myös muut säätöventtiilit perussäädön yhteydessä. Ennen venttiilityötä lämmitysverkko on huuhdeltava puhtaaksi.

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

Investointi vedenkulutuksessa saatavan säästön kautta ei ole kannattava, sillä takaisinmaksuaika on pitkä. WC-kalusteet ovat kuitenkin alkuperäisiä ja melko hyväkuntoisia, joten investointia suositellaan

toteutettavaksi isoimpien saneerausten, esim. lämmitysverkon saneerauksen, yhteydessä.

Nykyinen käyttöveden lämpötila on 55 astetta. Lämpötila on Suomen rakentamismääräyskokoelman mukainen vähimmäislämpötila. Tältä osin energiansäästöä ei voida saavuttaa käyttöveden lämpötilaa alentamalla.

Ulkoseinäelementeissä olevat tuloilmaventtiilit suositellaan vaihtamaan painovoimaisen ilmanvaihdon venttiileihin, joissa tuloilman virtaus säätyy ulkoilman lämpötilan mukaan. Samalla säädetään poistoilmakanavien ilmämäärät.

Vuositasolla yläpohjan lisäeristäminen on tuonut säästöä 3,75 Mwh/a. Säästö ei lämmitysenergian kokonaiskulutuksen kannalta (223 Mwh /a) ole kovin suuri, mutta kustannuksiin ja paloturvallisuuteen nähden erittäin järkevä ratkaisu.

Lämpökamerakuvauksen perusteella rappukäytävässä havaittiin ikkunalaisten eristävydessä poikkeamia, jotka vaikuttavat negatiivisesti rakennuksen lämpötaseeseen. Kerrosten välissä (ks. s. 39) sijaitsevissa ikkunoissa oli havaittavissa kylmäsiltaa ja ilmavuotoa. Suositellaan tarkistamaan tiivisteiden kunto (lytyssä kulmakohdassa) sekä asentamaan toinen lasielementti ikkunakarmin sisäpuolelle jokaiseen porrastasanteen ikkunaelementtiin.

Kahden poistoilmalle asennetun LTO:n tuoma hyöty olisi vuositasolla 87 Mwh, kun kokonaisenergiakulutuksen lasketaan olevan tasoa 136 Mwh/a. Tältä osin LTO:lla varustetun ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönotto toisi noin 39 %:n vuosittaisen säästön lämmitysenergian kulutukseen.

Kaikkien näiden suoritettujen säästötoimenpiteiden perusteella lämmitysenergiaa saadaan säästettyä noin 40 % nykyisestä, ja rakennuksen energialuokka nousee yhdellä pykälällä ylöspäin.

LÄHTEET

Kirjallisuuslähteet

Rakennustieto Oy, 2006. Kerrostalot 1880–2000. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Valonia, Turun kaupunki, Kiinteistöliitto Varsinais-Suomi, Kiinteistösäätiö, 2014. Taloyhtiön korjausrakentamisen energiaopas. ISBN 978-952-5955-18-7. Toinen painos.

Jaakkola, T., Lindstedt, T. & Junnonen, J-M. 2010. Energiatehokas asuin-kerrostalojen talotekniikkakorjaus. Tampere: Tammerprint Oy

Paloniitty, S. & Kauppinen, T. 2011. Rakennusten lämpökuvaus. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

Rakennusmestarit ja – insinöörit AMK RKL ry, Rakennussäätiö RTS, 2013. Rakentajain kalenteri, Hämeenlinna: Rakennustieto Oy.

RT- ja LVI-kortit

KH 90-00403 (2008) Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot.

LVI 03-10368 (2004) Asuntoyhtiöiden kaukolämmön uusiminen

LVI 03-10369 (2004) Asuntoyhtiön sähkö-, antenni- ja puhelinsäverkköjen uusiminen

RT 18-10813 (2003) Asuntoyhtiön vesijohtojen ja viemäreiden uusiminen

RT 56-10831 (2004) Asuinrakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus ja –parannus

RT 14-10850 (2005) Rakennuksen lämpökuvaus. Rakenteiden lämpötekninen toimivuus.

Internet-lähteet

Motiva Oy. Kuntoarviot. Saatavilla http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/lahtotilanteeseen_tutustuminen/kuntoarvio_energiakatselmukset, viitattu 16.12.2013.

Motiva Oy. Energiatodistus. Saatavilla <http://www.motiva.fi/rakentaminen/energiatodistus>, viitattu 28.5.2014.

Ympäristöministeriö. Asetus energiatodistuksesta. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130176>, viitattu 27.02.2013.

ARA, energia - avustukset. Saatavilla <http://www.ara.fi/fi-FI/Rahoitus/Avustukset>, viitattu 4.2.2013.

Heli ry (2002) Terveellisen asunnon abc. Saatavilla <http://www.sisailma.info/tiedostot/Oppaat/Terveellisen%20asunnon%20ABC%20ID.pdf>, viitattu 2002.

Ympäristö.fi. Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu. Saatavilla <http://www.sisailma.info/tiedostot/Oppaat/Terveellisen%20asunnon%20ABC%20ID.pdf>, viitattu 2012.

Finlex.fi, Asunto-osakeyhtiölaki. Saatavilla <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091599>, viitattu 22.12.2009

Muut lähteet

Lahtinen, J-M. 2012. Energiataloudellinen selvitys. Rovaniemen ammatti-
korkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

A4 Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Määräykset ja ohjeet 2000.
Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2000. (KH RakMK-10341, LVI RakMK-00234, RT RakMK-21155. 2000. 4 s.)

Julkisivuyhdistys (2008) Energiatehokkuus korjausrakentamisessa. Energiaseminaari 2008. Saatavilla <http://www.julkisivuyhdistys.fi/julk-kari2/images/stories/File/energiaseminaari08/Hagan.pdf>, viitattu 25.11.2008.

Poistoilmasta lämpö talteen hallitusti. Rakennuslehti 03.02.2011, 16.

Vasama, T. 2014. Kaukolämpö kallistuu rajusti – korotusta voi tulla vuoden 2020 jopa 70 prosenttia. Helsingin Sanomat 30.08.2014, Koti-liite

LÄMPÖKUVAUSMITTAUSRAPORTTI

As Oy Soppeenhoivi



Yleistä lämpökuvauksesta ja raportoinnista

Lämpökamerakuvauksessa on tutkittu rakennuksen vaippaosaa ja huoneistoja niiltä osin kuin asuntoihin on päästy sisälle. Tutkimuksessa on pyritty määrittämään rakennusosien lämmöneristeiden sekä ilma- ja höyrinsulkujen kuntoa. Mahdolliset poikkeamat on raportoitu. Kuvaushetkellä ulkoilman lämpötila on ollut -3 astetta.

Termistöä:

Lämpövuodoksi kutsutaan sellaista rakenteessa olevia kohtia, joissa lämmönjohtuminen on selvästi suurempaa ympäröivään rakenteeseen verrattuna. Lämpövuotoja aiheutuu ns. kylmäsilloista, kuten kantavista rakenteista tai eristeputteista. Lämpövuodot luokitellaan joko eristevioiksi tai kylmäsilloiksi.

Ilmavuodoksi kutsutaan sellaista rakennusosan kohtaa, jossa ilmanpaineeron vaikutuksesta on havaittavissa selvästi muusta ympäristöstä poikkeavia lämpötiloja. Tämän aiheuttavat rakenteen läpi kulkeutuvat konvektiovirtaukset.

Talotekniikan varusteiden ja laitteiden kuvauksella voidaan tehdä joitakin johtopäätöksiä varusteiden ja laitteiden toiminnasta ja kunnosta. Talotekniikalla ymmärretään tässä tapauksessa lämmönjakoon ja LVI-tekniikkaan liittyvät kuvaukset.

Tulkinta ja korjausluokat

1. Korjattava. Pinnan lämpötila ei täytä sosiaali- ja terveysministeriön laatiman asumisterveysohjeen välttävää tasoa (esim. ilmaputo, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. kosteusvaurio).
2. Korjaustarve selvitettävä. Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää asumisterveysohjeen välttävän tason, mutta ei täytä hyvää tasoa.
3. Lisätutkimuksia. Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta tilassa piilee tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen kosteus- ja lämpötekniinen toiminnanriski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia, kuten kosteusmittaus tai tiiviysmittaus.
4. Hyvä. Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.

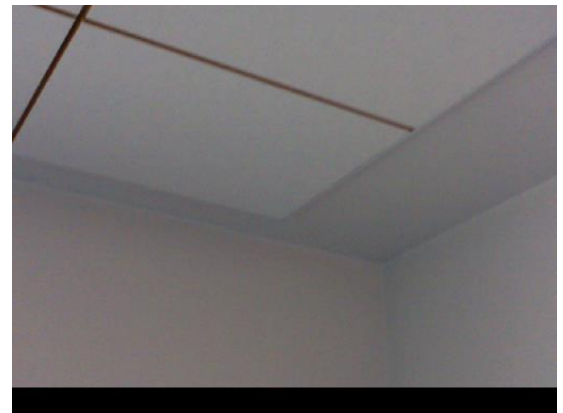
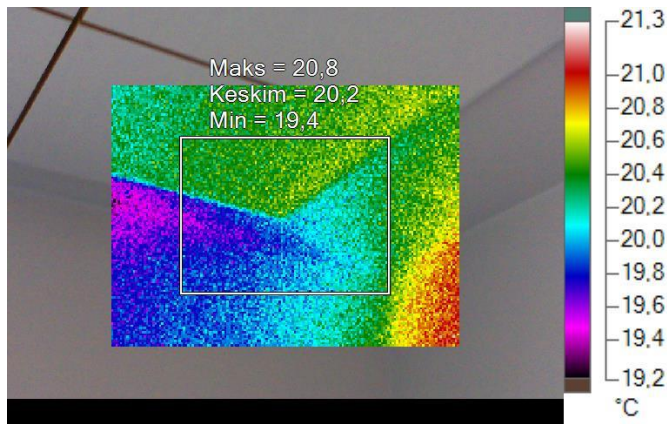
Sisällysluettelo

IR000310.IS2	1
IR000311.IS2	2
IR000312.IS2	3
IR000315.IS2	6
IR000317.IS2	7
IR000319.IS2	9
IR000323.IS2	12
IR000324.IS2	13
IR000325.IS2	14
IR000326.IS2	15
IR000327.IS2	16
IR000329.IS2	17

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 8:58:55

Kuvauskohde: IR000310.IS2 / Ylimmän kerroksen ja yläpohjan välinen nurkkaus



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	20,2 °C	19,4 °C	20,8 °C	0,92	21,2 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	21,2
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-6
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000310.IS2
Taustalämpötila	21,2 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	19,4
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,2
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	92

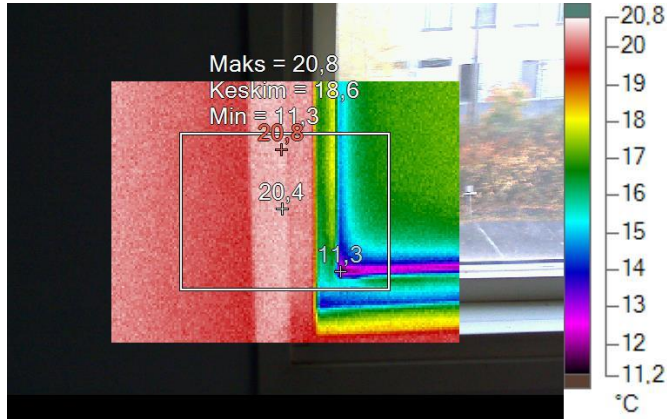
Kommentit: Hyvä. Ei korjaustoimenpiteitä.

Korjausluokka 4.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:00:53

Kuvauskohde: IR000311.IS2 / 4-3 kerroksen välinen rappukäytävän ikkuna



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	18,6 °C	11,3 °C	20,8 °C	0,92	21,2 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	21,2
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-6
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000311.IS2
Taustalämpötila	21,2 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{al} = mittausalueen minimilämpötila =	11,3
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,2
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	53

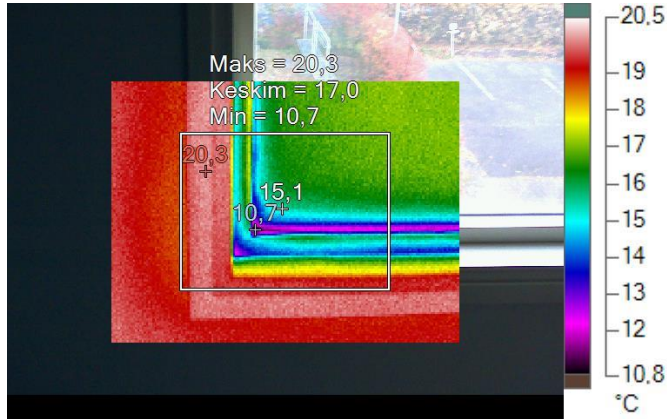
Kommentit: 1. Korjattava. / Pohjoispäädyn ja itäpäädyn porrastanteen ikkunat.

Havaittavissa kylmäsilta ja ilmavuotoa. Suositellaan tarkistamaan tiivisteiden kunto (lytyssä kulumakohdassa) + asentamaan toinen lasielementti ikkunakarmin sisäpuolelle.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:02:02

Kuvauskohde: IR000312.IS2 / 3-2 kerroksen välinen rappukäytävän ikkuna



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	17,0 °C	10,7 °C	20,3 °C	0,92	21,2 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	21,2
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-6
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000312.IS2
Taustalämpötila	21,2 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{al} = mittausalueen minimilämpötila =	10,7
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,2
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	50

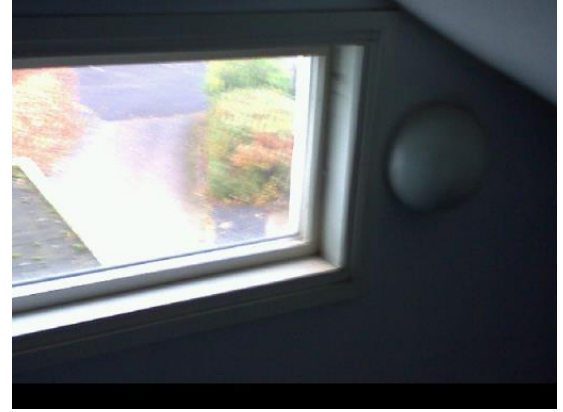
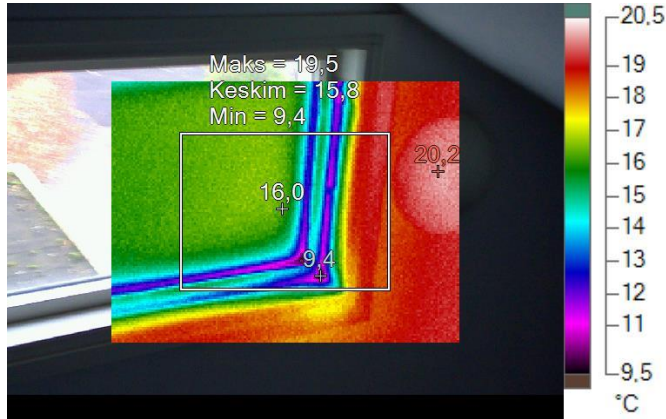
Kommentit: 1. Korjattava. / Pohjoispäädyn ja itäpäädyn porrastanteen ikkunat.

Havaittavissa kylmäsilta ja ilmavuotoa. Suositellaan tarkistamaan tiivisteiden kunto (lytyssä kulumakohdassa) + asentamaan toinen lasielementti ikkunakarmin sisäpuolelle.

Kohde:As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:02:47

Kuvauskohde: IR000313.IS2 / 2-1 kerroksen välinen rappukäytävän ikkuna



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisuus	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	21,2
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-6
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000313.IS2
Taustalämpötila	21,2 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	9,4
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,2
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	44

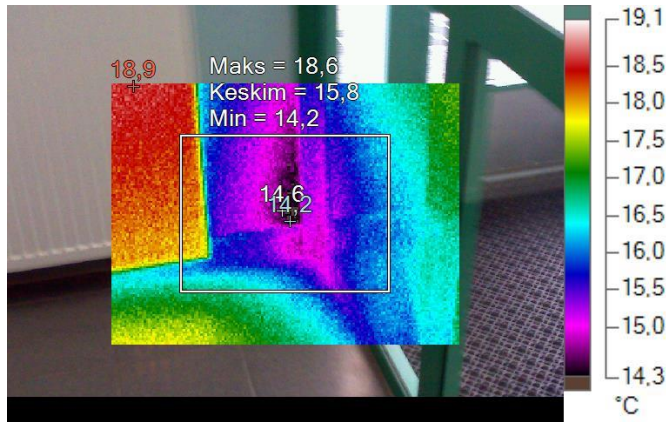
Kommentit: 1. Korjattava. / Pohjoispäädyn ja itäpäädyn porrastanteen ikkunat.

Havaittavissa kylmäsilta ja ilmavuotoa. Suositellaan tarkistamaan tiivisteiden kunto (lytyssä kulmakohdassa) + asentamaan toinen lasielementti ikkunakarmin sisäpuolelle.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:04:18

Kuvauskohde: IR000314, IS2 / Sisäänkäynnin eteinen sisältäpäin



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	15,8 °C	14,2 °C	18,6 °C	0,92	19 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	19
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-6
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000314.IS2
Taustalämpötila	21,2 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	14,2
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	19
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	75

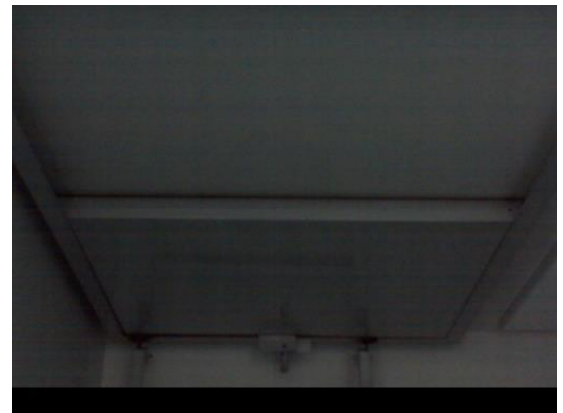
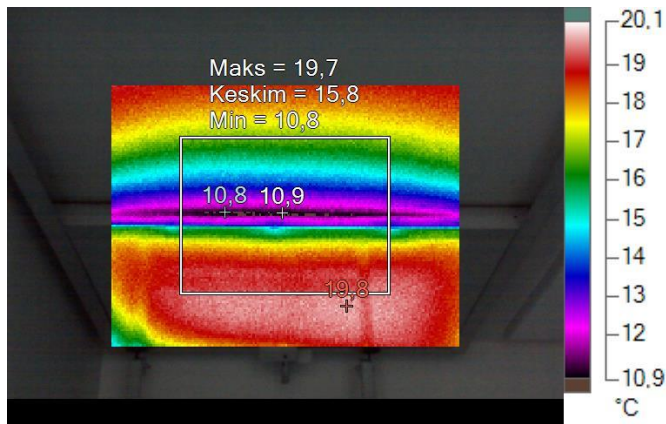
Kommentit: 4. Hyvä

Vaikka nurkkakohdassa on havaittavissa kylmäsilta, ei tällä ole suurta merkitystä rakennuksen lämpötaloudelle tai asumisviihtyvyydelle. Ei aiheuta rakenteellista tai terveydellistä haittaa.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:07:47

Kuvauskohde: IR000315.IS2 / Yläpohjaan menevä luukku



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	15,8 °C	10,8 °C	19,7 °C	0,92	21,2 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	21,2
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-6
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000315.IS2
Taustalämpötila	21,2 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	10,8
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,2
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	51

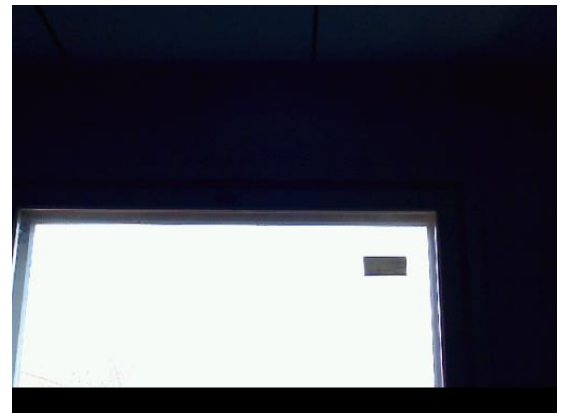
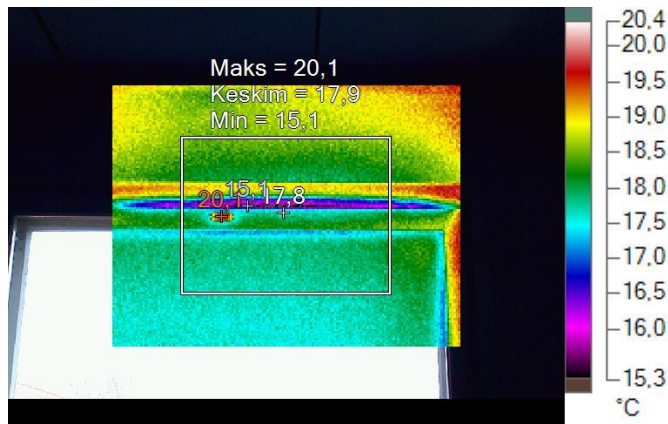
Kommentit: 2. Korjaustarve selvítettävä, ilmavuoto.

Yläpohjaan menevän luukun taitteessa rako joka aiheuttaa ilmavuotoa rakennuksen alapaineesta johtuen. Mikäli rappukäytävässä ei havaita hajuongelmia (mikrobiperäistä), ei tarvetta tiivistämiselle. Tiivistettävä mikäli epäiltävissä että yläpohjasta kulkeutuu hajuja ja mikrobiepäpuhtauksia sisätiloihin.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:08:39

Kuvauskohde: IR000317.IS2 / Ylimmän kerroksen rappukäytävän ikkuna



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	17,9 °C	15,1 °C	20,1 °C	0,92	21,2 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	21,2
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-6
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000317.IS2
Taustalämpötila	21,2 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	15,1
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,2
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	71

Kommentit: 4. Hyvä, ei korjaustarvetta. Voidaan lisäeristää muiden ikkunoiden yhteydessä toisella lämpölasielementillä.

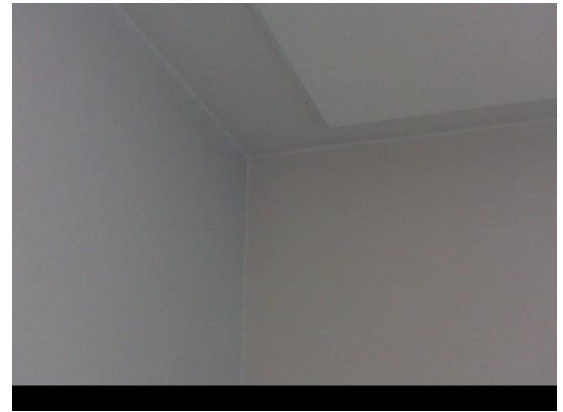
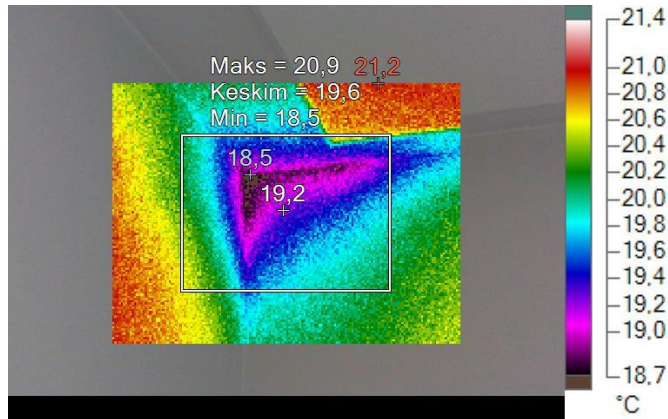


1. Ylimmän kerroksen rappukäytävän ikkuna
2. 2–1 kerroksen välinen rappukäytävän ikkuna
3. 3–2 kerroksen välinen rappukäytävän ikkuna
4. 4–3 kerroksen välinen rappukäytävän ikkuna
5. Ylimmän kerroksen ja yläpohjan välinen nurkkaus

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:10:55

Kuvauskohde: IR000319.IS2 / yläpohjan ja huoneistojen väliset elementtien liitoskohdat.



Valokuva kohteesta sisältä

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	19,6 °C	18,5 °C	20,9 °C	0,92	21,2 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisuus	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	21,2
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-6
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000319.IS2
Taustalämpötila	21,2 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	19,2
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,2
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	91

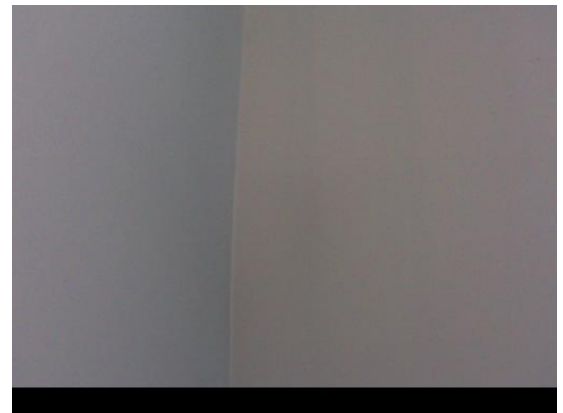
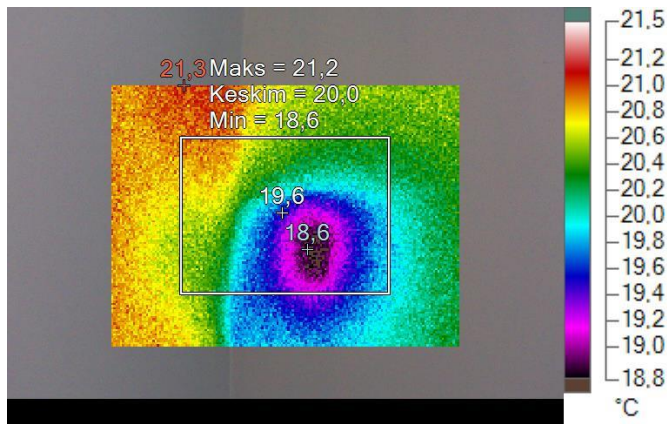
Kommentit: 4. Hyvä

Kuvattiin yläpohjan ja ylimmän kerroksen huoneistojen väliset elementtien liitoskohdat.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:15:15

Kuvauskohde: IR000321.IS2 / Tuloilmaventtiilit



Valokuva kohteesta sisältä

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	20,0 °C	18,6 °C	21,2 °C	0,92	21,2 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	21,2
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-6
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

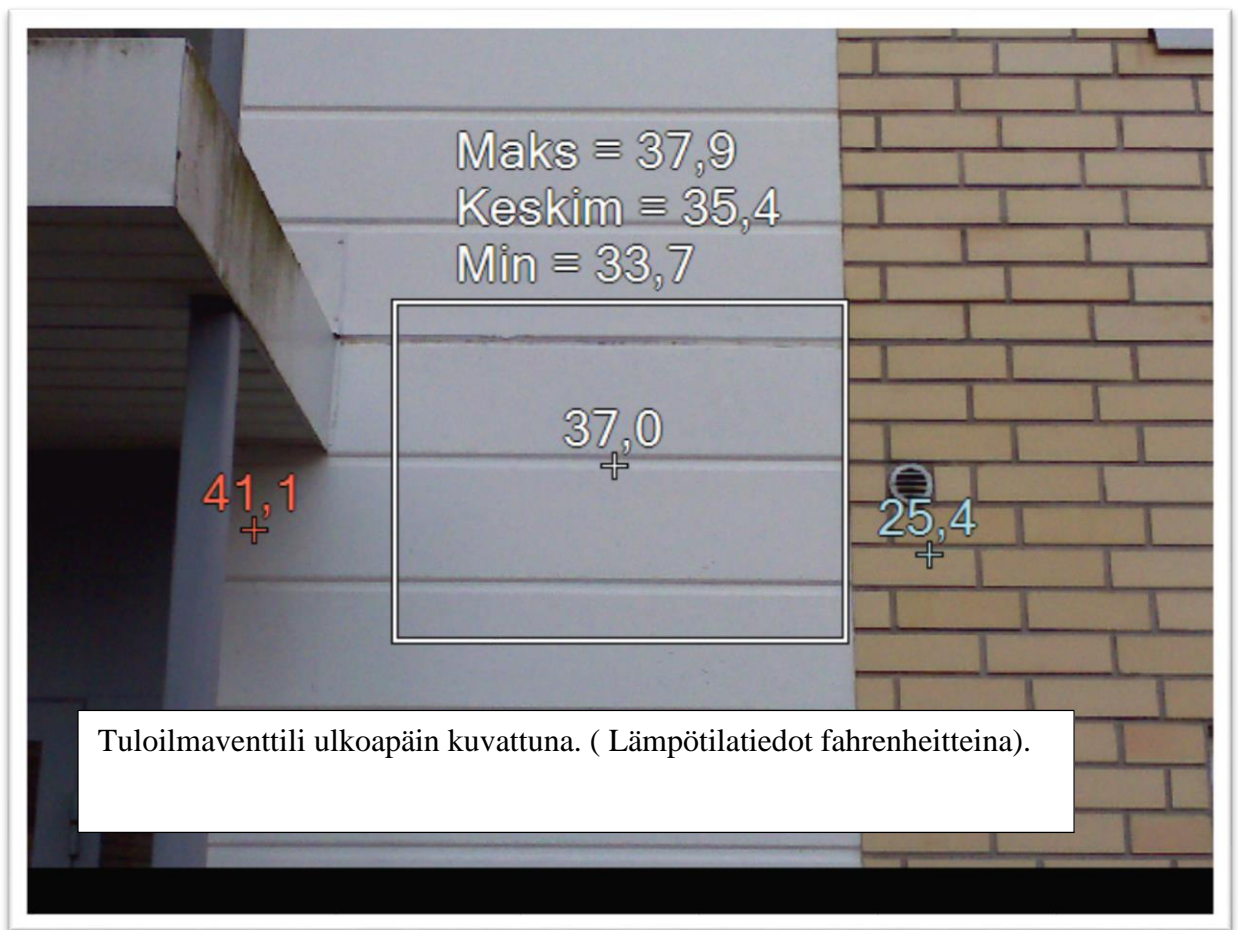
Tiedoston nimi	IR000321.IS2
Taustalämpötila	21,2 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	18,6
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	21,2
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	88

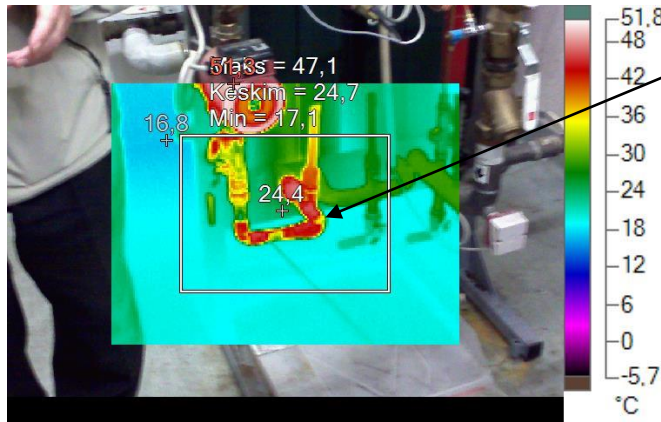
Kommentit: 4 .Hyvä, ei korjaustarvetta.

Tuloilmaventtiilien osalta havaittavissa kylmäsiltaa, jolla ei merkitystä kiinteistön energiatalouteen.



Kuvauskohdat yläpohjan ja elementtien väliset liitoskohdat.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi
Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:50:26
Kuvauskohde: IR000323.IS2 / Lämmönjakohuone



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	24,7 °C	17,1 °C	47,1 °C	0,92	23,0 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	23,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-2
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000323.IS2
Taustalämpötila	23,0 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	23,9
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	61

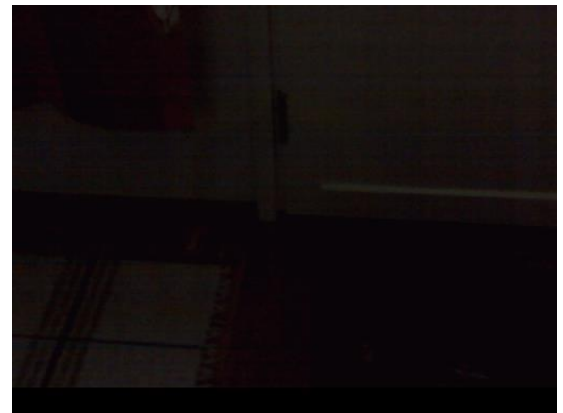
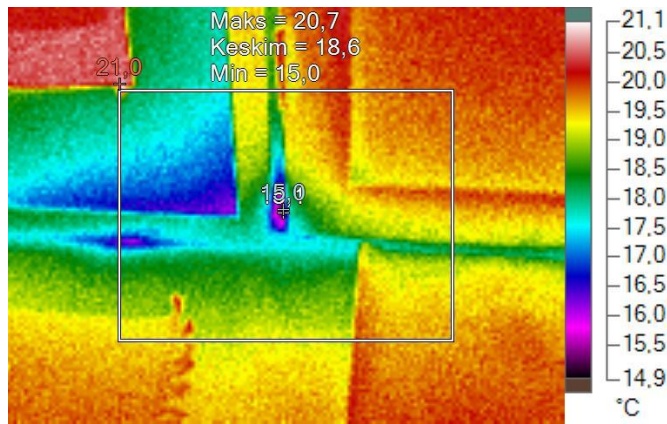
Kommentit: 2. Korjaustarve selvítettävä.

Lämmönvaihtimelta tulevan kupariputken (ks. nuoli) kunto välttävä, koska putki sisältää 90 asteen kulumia ja toimii nopeasti virtaavan kuumen käyttöveden siirtäjänä. Suositellaan teräsputkea, koska kupari (juotettuine yhteinen) muodostaa koheesiosta aiheutuvan pistemäisen kuluminen vaaran.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 9:59:43

Kuvauskohde: IR000324.IS2 / Huoneisto nro 1, parvekkeen ovi



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	18,6 °C	15,0 °C	20,7 °C	0,92	22,6 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	22,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-27
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000324.IS2
Taustalämpötila	22,6 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

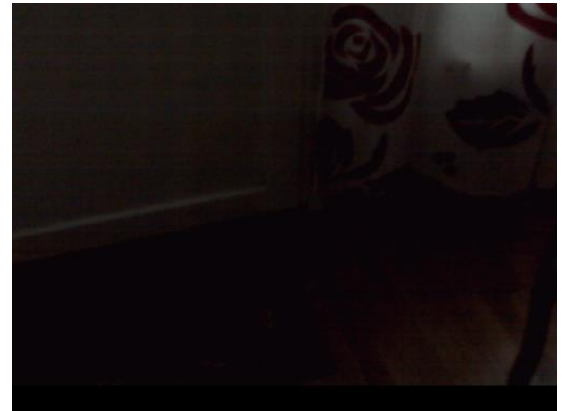
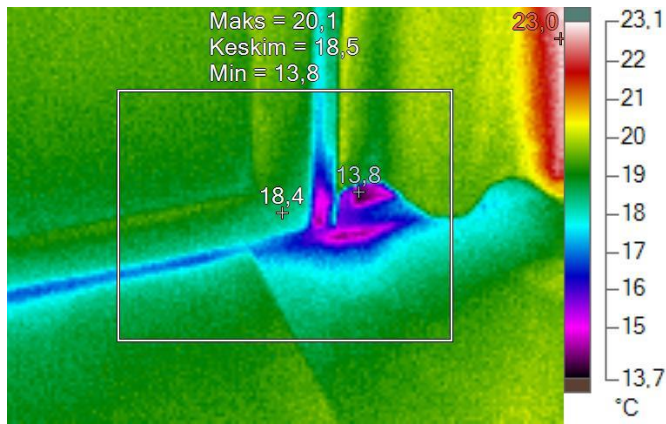
T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	15
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	22,6
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	66

Kommentit: 2. Korjaustarve selvítettävä. Saranan puolen karmissa ilmavuotoa, joka on rajautunut pienelle alueelle. Ilmavuotoon vaikuttaa huoneistossa oleva suuri alipaine. Aiheutta vedon tarvetta. Suositellaan tuplatiivistämään oven alaosa siten, että tiiviste ei mene lyttyyn.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 10:00:36

Kuvauskohde: IR000325.IS2 / Huoneisto nro 1, parvekkeen ovi



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	18,5 °C	13,8 °C	20,1 °C	0,92	22,6 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	22,6
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-27
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000325.IS2
Taustalämpötila	22,6 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

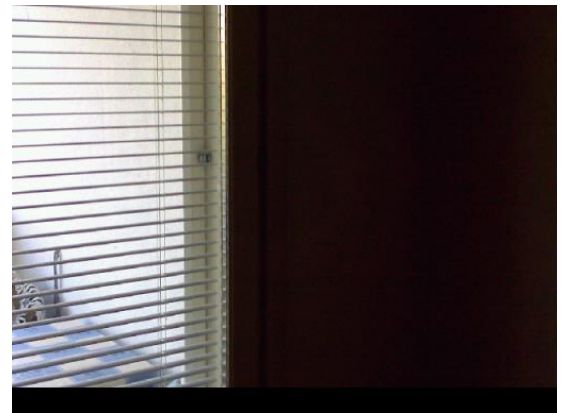
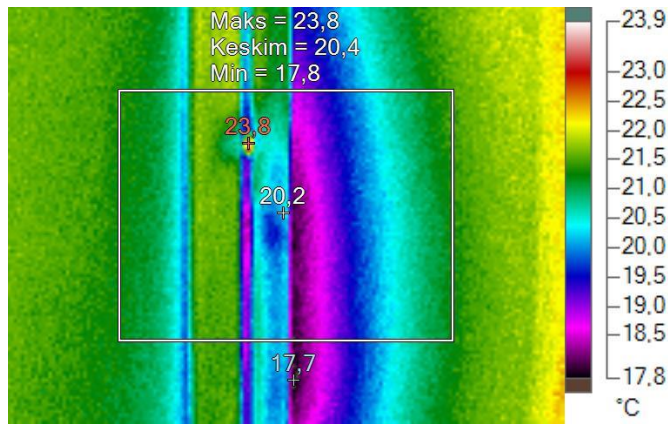
T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	13,8
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	22,6
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	61

Kommentit: 2. Korjaustarve selvítettävä. Alakarmissa ilmavuotoa, joka on rajautunut pienelle alueelle. Ilmavuotoon vaikuttaa huoneistossa oleva suuri alipaine. Aiheuttaa vedon tarvetta. Suositellaan tuplatiivistämään oven alaosa siten että tiiviste ei mene lyttyyn.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 10:23:26

Kuvauskohde: IR000326.IS2 / Asunto 17, tuuletusikkuna



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	20,4 °C	17,8 °C	23,8 °C	0,92	23,8 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	23,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-2
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000326.IS2
Taustalämpötila	23,8 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

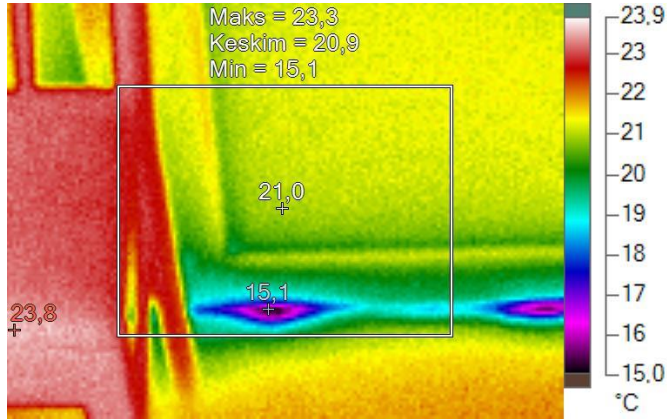
T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	17,8
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	23,9
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	74

Kommentit: 3, lisätutkimuksia. Luoteis-länsi päädyntuuletusikkunassa ilmavuoto. Tiivistettävä paremmin kahvan kohdalta. Aiheuttaa vedon tunnetta. Ei aiheuta kosteusriskiä tai rakenteellista haittaa.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 10:25:18

Kuvauskohde: IR000327.IS2 / Asunto 17, parvekkeen ovi



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	20,9 °C	15,1 °C	23,3 °C	0,92	23,8 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisuus	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	23,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-2
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000327.IS2
Taustalämpötila	23,8 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

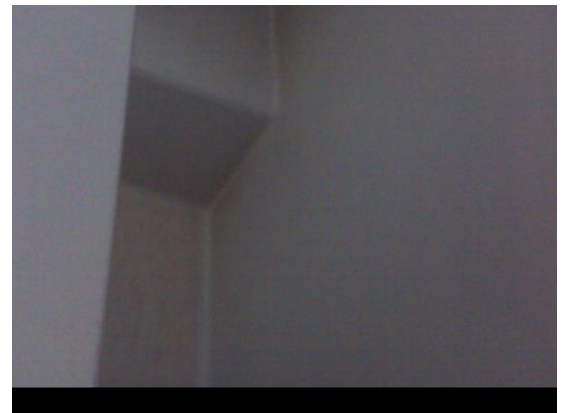
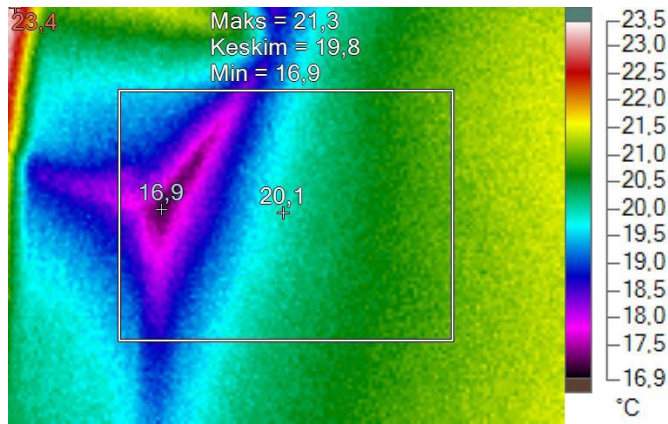
T _{alue} = mittausalueen minimilämpötila =	15,1
T _o = ulkoilman lämpötila =	yli 0
T _i = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	23,9
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	61

Kommentit: 2, korjaustarve selvítettävä. Oven alakarmissa 2 pistemäistä ilmavuotokohdtaa. Ei aiheuta merkittävää vedon tunnetta tai rakenteellista tai terveydellistä haittaa. Alakarmi voidaan tuplaeristää ovitiivistenauhalla, mikäli ovi aiheuttaa vedon tunnetta.

Kohde: As. Oy Soppeenhoivi

Kuvausajankohta: 2.10.2014 10:28:52

Kuvauskohde: IR000329.IS2 / As. 17, ulkoseinäelementtien liitoskohta



Valokuva kohteesta

LÄMPÖKUVAN MERKKITIEDOT

Nimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Emissiivisyys	Tausta
Keskiruutu	19,8 °C	16,9 °C	21,3 °C	0,92	23,0 °C

KUVAUSOLOSUHTEET

Tuulen nopeus	2 m/s
Tuulensuunta	Lounas
Pilvisyys	Puolipilvinen
Ulkoilman lämpötila	yli 0
Kuvausetäisyys	3 m
Sisäilman lämpötila	23,9
Sisäilman suhteellinen kosteus, RH (%)	23 %
Paine-ero rakenteen yli (Pa)	-2
Kuvauksen suorittaja	Tapani Joensuu

KUVAN JA KAMERAN YLEISET TIEDOT

Tiedoston nimi	IR000329.IS2
Taustalämpötila	23,0 °C
Emissiivisyys	0,92
Kameramalli	TiR1
IR-anturin koko	160 x 120
Kameran sarjanumero	12040229
Kameran valmistaja	Fluke Thermography

LÄMPÖTILAINDEKSI:

Talue = mittausalueen minimilämpötila =	16,9
To = ulkoilman lämpötila =	yli 0
Ti = sisäilman lämpötila (mittaus 1,1m korkeudelta, keskeltä huonetilaa) =	23,8
Lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta	71

Kommentit: 4, hyvä. Ei korjaustarvetta



Kuva 25. Asunnoista 1 ja 17 mitattiin parvekepäätyjen parvekeovien sekä tuuletusikkunoiden lämpötekniisiä ominaisuuksia. Ovet ja ikkunat eivät sisältäneet eriste-poikkeamista aiheuttavia kylmäsiltoja; huomioita tuli lähinnä tiivistysten aiheuttamista ilmavuodoista, jotka olivat marginaalisia.

ASUNNON NRO		REVISIO	RH [%]	LT [° C]	ABS[g/m3]	ilman-paine	Kosteus-lisä
As 1	Tapetit rakoilee/oh+mh	1,10	26,2	22,6	5,3	-27	0
As 2	Kosteuspoikkeamaa lattiakai-vossa	2,10	22,7	22,1	4,4	-18	-0,9
As 3		3,10	25,2	20,6	4,5	-20	-0,8
As 4	Ilmastointi krockaa ja tapetit ra-koilee oh	4,10	22,4	23,6	4,8	-6	-0,5
As 5		5,10	22,1	23,8	4,7	-19	-0,6
As 6	Tummumia/pakasteen alla	6,10	21,7	23,7	4,7	-10	-0,6
As 7	Kourut vuotavat ? Tapetit rakoilevat /oh+mh	7,10	23,8	24,2	5,2	-10	-0,1
As 8		8,10	20,4	23,1	4,2	-8	-1,1
As 9		9,10	22,5	23,9	4,9	-6	-0,4
As 10	Tapetit rakoilee oh	10,10	23,9	24,7	5,8	-7	0,5
As 11	Tapetit rakoilee mh+keittiö	11,10	24,5	23,9	5,3	-6	0
As 12		12,10	20,4	23,9	4,4	-2	-0,9
As 13	Vedon tunne raitisaukoista tal-vella	13,10	25,4	22,9	5,2	-11	-0,1
As 14		14,10	20,7	23,7	4,4	-9	-0,9
As 15		15,10	20,9	24,6	4,7	-3	-0,6
As 16		16,10	21,5	23,8	4,6	-4	-0,7
As 17	Tapetti rakoilee	17,10	23,7	23,8	5,1	-2	-0,2
As 18		18,10	26,7	23	5,8	-2	0,5
As 19		19,10	21,5	23,9	4,7	-8	-0,6
As 20	Parvekkeen katossa oleva palkki ruosteessa	20,10	23,4	23,3	4,9	-3	-0,4
As 21	mh ikkuna ja keittiön ikkuna huurtuvat talv.	21,10	24	24	5,2	-7	-0,1
UI-koilma	63,7	8,1	5,3				

Soppeentie 6, 33470 Ylöjärvi							
MITTAUSPÖYTÄKIRJA				AIKA: 28.05.2014			
	RH %	LT ° C	abs (g/m3)	Ilmanpaine Pa			Kosteus- lisä[g/m3]
				Max	Min	Ka	
Ulkoilma	63,7	8,1	5,3				0
Sisäilma	22,3	19	3,6				-1,7
Seinärakenne	71,8	8,4	6,1				0,8



Kuva 26. Lämmönjakuhuoneessa; kaukolämpöverkkoon liitettävä vanha säätöventtiili jumiutunut.



Kuva 27. Ilmanvaihtoputki on hyvin suojattuna yläpohjassa.

Humitec OyElektroniset mittauslaitteet
Korppaanmäentie 19 00300 Helsinki**KALIBROINTIRAPORTTI****Asiakas**Tmi Insinööritoimisto Joensuu
Sotkankatu 5
39500 IKAALINEN**Mittauslaite**
Mittauslaitteen kuvaus
Tuotenumero
Sarjanumero
Mittausanturi
Tuotenumero
Sarjanumerotesto 635-1
kosteus-/lämpömittari
0560 6351
02308829/202
testo kosteusanturi
0636 2135
20295668/202**Referenssilaitteisto**Mittauslaite:
Mittauslaitteen sarjanumero:
Mittausanturi:
Mittausanturin sarjanumero:
Mittauslaitteen ISO-kalibrointitodistus:testo 435-3
01998426/012
testo 0635 1535
10228995/101
787309_2n (16.01.2012)**Ympäristöolosuhteet**Lämpötila 21,5 °C
Ilmankosteus 28,7 %RH
Ilmanpaine 990,4 hPa**Mittausmenetelmä**

Mittaukset on suoritettu 11,3 %RH ja 75,3 %RH kalibrointiliuksissa sekä huoneilmassa vertaamalla kalibroitavan laitteen näyttämää referenssilaitteen näyttämään.

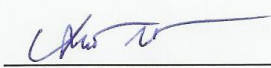
Mittaustulokset

Mittaussuure	Yksikkö	Referenssiarvo	Mitattu arvo	Poikkeama
suhteellinen kosteus	%RH	11,3	12,3	1,0
suhteellinen kosteus	%RH	28,7	28,5	-0,2
suhteellinen kosteus	%RH	75,3	75,3	0,0
lämpötila	°C	21,5	21,4	-0,1

Merkintöjä / huomioitavaa

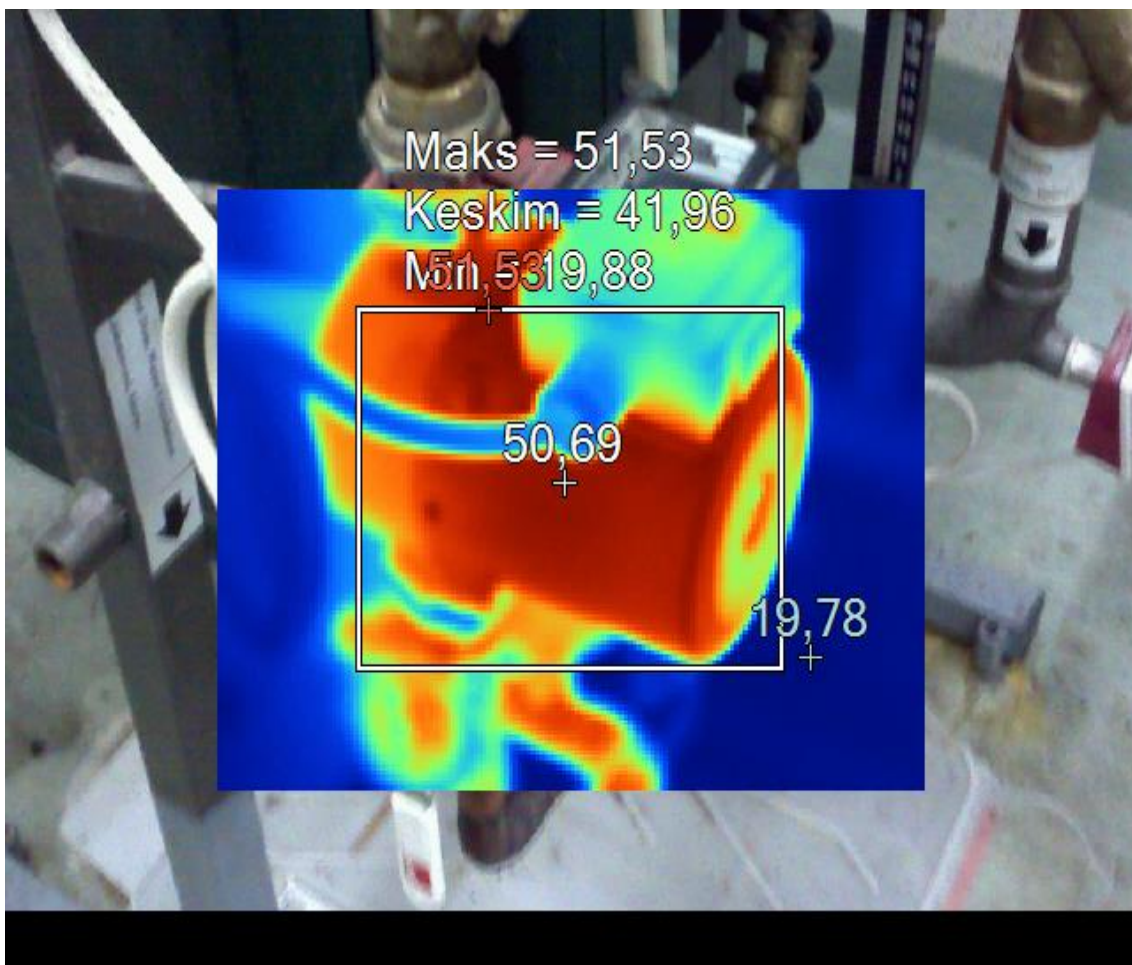
Kalibroinnin suorittaja

Päivämäärä 19.03.2012


Antti UotinenHumitec Oy
www.humitec.fi
Y-tunnus: 0987594-6Osoite
Korppaanmäentie 19
00300 HelsinkiPuhelin
09-530 8400Sähköposti
info@humitec.fiFaksi
09-530 84099

Mikäli rakennuksen vaipan yli vaikuttava lämpötilaero on pienempi kuin 15 °C (mm. johtuen rakennuksen alhaisesta sisälämpötilasta tai korkeasta vuodenaikaisesta ulkoilman lämpötilasta) ja jos ilmanpaine vaipan yli on 0 Pa keskiarvoisesti, raportointia ei voida suorittaa kortin RT 14-10850 mukaisesti.

Kuvauksen avulla voidaan kuitenkin kohtalaisen luotettavasti havaita selvät eristeпоikkeamat, ilmanvuodot, kylmäsilat ja LVI-tekniikassa esiintyvät poikkeamat. Parhaimman tuloksen lämpökameran hyödyistä saa silloin, kun kohteen ja ympäristön välillä on mahdollisimman suuri lämpötilaero.



Kuva 28. Pumpun lämpötilagradientti on tasainen.

PINTARAKENTEET

Liite 7

6.1. PINTARAKENTEET

SISÄPINNAT

Kiinteistö
Rakennus

AS OY YLÖJÄRVEN SOPPEENHOVI

Tila	Pinta	Materiaali	Kauppanimike	
Asuintila / katot		pohjatasoite	Vetonit L	Optiroc Oy
OH, MH, K, ET, WC, VH		pintatasoite	Vetonit LR	Optiroc Oy
		pohjamaali	LM3	Laatumaalit Oy
		pintamaali	Pindopro 20 F157	Sadolin Oy
Asuintila / seinät			kuten edellä	
OH, MH, K, ET, WC, VH		tapetti	Keha Oy mallisto	Keha Oy
Asuintila / lattia		parketti aluskate	Parkkeri	Katepal Oy
OH, ET, K		lautaparketti	Tammi Natur	Tarkett Oy
		ponttiliima	Cascol 3302	Cascol Oy
Asuintila / lattia		tasoite	Vetonit 3000	Optiroc Oy
MH		muovimatto	Upostep 20 21816	Upofloor Oy
		mattoliima	Kiilto 2 Plus	Kiilto Oy
Asuintila / seinät		kosteussulku	Kosteussulku	Pukkila Oy
WC, PesuH, K kalusteväli		laatta	Vienna 090278	"
			Vienna 090378	"
			Vienna 090478	"
		boordi	Vienna 115670	"
			Vienna 115669	"
			Vienna 115671	"
		kiinnityslaasti	Laattalaasti	Optiroc Oy
		saumalaasti	Saumalaasti marmorinvalk.	Optiroc Oy
Asuintilat / lattia		tasoite	Vetonit 4000	Optiroc Oy
kosteat tilat		liima	Kestopren	Kiilto Oy
		matto	Lamilon 5762	Upofloor Oy
Asuintilat / lattia		kiinnityslaasti	Laattalaasti	Optiroc Oy
laattalattiat		saumalaasti	Saumalaasti marmorinvalk.	Optiroc Oy
		laatta	Forest sininen	Pukkila Oy
			Forest vihreä	Pukkila Oy
			Forest harmaa	Pukkila Oy
Asuintila / seinä ja katto		paneli	Saunasuoja	Teknos Oy
SAUNA				
Porrashuone / katto ja seinä			kuten tila 1 seinä väri G036, hissiseinä K036	
		seinän alaosa	Mosaichiutalelakka 4051	Tikkurila Oy
Porrashuone / lattia		tasoite	Vetonit 3000	Optiroc Oy
		laatta	Keradur vihertävän harmaa	Keradur
		laattalaasti	Klinkkerilaasti	Optiroc Oy
		saumalaasti	Saumalaasti harmaa	Optiroc Oy
Varastot / seinä ja katto		maali	Ässäplast 7 F157	Tikkurila Oy
Varastot / lattia		maali	Epirex 8 harmaa	Teknos Oy
Putket		maali	Valkolakka	Tikkurila Oy

6.1. PINTARAKENTEET

SISÄPINNAT

Kiinteistö
Rakennus

AS OY YLÖJÄRVEN SOPPEENHOVI

Tila	Pinta	Materiaali	Kauppanimike	
Porrashuone kerrokset /lattia		laatta	Finntile 1713+1762	Upofloor Oy
		liima	Kiilto 2 Plus	Kiilto Oy
		tasoite	Vetonit 3000	Optiroc Oy

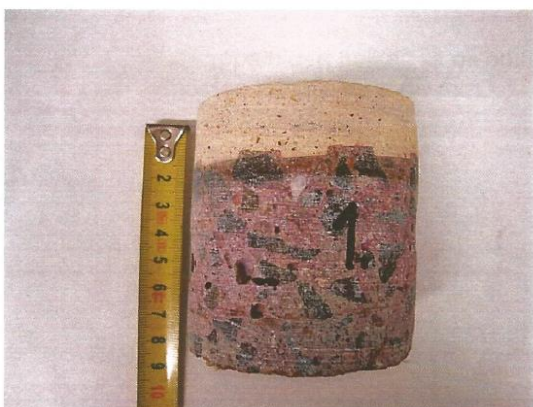
6.2 PINTARAKENTEET

ULKOPINNAT

Kiinteistö
Rakennus

AS OY YLÖJÄRVEN SOPPEENHOVI

Kohde	Pinta	Materiaali	Kauppanimike	
Betoniseinät		maali	Silika 3117	Sadolin Oy
Betonipilarit		maali	Silika valk.	Sadolin Oy
katokset		maali	Akryyliula 2334	Sadolin Oy
räystäät		maali	Akryyliula 2620	Sadolin Oy



Kuva 1. Näyte 1.



Kuva 2. Näyte 1.



Kuva 3. Näyte 2.



Kuva 4. Näyte 2.

MITTAUKSISSA KÄYTETYT MITTALAITTEET JA VIRHEMARGINAALIT

Vaisala hm141-mittalaite
Vaisala hmp42-mittapää

Laserliner Moisture Master (toleranssi +/- 2 yks)
Condense Spot Pro Laser (toleranssi +/- 2 yks)
Digital Moisture Meter BT 403 (toleranssi +/- 2 yks)
Standar Data logger

Fluke Tir 1 lämpökamera

HMI41 NÄYTTÖLAITE
Näyttölaitteen aiheuttama enimmäisvirhe +20 °C:ssa
kosteus ±0,1 %RH
lämpötila ±0,1 °C

HMP42 MITTAPÄÄ

KOSTEUS
Mittausalue 0...100 %RH
kasteeton
Tarkkuus (+20 °C:ssa)
kalibroituna suolaliuoksia vastaan
(ASTM E104-85): ±2 %RH (0...90 %RH)
±3 %RH (90...100 %RH)
Elektroniikan lämpötilariippuvuus 0,05 %RH/ °C
Tyypillinen pitkänajan stabiilius
parempi kuin 1 %RH /vuosi
Vasteaika (90%) +20 °C:ssa 30 s
Kosteusanturi HUMICAP® M

Testo 635 + Mittapää

Mittausalue:
0... 100 %RH Tarkkuus:
0,1 %RH
-40... +150°C
±0,2°C (-25... +74,9°C)
±0,4°C (-40... -25,1°C)
±0,4°C (+75... +99,9°C)
±0,5°C mittausarvosta (muu mittausalue)
0,1°C

Testo 510 (toleranssi +/- 0,01 hPa)

Tuloksiin vaikuttavat virheet:

Mittausten virhemarginaaleja saattavat aiheuttaa mittaustapahtumassa tapahtuneet olosuhteen muutokset, mitattavan kohteen kylmillään olo, kohteen asumattomuus, mittalaitteen mittavirheet sekä inhimilliset virheet. Myös mittalaitteiden tasaantumisajoissa saattaa olla eroja. RH mittauksen epävarmuudeksi voidaan olettaa + - 3 %. Talvi on mittausten kannalta luotettavampaa aikaa suorittaa RH mittauksia kuin kesä.