

Teemu Alatalo

Palvelutalon ja senioritalon LVI-järjestelmien kenttämittauksia ja säästötoimenpiteiden inves- tointikustannuksia

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

09.05.2013

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Teemu Alatalo Palvelutalon ja senioritalon LVI-järjestelmien kenttämittauksia ja säästötoimenpiteiden investointikustannuksia 34 sivua + 1 liite 09.05.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-suunnittelupainotteinen
Ohjaaja(t)	yliopettaja Jukka Yrjölä
<p>Työ perustuu eri ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen yhteistyönä tehtyyn HEA-projektiin (Hyvinvointia- ja energiatehokkuutta asumiseen). Projekti on Euroopan unionin rahoittama hanke, jossa Metropolia Ammattikorkeakoulu on mukana.</p> <p>Kohteina oli HEA-hankkeen myötä tulleet kaksi <i>pilot</i>-kohdetta, Helsingin Arabianrannassa sijaitseva vuonna 2006 valmistunut 7/6-kerroksinen kerrostalo As Oy Loppukiri sekä Mäntsälän Osuustiellä sijaitseva vuonna 1985 valmistunut viisikerroksinen vanhusten palvelutalo.</p> <p>Tässä työssä perehdytään näiden asuinrakennuksien LVI-järjestelmien mittauksiin ja tuloksien perusteella tehtyihin säästötoimenpiteiden investointikustannuksiin. Mittausmenetelmiä olivat pidempiaikainen sisäilmanmittaus, jolla mitattiin sisäilmanlämpötilaa, hiilidioksidipitoisuutta sekä suhteellista kosteutta. Lisäksi suoritettiin kertaluontoinen lämpötilamittaus, ilmapvirtojenmittaus ja vesivirtausten mittaukset.</p> <p>Työssä laskettiin tämän lisäksi investointikustannuksia tärkeimmille säästötoimenpiteille.</p> <p>Helsingin Arabianrannassa sijaitsevassa As Oy Loppukirissä suurimpia energiansäästötoimenpiteitä olisi mahdollista saavuttaa ilmanvaihtokoneiden käyntiaikoja muuttamalla. Rakennuksen jäähdyttämiseen käytettäisiin yötuuletusta ja lämmöntalteenottoa ilmanvaihtokoneen toimintaa muuttamalla.</p> <p>Mäntsälän Osuustiellä sijaitsevassa vanhusten palvelutalossa energiansäästötoimenpiteillä pyrittäisiin lisäämään asukkaiden asumisviihtyvyyttä tasapainottamalla ilmanvaihtojärjestelmä ja tarkistamalla tämän toimivuus. WC-istuimien huuhtelun pienentämisellä pyrittäisiin vaikuttamaan veden kulutukseen kohteessa.</p>	
Avainsanat	mittaukset, palvelutalo, vesivirtamittaus, ilmapvirtamittaus

Author(s) Title Number of Pages Date	Teemu Alatalo Heating, plumbing and air conditioning systems - survey and economical aspects 34 pages + 1 appendix 9 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Design Orientation
Instructor(s)	Jukka Yrjölä, Principal Lecturer
<p>The purpose of the final year project was to study the residential welfare and energy efficiency in a sheltered accommodation and a service block of flats, both for senior citizens. The aim was to describe the results of heating, plumbing and air condition measurements, and present the saving suggestions made on the basis of the results, as well as the costs of these investments.</p> <p>The inside temperatures, water flow of taps in the kitchen and the bathroom, and the air-flow in the air conditioning system were measured for the project. The temperature was measured with both short and long time measurement methods. The water flow and airflow tests were only made with the short time measurement method.</p> <p>It was established that it is possible to have pleasant habitable environment with good air condition. It is also possible to reach cost-effective residency when the air conditioning plant is renovated or the air-condition system balanced.</p>	
Keywords	measurements, a serviced flat, water flow, air flow

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tausta	1
1.2	Tavoite	1
1.3	Tutkimusmenetelmät	2
1.4	Rajaukset	2
2	Kohteiden kuvaus	2
2.1	Yleistä	2
2.1.1	Loppukiri	2
2.1.2	Mäntsälä	4
2.2	LVI-järjestelmän kuvaus, Loppukiri	5
2.2.1	Käyttövesi	5
2.2.2	Ilmanvaihto	5
2.2.3	Lämmitys	6
2.3	LVI-järjestelmän kuvaus, Mäntsälä	7
2.3.1	Käyttövesi	7
2.3.2	Ilmanvaihto	7
2.3.3	Lämmitys	8
2.4	Pitkäaikaisseurantamittaus	9
3	Energiankäytön tehostamishankkeen mittaukset	10
3.1	Kartoittaminen	10
3.1.1	Haastattelut, Loppukiri	11
3.1.2	Haastattelut, Mäntsälä	11
3.2	Mittaukset	11
3.2.1	Mittaukset, Loppukiri	12
3.2.2	Mittaukset, Mäntsälä	12
3.3	Ilmavirrat	12
3.3.1	Sisälämpötilan, hiilidioksidipitoisuuden ja suhteellisen kosteuden mittaus	14
3.3.2	Vesivirrat	15
4	Kohteissa tehty tiedon keruu ja tulokset	15
4.1	Ilmavirrat, Mäntsälä	15

4.2	Vesivirrat, Mäntsälä	18
4.3	Sisälämpötilojen, hiilidioksidipitoisuuden ja suhteellisen kosteuden mittaus, Mäntsälä	19
4.4	Ilmavirrat, Loppukiri	23
4.5	Epäonnistuneet ilmavirtamittaukset	25
4.6	Vesivirrat, Loppukiri	26
4.7	Sisälämpötilojen, hiilidioksidipitoisuuden ja suhteellisen kosteuden mittaus, Helsingin Loppukiri	27
5	Investointikustannuslaskelmat	29
5.1	Mäntsälän parannusehdotukset ja ehdotuksien kustannuslaskelmat	29
5.2	Helsingin Loppukirin parannusehdotukset ja ehdotuksien kustannuslaskelmat	30
6	Yhteenveto	32
	Lähteet	35
	Liitteet	
	Liite 1. Poistoilmavirtamittaukset, Mäntsälä	

1 Johdanto

1.1 Työn tausta

Metropolia Ammattikorkeakoulu on osallisena Euroopan unionin rahoittamassa Hyvinvointi- ja energiatehokkuutta asumiseen -projektissa (HEA). HEA-projekti on pidempiaikainen projekti, joka on eri ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen yhteistyössä tehtävä hanke. HEA-hanke on pituudeltaan 30 kuukauden projekti, joka sijoittuu ajanjaksolle 1.9.2010–28.2.2014.

HEA-hanke toteutetaan kuudessa eri *pilot*-kohteessa, joista neljä kohdetta oli erilaisia vanhusten asuintaloja, yksi monikulttuurinen asuntola ja yksi palvelutalo. Tässä työssä perehdyttiin kahteen *pilot*-kohteeseen: Helsingin Arabianrannassa sijaitsevaan Loppukirin-asuinyhteisöön sekä Mäntsälässä Osuustien vanhustentaloon. Molemmissa kohteissa työ perustuu hankkeesta saatuihin tuloksista.

Suomi on Euroopan nopeimmin ikääntyvä maa. Ennusteen mukaan vuonna 2026 Suomessa työkäisiä eli 15–65-vuotiaita on vain 58 prosenttia väestöstä. [1.] HEA-projektilla pyritään lisäämään ihmisten hyvinvointia, toimintakykyä sekä energiatehokasta asumista parantavia sosiaalisia ja teknisiä ratkaisuja erityisesti ikääntyvien ihmisten asumiseen.

1.2 Tavoite

Tämän työn tavoitteena on kuvata näiden kahden *pilot*-kohteen, Helsingin As Oy Loppukiri sekä Mäntsälän Osuustien vanhustentalo, LVI-järjestelmien mittauksia ja niiden toimivuutta sekä ehdotuksia säästötoimenpiteisiin. Mittaustulosten perusteella pyrittiin tarkastelemaan ja arvioimaan ehdotettujen säästötoimenpiteiden investointikustannuksia niin töiden kuin materiaalienkin osalta. Molempien kohteiden energiansäästöön liittyvissä toimenpiteissä otettiin kuitenkin huomioon ikääntyneiden asukkaiden asumisviihtyvyys.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tässä työssä keskityttiin ainoastaan LVI-järjestelmien mittauksiin. Käytetyt mittausmenetelmät tässä työssä ja näissä kohteissa olivat sisälämpötilojen mittaukset, vesikalusteiden vesivirtaamamittaukset ja ilmanvaihdon ilmavirtamittaukset. Lämpötilamittauksissa tehtiin kertaluontoisia lämpötilamittauksia sekä pidempää seurantamittausta. Ilmavirtamittaukset ja vesivirtamittaukset suoritettiin kertamittauksina. Investointikustannuksista kerättiin tietoa luotettavilta talotekniikka-alan urakoitsijoilta.

1.4 Rajaukset

Tässä työssä ei käsitellä kiinteistöjen sähkönkulutusta ja valaistusta. Edellä mainitut tutkimuskohteet on rajattu toisen ammattikorkeakoulun aihealueeksi. Lisäksi tästä työstä on rajattu rakenteiden U-arvojen tarkastelu kokonaan pois, sillä se on myös ohjattu toiselle opiskelijaryhmälle.

2 Kohteiden kuvaus

2.1 Yleistä

Ikääntyvien ihmisten hyvinvointiin vaikuttavat monenlaiset seikat: kivut ja säryt, liikkumattomuus, yksinäisyys ja esimerkiksi ystävien puute. Näitä ongelmia pyritään ratkomaan ja niihin puuttumaan sekä niissä auttamaan senioritalojen toiminnalla ja näiden tarkoituksenmukaisuudella. Hyvinvointiin ja viihtyvyyteen vaikuttaa myös sisäilmaston laatu. Pahimmillaan sisäilman epäpuhtaudet johtavat asukkaiden oireiluihin ja sairasteluun. Yleisempiä sisäilman viihtyisyyshaittoja ovat sisäympäristön pöly ja vetoisuus sekä tunkkainen ja kuiva sisäilma. Kun sisäilman laatu on hyvä, se ei aiheuta oireita eivätkä asukkaat sairastele. Hyvä sisäilma luo tyytyväisiä ja terveempiä asukkaita.

2.1.1 Loppukiri

Senioritalo Loppukiri sijaitsee Helsingissä Arabianrannassa. Loppukiri ei ole palvelutalo vaan normaali asunto-osakeyhtiö; kiinteistö koostuu omistusasunnoista, joissa asumi-

nen perustuu yhteisöllisyyteen. Asukkaiden tavoitteena on asua omissa asunnoissaan ja yhteisössään mahdollisimman pitkään, lisääntyvien elinvuosien tuomista muutoksista huolimatta. Asukkaiden yhteistoiminnalla, aktiivisuudella ja vastavuoroisella auttamisella pyritään pitämään heidän fyysistä kuntoaan sekä mielenvireyttään yllä, jotta kotona asuminen onnistuisi mahdollisimman pitkään.

Helsingin Loppukiri (kuva 1) on vuonna 2006 valmistunut rakennus, joka on jaettu kahteen portaaseen; A-porras on seitsemän- ja B-porras kuusikerroksinen. Rakennuksen kerrosala on 3 732 m². Rakennuksessa asuinhuoneistoja on yhteensä 58 ja lisäksi yleiset tilat. Huoneistot kiinteistössä ovat yksiöitä, kaksioita ja kolmioita. [2.]

Rakennuksen A-portaassa ensimmäisessä kerroksessa on yhteisiä tiloja kuten ruokala, kirjasto, keittiö ja pesutupa. Rakennuksen B-portaan puolella sijaitsevat väestönsuoja ja verkkokellarikomero. A-portaan ylimmässä kerroksessa sijaitsevat yleiset saunatilat, liikuntahuone, pieni kokoustila sekä ilmastointikonehuone, joka palvelee molempia portaita. Rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa pystyy liikkumaan vaivatta molempien portaiden välillä.



Kuva 1. Rakennuksen julkisivu, Loppukiri Helsinki

2.1.2 Mäntsälä

Mäntsälän pilotti (kuva 2), Osuustien vanhustentalo, on vuonna 1985 rakennettu viisi-kerroksinen vanhusten palvelutalo. Rakennuksen kokonaiskerrospinta-ala on 2 180 m² ja rakennustilavuus 7 200 m³. Rakennuksessa on 42 vuokrahuoneistoa, joista kaksioita on 8 kappaletta ja yksiöitä 34 kappaletta. [3.] Rakennuksen yleiset tilat sijaitsevat ensimmäisessä kerroksessa; kuivaus- ja pesulahuone, lämmönjakohuone, yleissauna ja pesuhuone. Lisäksi ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee kaksi asuinhuoneistoa ja yhteinen taukotila. Ensimmäisessä kerroksessa on kerhotila, joka toimii hoitajien työhuoneena, ja yksi yksiö, josta on tehty hoitajien tauko- ja pukeutumistila. Ylemmissä neljässä kerroksessa sijaitsevat vanhuksien asunnot.

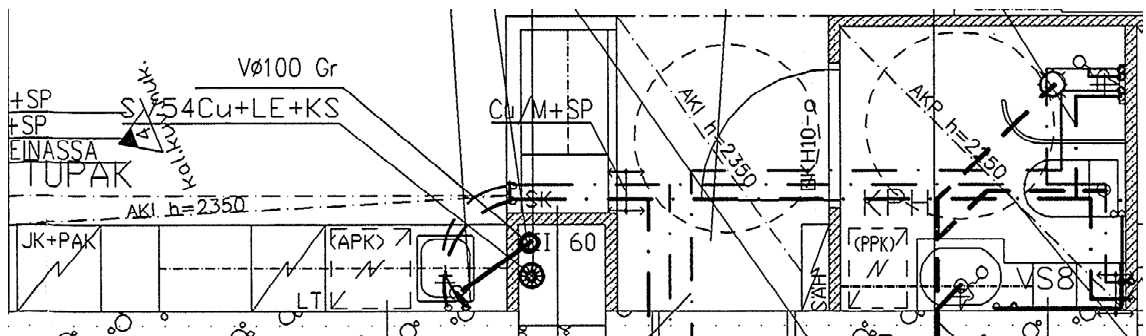


Kuva 2. Rakennuksen julkisivu, Osuustie Mäntsälä

2.2 LVI-järjestelmän kuvaus, Loppukiri

2.2.1 Käyttövesi

Huoneistoissa on yhteensä viisi vesipistettä. Vesipisteitä ovat keittiö, jossa myös astianpesukytkentä, suihku, WC-istuin, pesuallas ja pyykinpesuhana. Lisäksi asunnoissa on kylpyhuoneissa lämminkäyttövesipatterit (kuva 3). Käyttövesijohtojen runkojohdot ja huoneistojen kytkentäjohtot on pääosin tehty kupariputkesta, keittiön vesijohdot ovat suoja-putkessa olevaa PEX-muoviputkea. Kylpyhuoneen kalustus on tehty pinta-asennustyönä kromatulla kupariputkella. Huoneistokohtaisia vesimittareita kiinteistössä ei ole; ainoat kerroksen sulkuventtiilit sijaitsevat heti nousulinjoista haarautuvista runkoputkissa. Rakennuksen vesimittari sijaitsee ensimmäisessä kerroksessa lämmönjakohuoneessa, jossa sijaitsee myös paineenalennusventtiili. Lämpimän käyttöveden kulutus lasketaan huoneistokohtaisten vesimittareiden puuttuessa Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5 mukaan. Käyttövesi on liitetty kaupungin vesiverkostoon. Lämmin käyttövesi tuotetaan omalla lämmönsiirtimellä.



Kuva 3. Yhden yksión käyttöveden kytkentäjohtot, Loppukiri

2.2.2 Ilmanvaihto

Rakennuksessa on koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä, joka sijaitsee A-portaan ilmanvaihtokonehuoneessa. Kiinteistöä palvelee neljä ilmanvaihtokonetta. Tulo- ja poistoilmakone 1 (TK1 ja PK1) palvelee asuntoja ja tulo- ja poistoilmakone 2 (TK2/PK2) palvelee ensimmäistä kerrosta sekä rakennuksen yleisiä tiloja. Tulo- ja poistoilmakone 3 (TK3/PK3) palvelee yleisiä sauna- ja pesutiloja ja tulo- ja poistoilmakone 4 (TK4/PK4) palvelee A-portaan ylimmänkerroksen liikuntatilaa. Ilmanvaihtokoneiden TK1/PK1 ja

TK2/PK2 puhaltimien pyörimisnopeutta ohjataan taajuusmuuttajalla. Lämmön talteenotto poistoilmasta tuloilmaan tapahtuu kolmella eri tavalla:

- TK1/PK1 levylämmönsiirtimellä
- TK2/PK2 nestekiertoisella lämmönsiirrolla
- TK3/PK3 sekä TK4/PK4 pyörivällä lämmön talteenotolla.

Rakennuksessa sijaitsevien keittiön huuville, jätehuoneelle, alapohjalle, apuvälinvarastolle, lämmönjakohuoneelle ja pesulalle ovat katolla omat huippuimurit. Pesulan tuloilma otetaan suoraan ulkoilmasta ja lämmitetään MUH 1000 -tuloilmalämmittimillä. Lämmittimiä pesulassa on yhteensä neljä kappaletta.

2.2.3 Lämmitys

Rakennus on liitetty kaupungin kaukolämpöverkoston. Rakennuksen pääasiallisena lämmitystapana ovat 2-putkijärjestelmän vesikiertoiset patterit. Lämmitysverkoston meno- ja paluueden mitoituslämpötilat ovat 60/40 °C. Pattereissa on asennettuna termostaattiset patteriventtiilit, jotka säätävät pattereiden lämmönluovutusta (kuva 4). Lämmitysverkoston järjestelmän vakauttamiseksi ja tasaisen kierron turvaamiseksi on asennettu Spiroventin mikrokuplapoistin (kuva 5). Laite poistaa patteriverkoston kertyvää ilmaa. Rakennuksen lämmönjakokeskuksessa on kolme erillistä lämmönsiirrintä, jotka palvelevat kukin omanaan käyttövesi-, ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmää. Lisäksi kussakin asunnossa on sähköllä toimiva lattialämmitys kylpyhuoneessa.



Kuva 4. Termostaattinen patteriventtiili, TA Hydraulics

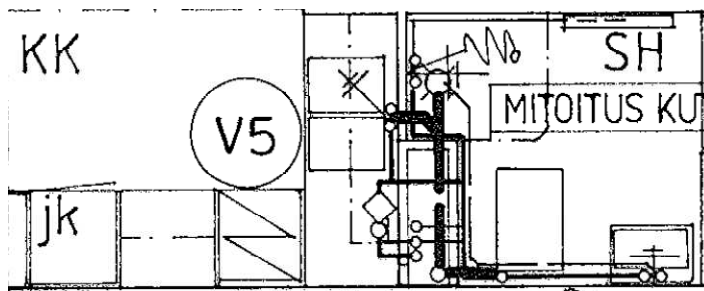


Kuva 5. Mikrokuplapoistin, Spirovent

2.3 LVI-järjestelmän kuvaus, Mäntsälä

2.3.1 Käyttövesi

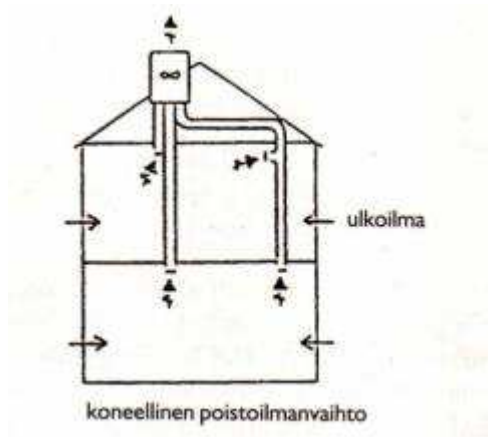
Rakennuksen huoneistojen kylpyhuoneissa on kussakin yhteensä viisi vesipistettä. Kylpyhuoneen vesipisteitä ovat suihku, pesuallas, WC-istuin, pyykinpesuhana ja astianpesuallas, jossa astianpesukytkeä (kuva 6). Käyttövesijärjestelmän runkojohdot ja kytkentäjohdot on rakennettu kupariputkesta. Kylpyhuoneen puolella kalustus on tehty pinta-asennustyönä raakakuparilla, jotka on päälle maalattu. Käyttövesi on liitetty kunnan vesiverkostoon ja jätevedet ohjataan kunnan viemäriverkostoon.



Kuva 6. Yhden yksión käyttöveden kytkentäjohdot, Mäntsälä

2.3.2 Ilmanvaihto

Rakennuksessa toimii koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä (kuva 7). Järjestelmän on tarkoitus saada asunto alipaineiseksi. Korvausilma saadaan puolestaan ikkuna- ja oviraoista. Tässä kohteessa korvausilman saanti tapahtuu ikkunatiivisteisiin jätetyllä raolla. Katolla palvelee kaksi huippuimuria, joihin ilmastointihormit on yhdistetty. Ilmastointihormit ja huippuimurit ovat alkuperäisiä. Huippuimurit käyvät täyteholla klo 8.30–15.30 ja muuna aikana puoliteholla. Suunnitellut ilmavirrat huippuimureille ovat 800/400 dm³/s ja 850/425 dm³/s. Sisäilmastoluokitukseltaan koneellinen poistoilmanvaihto luokitellaan sisäilmastoluokkaan S3 [4, s. 45].



Kuva 7. Koneellinen poistoilmanvaihto [5]

Sauna- ja pesutilassa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Tuloilma on lisätty vuonna 1996 tilojen saneerauksen yhteydessä. Sauna- ja pesutiloja palvelee katolla jälkeempään asennettu oma huippuimuri. Tämän huippuimurin poistoilmavirrat ovat $120 \text{ dm}^3/\text{s}$ ja $60 \text{ dm}^3/\text{s}$.

2.3.3 Lämmitys

Rakennus on liitetty kunnan kaukolämpöverkoston. Rakennuksen pääsääntöinen lämmitystapa on vesikiertoinen patteriverkosto. Lämmitysverkoston mitoitukslämpötilat ovat $70/40 \text{ }^\circ\text{C}$. Pattereissa ovat alkuperäiset Osyter m-80-patteriventtiilit (kuva 8).



Kuva 8. Patteriventtiili, Osyterm-80

Kiinteistön lämmötoimittajana toimii Mäntsälän Sähkö Oy. Yhtiö tuottaa kaukolämpönsä tällä hetkellä maakaasulla ja ilman sähkön yhteistuotantoa.

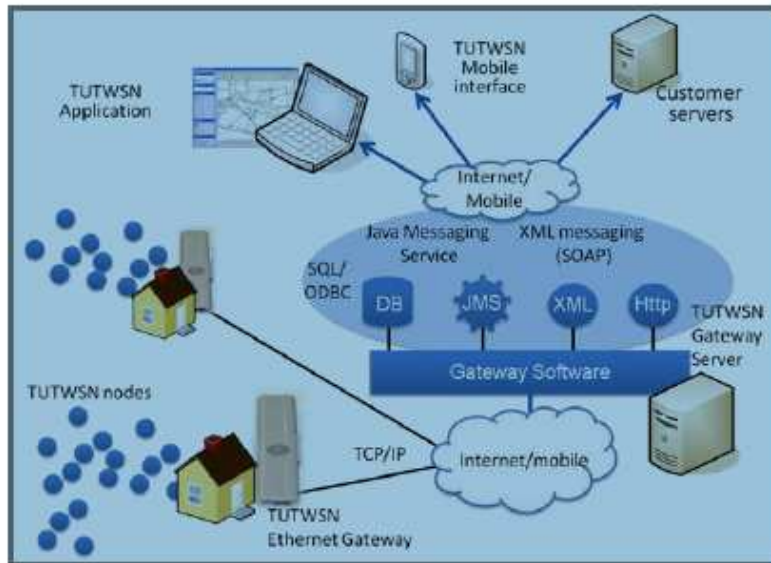
2.4 Pitkäaikaisseurantamittaus

Molemmissa kohteissa kiinteisiin ja pitkäaikaisempiin mittauksiin käytettiin langattomia Wirepas-mittausantureita (kuva 9). Mittausantureilla mitattiin molemmissa kohteissa noin viikon ajan sisäilman lämpötiloja, hiilidioksidipitoisuutta sekä suhteellista kosteutta. Mittausanturi tuli sijoittaa kiinni seinään mahdollisimman lähelle oleskeluvyöhykettä.



Kuva 9. Wirepas-mittausanturi

Wirepas-mittausantureista saatavat mittaustiedot voidaan lukea reaaliajassa esimerkiksi matkapuhelimella tai Internetistä. Laitteisto muodostaa langattoman verkon, joka on yhteydessä yhteysnoodin avulla verkkopalvelimelle. Kuvassa 10 on esimerkki verkon toiminnasta. Mittaustiedot välitetään Wirepas-palvelimelle tietojen tallentamista varten. Näitä tietoja voidaan tarkastella usean kuukauden ajalta. Tulokset voidaan ladata omalle koneelle taulukkomuodossa. Wirepas-mittareilla pystytään mittaamaan muun muassa ilman lämpötilaa, hiilidioksidia, ilman suhteellista kosteutta, valoisuutta ja ilmanpaine-eroja. [6, s.1]



Kuva 10. Wirepas- toimintaverkko [7]

Mittausantureiden sijoittamisessa täytyi ottaa huomioon antureiden kantomatka, jonka laitevalmistaja lupaa olevan noin 10–15 metriä. [8, s. 1]

Ajanjaksot pitkäaikaisseuranta mittauksille olivat Helsingin Loppukirissä 12.3.2012–22.3.2012 ja Mäntsälän Osuustielle 26.3.2012–2.4.2012.

3 Energiankäytön tehostamishankkeen mittaukset

3.1 Kartoittaminen

Haastattelimme kohteissa Mäntsälän Osuustie ja Helsingin Loppukiri kiinteistöjen kiinteistöhuoltajia sekä kuulimme asukkaiden mielipiteitä sisäilmastosta ja LVI-järjestelmien toimivuudesta. Haastattelujen avulla pyrimme kartoittamaan kiinteistöjen asumismukavuutta ja sisäilmaston viihtyisyyttä sekä kartoittamaan LVI-järjestelmän toimivuutta asuintiloissa ja yleisissä tiloissa. Kysyimme myös asukkaiden mielipiteitä ja heidän kokemuksiaan asuntonsa sisäilman lämpötiloista ja viihtyisyydestä.

3.1.1 Haastattelut, Loppukiri

Ensimmäinen tutustuminen kohteeseen Loppukiri oli 20.1.2012, jolloin kävimme talonmiehen kanssa läpi rakennuksen tiloja sekä suunnittelimme ja sovimme mittauksien ajankohtaa ja kulkua. Samaisella käynnillä keskustelimme ja kuulin mielipiteet havaituista ongelmista ja puutteista talonmieheltä ja asukkailta. Rakennukseen ei ollut aikaisemmin tehty mitään korjaustöitä. Asukkaat valittivat vetoisuudesta ja tunkkaisesta sisäilmasta. Lähes jokainen asukas mainitsi negatiivisena tuloilman kovan sisäänpuhaluksen. Moni rakennuksen etelä-sivun asukkaasta kertoi sisäilman lämpenevän reilusti auringon alkaessa keväällä lämmittämään ilmasto.

3.1.2 Haastattelut, Mäntsälä

Mäntsälän kohteessa kävimme tutustumassa ensimmäisen kerran 8.3.2012. Tutustumiskerralla huoltoliike esitteli meille paikat ja kävimme läpi rakennuksen historiaa. Samaisella käynnillä kyselimme ja kuuntelimme hoitajien ja asukkaiden mielipiteitä asumisviihtyisyydestä. Käynnin yhteydessä ilmeni miltei välittömästi, että sisäilmaston lämpötila on korkea; asukkaat valittelivat korkeaa sisälämpötilaa ja se oli aistittavissa myös vierailun aikana. Käytävöiden lämpötila, jossa myös asukkaat viettivät paljon aikaa naapuriasukkaiden kanssa, oli huomattavan korkea. Lämpötilaa varmasti nosti porraskäytävän laaja lasiosuus, jonka läpi aurinko pääsi hyvin lämmittämään sisäilmaa.

3.2 Mittaukset

Molemmissa kohteissa perehdyttiin ainoastaan LVI-tekniisiin mittauksiin. Mittauksilla pyrittiin selvittämään LVI-järjestelmien energiankulutusta ja toimivuutta. Kohteissa suoritettiin mittauksia asuntojen ja yleisten tilojen sisälämpötiloista, hiilidioksidipitoisuuksista sekä suhteellisesta kosteudesta. Sisälämpötilojen mittauksissa otettiin huomioon kiinteistön asukkaiden korkea ikä ja heidän asumisviihtyvyyteen liittyvät totumuksensa. Ikääntyneemmällä väestöllä mukavat ja toivottavat asuinolot tarkoittavat yleensä normaalia korkeampaa sisälämpötilaa.

3.2.1 Mittaukset, Loppukiri

Loppukirissä mitattavia asuntoja, joihin saimme luvan käydä suorittamassa mittauksia, oli yhteensä 27 kpl. Näistä asunnoista valitsimme tutkittavaksi 20 asuntoa ja lisäksi yleiset tilat, jotka riittivät antamaan selkeän kuvan rakennuksen LVI-järjestelmien toiminnasta. Loppukirin mittaukset suoritettiin:

- Asuntojen ja liikuntatilan ilmavirrat sekä sisälämpötilojen Wirepas-pitkäaikaissurveilla-antureiden asennus huoneistoihin 19.–20.3.2012
- Ilmanvaihtokoneilta ilmavirrat ja lämpötilat 29.3.2012
- Yleisten tilojen ilmavirrat 11.4.2012

3.2.2 Mittaukset, Mäntsälä

Mäntsälän kohteessa mitattavia asuntoja valitsimme mahdollisuuksien mukaan. Palvelutalon hoitohenkilökunta antoi luvan mittauksille niissä asunnoissa, joihin katsoi olevan soveliaa mennä. Lupien myötä onnistuimme saamaan kaksi yhtenäistä nousulinjaa, joista saimme mitattaviksi yhteensä 10 asuntoa, porraskäytävät, yhteiset sosiaalitalat sekä hoitohenkilökunnan tilat. Mäntsälässä mittauksen ajankohdat olivat

- lämpötilojen Wirepas-pitkäaikaissurveilla-antureiden asennus 26.3.2012
- kiinteistön vesikalusteiden vesivirtamittaukset 26.3.2012
- ilmavirtamittaukset huoneistot ja yleiset tilat sekä pesuhuone 2.4.2012

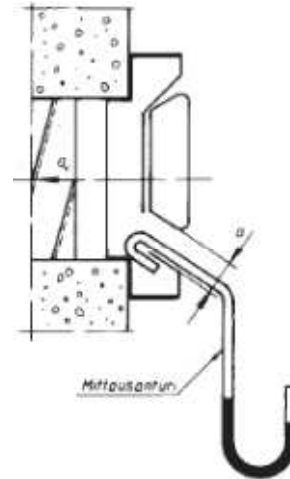
3.3 Ilmavirrat

Molemmissa kohteissa mitatut ilmavirrat päätelaitteilta ja liesikuvuilta mitattiin TSI Velocicalc Plus 8386-M -mittarilla (kuva 11). Mittarilla mitattiin päätelaitteilta paine-ero, jonka tarkkuudeksi mittarin valmistaja lupaa ± 1 Pa. Kohteissa noudatettiin standardin SFS 5512 mukaista menetelmää mittausanturille (kuva 12). [9, s. 3, 7.] Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan huoneistokohtaiset ilmavirrat saavat vaih-

della välillä ± 20 %. Hyväksyttävä poikkeama sisältää mittausepävarmuuden sekä mitaustuloksen poikkeaman. [10, s. 23.]



Kuva 11. Ilmavirtamittari, TSI Velocicalc 8386-M



Kuva 12. SFS 5512 -mittaus esimerkkikohteiden päate-elimelle

Loppukirissä mittaukset jouduttiin suorittamaan asuntojen ja päätelaitteiden määrän vuoksi useammalla käynnillä 19.3.–11.4.2012 välisenä aikana. Mittauksien yhteydessä ilmeni, että osassa asunnoista tuloilmaventtiilien päälle oli jälkikäteen asennettu erityinen peltikotelo (kuva 13) tuloilmavirran ohjaamista varten.



Kuva 13. Tuloilmapäätelaitteen päälle asennettu peltikotelo.

Osaan tuloilmaventtiileistä oli asennettu Parmair-äänenvaimennuspatruunoita (kuva 14), kuten LVI-työselostuksessa on selitetty. Osasta mitatuista tuloilmaventtiileistä tämä kuitenkin puuttui, ja muutama venttiiliin patruunan oli asentanut asukas itse ää-

nen ja vetoisuuden takia. Kohteen tuloilmaventtiilit ovat FläktWoodsin STH-venttiileitä ja poistoilmaventtiilit KSO-venttiileitä. Ilmavirtamittausten yhteydessä mitattiin myös tuloilman lämpötiloja.



Kuva 14. Äänenvaimennuspatruuna, Parmair

Mäntsälässä ilmavirtamittaukset suoritettiin 2.4.2012. Kohteessa mitattiin asunnoista ja porraskäytävästä poistoilmavirrat sekä yleisistä sauna- ja pesutiloista tulo- ja poistoilmavirrat. Kohteessa poistoilmaventtiilit ovat FläktWoodsin KSO-venttiileitä. Mittaukset suoritettiin kahdesta ilmastointihormilinjasta ja yhteensä kymmenestä asunnosta.

3.3.1 Sisälämpötilan, hiilidioksidipitoisuuden ja suhteellisen kosteuden mittaus

Molemmissa kohteissa suoritettiin lämpötilakerrostuma- sekä pitkäaikaisseurantamittaus sisälämpötiloille. Pitkäaikaisseuranta tapahtui Wirepas-mittausantureilla, jotka olivat noin viikon ajan mittauspisteissään. Wirepas-mittausanturit tuli asentaa mahdollisimman lähelle oleskeluvyöhykettä. Anturin sijoituspaikan valintaa rajoittivat kuitenkin muun muassa avoimet ikkunat, joista aurinko pääsi paistamaan huoneistoon sisään sekä seinän tai kaapin sijainti oleskeluvyöhykkeestä. Asunnoista mitattiin myös kertamittaukset lämpötilan kerrostumasta. Lisäksi mittarit, joissa oli hiilidioksidianturi, rajoittivat myös anturin sijoittamista tämän verkkoyhteyden takia. Kerrostumamittaukset suoritettiin standardin SFS 5511 ohjeiden mukaisesti, 0,1 metrin, 1,1 metrin ja 1,7 metrin korkeudelta. Huonelämpötilan mittauksen epätarkkuus saa olla enintään ± 1 °C, joka sisältää mittarin virheet sekä mittausepävarmuuden. [11, s.3–4] Molemmissa kohteissa tutkittiin pääasiallisesti asunnon sisälämpötilaa ja hiilidioksidipitoisuutta.

3.3.2 Vesivirrat

Käyttövesijärjestelmää tarkasteltiin mittaamalla molemmissa kohteissa eri vesipisteiden vedenkulutusta. Mittaukset suoritettiin Oraksen omalla vedenvirtaamamittarilla (kuva 15). Ensiksi virtaamamittari asetetaan hanan alle, minkä jälkeen lasketaan kulhoon vettä: näin mittarissa olevasta asteikosta nähdään hanan virtaama litraa/minuutti. Kohdeissa olevat vesikalusteet olivat Oraksen hanoja.



Kuva 15. Vedenvirtaamamittari, Oras

4 Kohteissa tehty tiedon keruu ja tulokset

4.1 Ilmavirrat, Mäntsälä

Poistoilmavirtamittaukset suoritettiin yhteensä kymmenestä asuinhuoneistosta sekä yleisistä tiloista ja käytäviltä. Taulukosta 1 nähdään toisen mitatun ilmastointihormin poistoilmavirrat. Suurimmassa osassa huoneistoja ja käytäviä ilmavirrat pysyvät Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 hyväksytyn poikkeaman alueella. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan huoneistokohtaisen ilmanvaihtuvuuden tulisi olla vähintään 0,5 1/h. Huoneistokohtaisten ilmavirtojen poikkeama hyväksytystä mitoitusarvosta saa vaihdella $\pm 20\%$. [10, s. 23.]

Kiinteistön kaikissa huoneistoissa on käytetty poistoilmaventtiileinä Fläkt Woodsin KSO-mallisia poistoventtiileitä.

Taulukko 1. Mäntsälän ilmavirtamittaukset, ensimmäisen mitatun ilmastointihormin poistoilmavirrat.

Tila	Pääte-laite	Avauma	Paine-ero	Mitattu ilmavirta [l/s]	Suunniteltu ilmavirta [l/s]	k-arvo	%
4.krs käytävä	KSO-100	+4	43	-15,1	-12	2,3	+25,6
3.krs käytävä	KSO-100	+2	35	-11,8	-12	2	-1,6
2.krs käytävä	KSO-100	+5,5	36	-13,8	-12	2,3	+15
1.krs käytävä	KSO-100	+1,5	33	-11,5	-12	2	-4,2
pohjakerros käytävä	KSO-100	-5	31	-7,8	-12	1,4	-35
G6/SH	KSO-100	-1	103	-19,3	-16	1,9	+20,5
G6/KK	KSO-100	-1	106	-19,6	-16	1,9	+22,2
G16/SH	KSO-100	-1	104	-19,4	-16	1,9	+21,1
G16/KK	KSO-100	-6	110	-14,7	-16	1,4	-8,2
G26/SH	KSO-100	-3	108	-14,5	-16	1,4	-9,1
G26/KK	KSO-100	-11	101	-9,0	-16	0,9	-43,5
G36/SH	KSO-100	+1	84	-17,41	-16	1,9	+8,8
G36/KK	KSO-100	+10	95	-27,29	-16	2,8	+70,5
G2/SH	KSO-100	+10	37	-17,03	-16	2,8	+6,4

Taulukosta yksi voidaan nähdä huoneistojen G36 ja G26 KK poistoilmavirtojen kohdalta, että osa venttiileistä poikkesi suunnitelluista ilmavirroistaan ja asetusarvoistaan. Näiden venttiilien ilmavirrat poikkeavat Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 hyväksytystä huoneistokohtaisesta vaihteluvälisestä ± 20 %.

Poistoilmavirrat laskettiin kullekin päätelaitteelle k-arvon sekä paine-eron avulla alla olevalla kaavalla yksi.

$$qv = k * \sqrt{\Delta p} \quad (1)$$

jossa

- qv on tilavuusvirta, [l/s]
- k on Fläkt Woodsin taulukosta saatu avaumaa vastaava k-arvo
- Δp on päätelaitteelta mitattu paine-ero, [Pa]

Päätelaitteen avauma katsotaan joko tavallisella rullamitalla, jossa mitan millimetrit kertovat venttiin avauman, tai käyttäen vaihtoehtoisesti avauman mittaukseen tarkoitettua Haltonin mittaustyökälua (kuva 16).



Kuva 16. Venttiilin avauman mittaukseen tarkoitettu mittaustyökalu, Halton. [12.]

K-arvo katsottiin FläktWoodsin ilmavirtojen mittaus- ja säätöoppaasta (kuva 17) avauman perusteella. Esimerkiksi päätelaitteen -10 (mm) avaumalla kerroin k on 1,0.

KSO-100 a	k
-15	0,5
-12	0,8
-10	1,0
-5	1,4
0	1,9
5	2,3
10	2,8

KSO-125 a	k
-10	1,5
-5	2,1
0	2,7
5	3,3
10	4,0

Kuva 17. K-arvo-taulukko KSO-100 ja KSO-125 poistoilmaventtiilille, jossa ensin venttiilin avauma (a) ja vastaava k-arvo (k), Fläkt Woods

Taulukko 2. Mäntsälän ilmavirtamittaukset, toisen mitatun ilmastointihormin poistoilmavirrat.

Tila	Pääte-laite	Avauma	Paine-ero	Mitattu ilmavirta [l/s]	Suunniteltu ilmavirta [l/s]	k-arvo	%
G12/SH	KSO-100	+8	24	-12,74	-16	2,6	-20
G12/KK	KSO-100	+10	8	-7,35	-16	2,6	-54
G22/SH	KSO-100	+8	34	-15,16	-16	2,6	-5
G22/KK	KSO-100	+7	15	-9,68	-16	2,5	-39
G32/SH	KSO-100	+5	39	-14,36	-16	2,3	-10
G32/KK	KSO-100	+10	16	-10,40	-16	2,6	-35
G42/SH	KSO-100	-1	32	-10,75	-16	1,9	-33
G42/KK	KSO-100	+5	22	-10,79	-16	2,3	-33
Osuustien tiimi	KSO-125	+5	25	-16,50	-30	3,3	-45
Hoitajien huone KK	KSO-100	+10	12	-9,01	-16	2,6	-44
Hoitajien huone WC	KSO-100	+10	15	-10,07	-16	2,6	-37

Taulukossa 2 on toinen mitattu ilmastointihormi. Taulukosta voidaan todeta, että mitatut poistoilmavirrat poikkeavat suunnitelluista ilmavirroista selvästi. Poistoilmavirtojen poikkeavuuteen vaikuttaa varmasti ilmastoinnin epätasapainoisuus. Syynä voi olla myös katolla sijaitsevan huippuimurin sähkökytkentä, joka pyörittää moottoria väärinpäin. Jos koneen moottori pyörii väärään suuntaan, ilmastointihormi kyllä vetää, mutta ilmavirrat jäävät hyvin pieniksi. Huippuimurin pyörintäsuuntaa ei kuitenkaan päästy tarkistamaan turvallisuussyiden takia: katolla oli liikaa lunta. Koneen toimivuuden tarkastamisesta annettiin tarkistuskehoitus kiinteistön huoltomiehelle.

Mittausten perusteella todettiin, että ilmastointijärjestelmä tulisi tasapainottaa ja säätää. Toimivuuden kannalta ilmastointikanavisto kaipaa nuohousta. Liitteestä 1 nähdään kaikkien ilmavirtamittausten tulokset.

4.2 Vesivirrat, Mäntsälä

Kohteen vesivirtamittaukset suoritettiin samanaikaisesti lämpötilojen pitkäaikaisseurattamittareiden asennuksen yhteydessä samaisista huoneista. Kiinteistön kaikissa asunnoissa oli yksiotehanat niin keittiöissä kuin pesuhuoneiden suihkuissa ja pesualtaissa. Taulukosta 3 voidaan katsoa mitattujen vesipisteiden vesivirtaamia. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaan mitoitusvirtaamat ovat suihkulle $12 \text{ dm}^3/\text{min}$ ja keittiölle ja pesualtaalle $6 \text{ dm}^3/\text{min}$. [13, s. 35.] Kiinteistössä oli alkuperäiset WC-istuimet, joissa huuhtelultaan tilavuus on yhdeksän litraa ja joissa on vain yksiotehuuhtelu. WC-istuimia ei mitattu millään mittarilla, mutta vanhoissa malleissa huuhtelu on suunnilleen näin suuri.

Taulukko 3. Vesivirtamittaukset, Mäntsälä

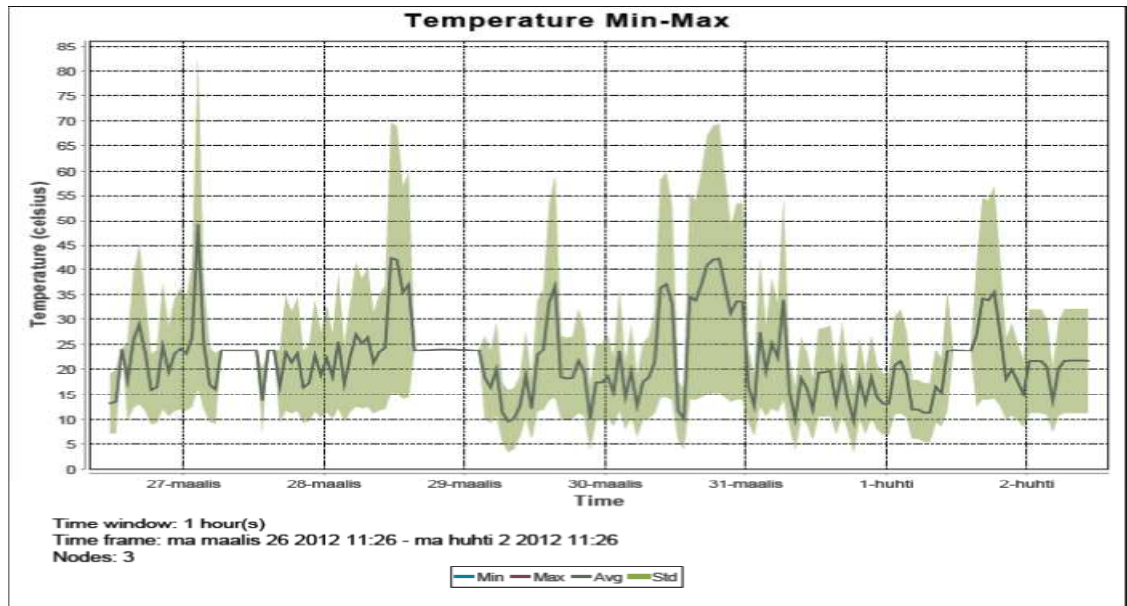
Mäntsälän mittaukset 26.3.2012						
Huone	Virtaama AP (dm ³ /min)	Tila	Virtaama PA (dm ³ /min)	Tila	Virtaama S (dm ³ /min)	Tila
2	10	Keittiö	13	WC	12	Suihku
22	9	Keittiö	11	WC	12	Suihku
32	14	Keittiö	10	WC	12	Suihku
42	11	Keittiö	9	WC	11	Suihku
Osuustien Tiimi	15	Keittiö				
1	13	Keittiö	11	WC	12	Suihku
6	11	Keittiö	11	WC	12	Suihku
16	12	Keittiö	8	WC	5	Suihku
26	10	Keittiö	10	WC	12	Suihku
36	13	Keittiö	7	WC	11	Suihku

Taulukon 3 AP (astianpesuallas) ja S (suihku) vesivirtamittausten perusteella voidaan todeta, että hanojen virtaamat ovat sen verran lähellä normivirtaamia, että hanojen suuttimien puhdistuksilla virtaamat saataisiin kohdilleen. Mittaustulosten perusteella PA (pesuallas) -virtaamia tulisi pienentää. Huoneiston numero 16 suihkun virtaama on alhainen, joten se tulisi tarkastaa uudelleen. Tulisi myös tarkistaa, onko hanojen virtaamarajoituksia syytä muuttaa ja ovatko hanojen poresuuttimet vain tukkoisia. WC-istuinien uusiminen huuhtelultaan pienempään malliin lisäisi säästöä vedenkulutuksessa. Uudet WC-istuimet kuluttavat vettä huuhteluun yhdellä huuhtelukerralla noin 3–6 litraa.

4.3 Sisälämpötilojen, hiilidioksidipitoisuuden ja suhteellisen kosteuden mittaus, Mäntsälä

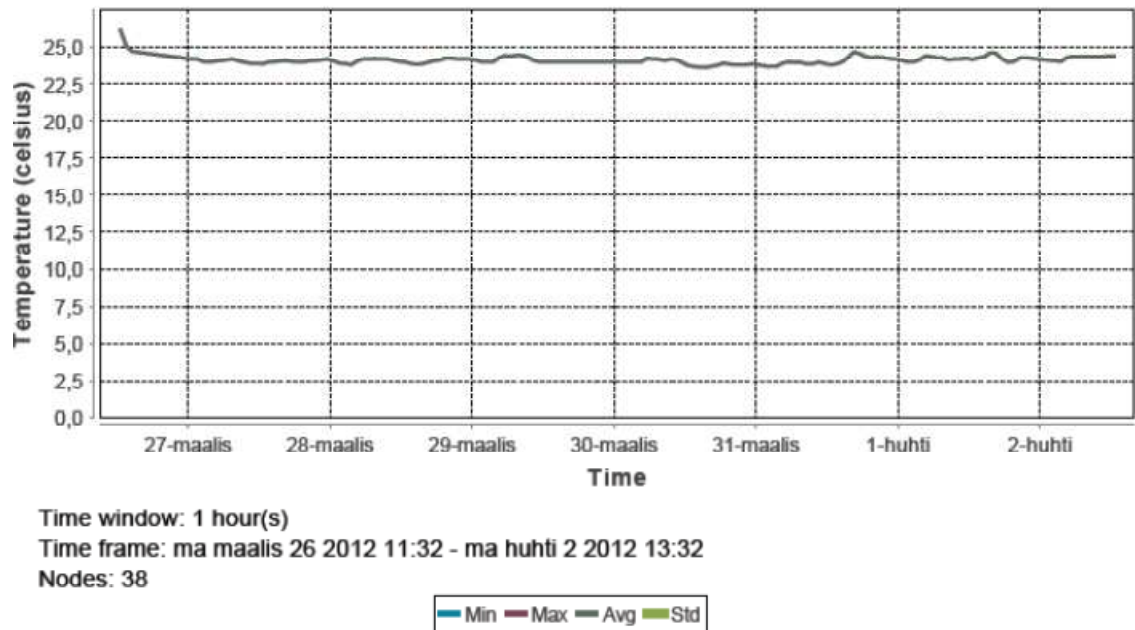
Sisälämpötilojen, hiilidioksidipitoisuuksien sekä suhteellisen kosteuden seurantamittaukset sijoituivat maaliskuuhun taitteelle 26.3.–2.4.2012. Seurantamittareita asennettiin yhteensä 12 kappaletta. Huoneistoihin asennettiin kahdeksan kappaletta mittareita. Muut neljä mittaria asennettiin yhteiseen kahvitilaan ja henkilökunnan tiloihin. Samalla tehtiin pistokokeena lämpötilojen kerrostumamittaus.

Lämpötilojen pitkäaikaisseurantamittauksista voitiin todeta, että huoneistojen sisälämpötilat olivat huomattavan korkeita. Joissakin huoneistoissa mittauksilla saaduilla tiedoilla lämpötilavaihtelu oli todella suurta: noin 10 °C:sta noin 40 °C:seen. Kuvasta 18 nähdään erään huoneen lämpötilavaihtelu.



Kuva 18. Yhden huoneiston lämpötilan pitkäaikaisseurantamittaus, Mäntsälä

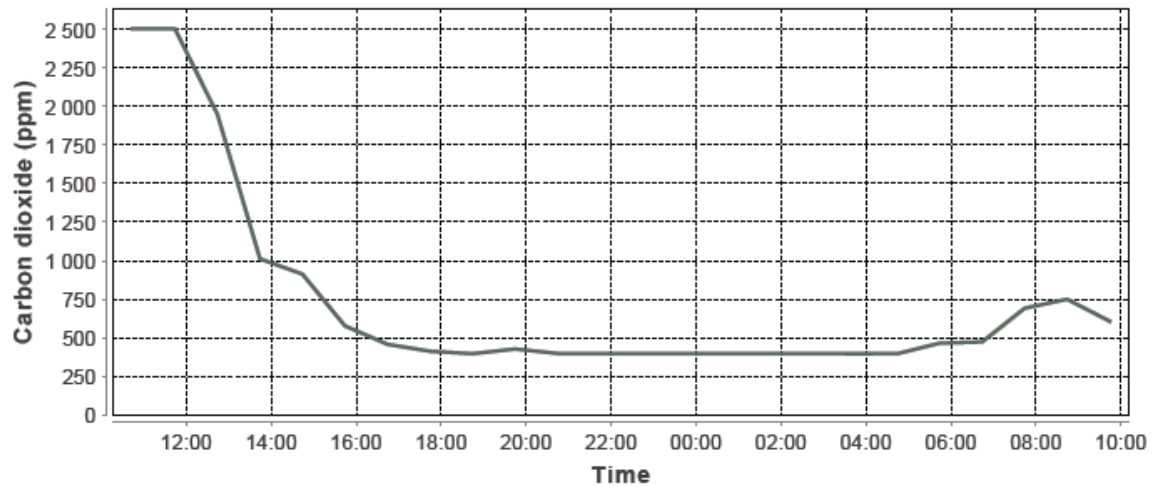
Lämpötilan suureen vaihteluun on saattanut vaikuttaa auringonpaiste lämpötila-anturiin sekä huoneiston tuuletus korkean sisälämpötilan takia. Onnistuneiden sisälämpötilamittauksien tuloksilla huoneistoissa, joissa mittauksen aikana ei ole tuuletettu voidaan todeta huoneistojen sisälämpötila korkeaksi. Kuvassa 19 nähdään tuulettamattoman huoneiston sisälämpötilakäyrä. Käyrästä nähdään, että sisälämpötila pysyy noin 24–25 °C:n lämpötilassa.



Kuva 19. Tuulettamattoman huoneiston lämpötilakäyrä, Mäntsälä

Asumisterveysohjeen 2003 mukaan hiilidioksidipitoisuuden määrä on haitallinen, jos pitoisuus ylittää $2\,700\text{ mg/m}^3$ (1500 ppm). Silloin on ilmanvaihtoa tehostettava. Asumisterveysohjeen mukaan tyydyttävänä hiilidioksidipitoisuutena voidaan pitää arvoa 1 200 ppm. [14, s. 63.]

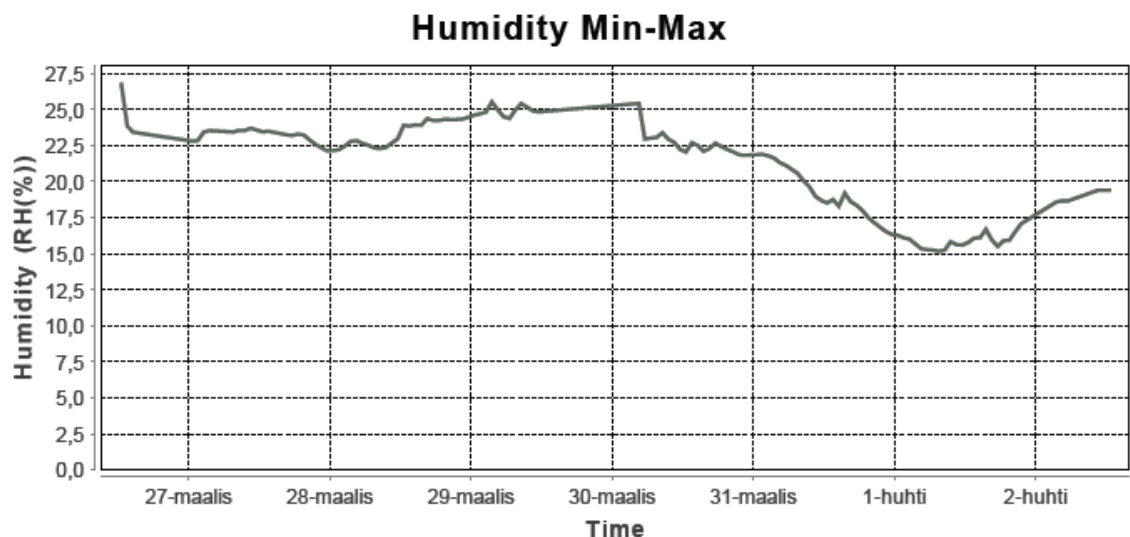
Hiilidioksidipitoisuuden mittaus suoritettiin henkilökunnan sosiaalityötiloista sekä kiinteistön yhteisestä kahvitilasta. Kuvassa 20 nähdään kahvitilan hiilidioksidipitoisuuden käyrä erään asukkaan syntymäpäiväkahvien aikana, jolloin tilassa oli noin 30 henkilöä. Huoneiston hiilidioksidipitoisuus arvo nousee hetkellisesti jopa arvoon 2 500 ppm.



Kuva 20. Kahvitilan hiilidioksidipitoisuus synttärikahvien aikaan, Mäntsälä

Kuvan 20 käyrästä voidaan todeta, että korkean hiilidioksidipitoisuuden ollessa hetkellistä riittävä korvausilman saanti saadaan ikkunatuuletuksen avulla.

Asumisterveysohjeen 2003 mukaan ilman suhteellisen kosteuden tulisi olla noin 20–60 %. Mikäli muut asumisen terveydelliset edellytykset täyttyvät, näistä arvoista poikkeamista ei pidetä terveyshaittana. Huoneilman kostuttamista tulisi aina välttää. [14, s. 16] Suhteellisen kosteuden mittaus suoritettiin vain yhdestä huoneistosta. Huoneiston suhteellinen kosteus pysyi asumisterveysoppaan suositusten alarajoissa (kuva 21).



Kuva 21. Suhteellisen kosteuden mittaus, Mäntsälä

4.4 Ilmavirrat, Loppukiri

Loppukirin ilmavirtamittauksia tehdessä useampi asukas valitteli tuloilmavirran olevan liian ”vetoisa”. Näin ollen muutamalla asukkaalla, joiden asunnot pääsimme mittaamaan, oli makuuhuoneissa asennettu tuloilmaventtiin päälle pelti (kuva 13) ohjaamaan tuloilmavirtaa pois päin sängyistä. Osassa asunnoista oli myös asukkaiden itse asentamia äänenvaimennuspatruunoita tuloilmaventtiileissä.

Mittauksien perusteella todettiin tuloilmavirtojen kuitenkin olleen sallituissa poikkeamisasetettuihin huoneistokohtaisiin suunnitteluarvoihin nähden ± 20 %. Taulukosta 4 nähdään tuloilmavirtamittauksien tuloksia.

Taulukko 4. Tuloilmavirtamittaukset, Helsingin Loppukiri

Tuloilmavirta			Mittauspäivä: 19.3.2012				Mittauskerta: 1		
Asunto/Tila	Elin	Koko	Sijainti	T, tuloil. °C	Pa	Avauma	Mitattu (Suunniteltu) l/s	poikkeama Huonekoht. %, huomioita	
A 3	Sth	125	OH	22,7	10	8	18,3 (20)		
A 3	Sth	125	MH	-	11	5,5	12,8 (15)		
A 3	Sth	100	Keittiö	-	9	6,5	8,6 (12)	-16,6%	
A 4	Sth	125	MH	-	24	3	10,3 (15)		
A 4	Sth	125	ET/OH	23,2	17	9	26,4 (20)	+4,9%	
A 12	Sth	125	OH	-	8	6,5	13,2 (15)		
A 12	Sth	125	MH	21,5	9	9	19,2 (15)	+8,0%	
A 16	Sth	125	OH	23,2	8	9	18,1 (20)		
A 16	Sth	125	MH	-	9	6,5	14 (15)	-8,3%	
A 17	Sth	125	OH	22,1	10	9	20,2 (20)		
A 17	Sth	125	MH	-	8	6,5	13,2 (15)	-4,6%, Säleikön edessä pelti	
A 20	Sth	125	OH	-	9	9	19,2 (20)		
A 20	Sth	100	MH	-	7	8	9 (12)	-11,9%	
A 21	Sth	125	OH	21,8	12	9	22,2 (20)		
A 21	Sth	125	MH	-	16	5	14 (15)		
A 21	Sth	100	Keittiö	-	16	5	8,8 (12)	+4,4%	
A 23	Sth	125	OH	21,8	9	9	19,2 (20)		
A 23	Sth	125	MH	-	10	6,5	14,7 (15)	+3,1%	
A 24	Sth	125	OH 1	-	11	6,5	15,4 (15)		
A 24	Sth	125	OH 2	21,7	9	6,5	14 (15)		
A 24	Sth	125	MH	-	11	6,5	15,4 (15)	0,4%	
A 25	Sth	125	OH	21,8	16	5	14 (10, suunn 100mm)		
A 25	Sth	100	MH	-	14	5	8,2 (10)		
A 25	Sth	100	Keittiö	-	14	5	8,2 (15, suunn 125)	-13,1%	
A 28	Sth	125	OH	22,1	8	9	18,1 (20)		
A 28	Sth	125	MH	-	7	9	17 (15)	+0,3%	

Asuntojen liesituulettimista saadut poistoilmavirrat jäivät osassa asunnoista kauaksi suunnitelluista ilmavirroista. Kiinteistön A-portaan mitattujen asuntojen liesikupujen ilmavirrat olivat hieman lähempänä suunniteltuja arvoja, kun taas B-portaan liesikupujen ilmavirrat poikkesivat enemmän suunnitelluista arvoista.

Ilmavirtoja mitattaessa mitattiin perusilmanvaihdon aikaisia ilmavirtoja. Tehostustilanne jätettiin kokonaan mittaamatta. Tehostus saadaan päälle liesikuvun kytkimestä. Taulukoista 5 ja 6 voidaan tarkastella liesikuvuista saatuja ilmavirtoja.

Taulukko 5. Liesituulettimien ilmavirtoja A-porras, Helsingin Loppukiri

Poistoilmavirta			Mittauspäivä: 19.3.2012			Mittauskerta: 1	
Asunto/Tila	Elin	Koko	Sijainti	Avauma	Pa	Suunniteltu (norm./te)	Poikkeama %
A 3	KTLAV	-		10	35	10 , (20/30)	-50,0%
A 3	KSO	125	Suihku	+3	35		
A 3	KSO	125	WC	+2	40		
A 4	KTLAV	-		10	112	17,5 , (20/30)	-12,5%
A 4	KSO	125	WC	-2	99		
A 4	KSO	100	VH	-14	72		
A 12	KSO	125	Suihku	-3	91		
A 12	KSO	125	WC	-4,5	101		
A 12	KTLAV			10	85	15,5 , (20/30)	-22,5%
A 16	KTLAV			10	97	16,5 , (20/30)	-17,5%
A 16	KSO	125	Suihku	-3	124		
A 16	KSO	100	VH	-14	126		
A 17	KTLAV			10	55	12,5 , (20/30)	-37,5%
A 17	KSO	125	WC	+3	46		
A 17	KSO	100	VH	-13,5	70		
A 20	KTLAV			10	83	15,5 , (15/25)	+3,3%
A 20	KSO	125	WC	-4	111,5		
A 21	KTLAV			10	45	11 , (20/30)	-45,0%
A 21	KSO	125	WC	+1	55		
A 21	KSO	125	Suihku	+1	48		
A 23	KTLAV			10	60	13 , (20/30)	-35,0%
A 23	KSO	125	Suihku	+4	60		
A 23	KSO	100	VH	-11	64		
A 24	KTLAV			10	86	15,5 , (20/30)	-22,5%
A 24	KSO	125	WC	-4	98		
A 24	KSO	125	Suihku	-4	98		
A 25	KTLAV			10	41	≤11 , (20,30)	-45,0%
A 25	KSO	125	WC	+6,5	50		
A 28	KTLAV			10	55	12,5 , (20/30)	-37,5%
A 28	KSO	125	WC	-1	44		
A 28	KSO	100	VH	0	51		

Taulukko 6. Liesituulettimien ilmavirtoja B-porras, Helsingin Loppukiri

Poistoilmavirta			Mittauspäivä: 20.3.2012			Mittauskerta: 1	
Asunto/Tila	Elin	Koko	Sijainti	Avauma	Pa	Suunniteltu (norm./te)	Poikkeama %
B 31	KT LAV			10	8	≤5 , (15/25)	-66,7%
B 31	KSO	125	Suihku	+8	22		
B 37	KT LAV			10	20	8 , (15/25)	-46,7%
B 37	KSO	125	WC	+10	21		
B 41	KT LAV			10	50	12 , (20/30)	-40,0
B 41	KSO	125	Suihku	-2	58		
B 41	KSO	125	WC	-2	65		
B 42	KT LAV			10	71	14 , (15/25)	-6,7%
B 42	KSO	125	Suihku	-3	102		
B 47	KT LAV			10	42	≤11 , (20,30)	-45,0%
B 47	KSO	100	VH	-4,5	43		
B 47	KSO	125	WC	-3,5	52		
B 47	KSO	125	Suihku	-4	42		
B 53	KT LAV			10	55	12,5 , (20/30)	-16,7%
B 53	KSO	125	Suihku	+7,5	50		
B 56	KT LAV			10	62	13 , (15/25)	-13,3%
B 56	KSO	125	Suihku	-2	82		
B 57	KT LAV			10	42	11 , (15/25)	-26,7%
B 57	KSO	100	Suihku	+1	48		
B 57	KSO	100	WC	+1	50		
B 58	KT LAV			10	44	11 , (20/30)	-45,0%
B 58	KSO	100	Suihku	+4,5	28		
B 58	KSO	100	WC	+6,5	39		

4.5 Epäonnistuneet ilmavirtamittaukset

Saatuamme valmiiksi asuntojen tulo- ja poistoilmavirtamittaukset viimeisissä mittauksissa tuli vastaan asukkaan itse asentamia äänenvaimennuspatruunoita, jotka oli asennettu poistoilmaventtiileihin. Asukkaan tietojen ja kuulemisen mukaan heille olisi ohjeistettu äänenvaimennuspatruunoiden asentaminen. Mittauksien aikana tarkastelimme vanhoja mittaus- ja säätöpöytäkirjoja, mutta näissä ei ilmennyt poistoilmaventtiileihin kuuluvia Parmair-äänenvaimennuspatruunoita.

Poistoilmaventtiilit, joihin kuuluu äänenvaimennin, oli merkitty pöytäkirjoihin tavallisina KSO-poistoilmaventtiileinä. Ilmanvaihdon luovutusasiakirjoissa ei ollut teknisiä tietoja äänenvaimennuspatruunoista. Lisäksi osassa poistoilmaventtiileistä, joissa patruuna olisi kuulunut olla, ei patruunaa ollut. Venttiilien tiedoista ei ollut varsinaista laiteluetteloa. Asia ilmeni 7. kerros ja vesikatto -kuvaan tehtyyn piirustuksen merkintöjäkohdasta. Poistoilmavirtamittaukset eivät olleet luotettavia, koska jo mitatuista venttiileistä ei ollut varmuutta siitä, missä patruuna oli eikä asiaa pystytty selvittämään ajan puutteen vuoksi; asia huomattiin vasta mittauksien lopussa.

4.6 Vesivirrat, Loppukiri

Kohteen vesivirtamittaukset suoritettiin 12.3.2012 samanaikaisesti lämpötilojen pitkäaikaisseurantamittareiden asennuksen yhteydessä samaisista huoneista. Kiinteistön kaikissa asunnoissa oli yksiotehanat niin keittiöissä kuin pesuhuoneiden suihkuissa ja pesualtaissa. WC-istuimet olivat kaksoistointahuuhtelulla toimivia istuimia. Mittaukset suoritettiin Oraksen vesivirtamittarilla mitattujen huoneistojen kaikista vesipisteistä. Mitattavia vesipisteitä huoneistoissa olivat keittiö, pesuallas ja suihku. Taulukossa 7 on esitetty vesivirtamittauksien tulokset.

Taulukko 7. Vesivirtamittauksien tulokset, Helsingin Loppukiri

Vesivirtamittaus, tulokset			Mittauspäivä: 12.3.2012	Mittauskerta: 1	
Asunto	qv (l/min), Keittiö	qv (l/min), Suihku	qv (l/min), Pesuallas wc	qv (l/min), jokin muu	Mikä?/ muita huom.
A 4	10,0	Mittari ei riittänyt	13,0		
A 12	10,0	Mittari ei riittänyt	10,0		
A 16	11,0	Mittari ei riittänyt	9,0		
A 17	10,0	Mittari ei riittänyt	10,0		
A 20	11,0	Mittari ei riittänyt	10,0		
A 21	11,0	Mittari ei riittänyt	9-10,0		
A 23	10,0	Mittari ei riittänyt	10,0		
A 24	9,0	Mittari ei riittänyt	9,0		
A 28	11,0	Mittari ei riittänyt	10,0		
B 31	12,0	Mittari ei riittänyt	14,0		
B 42	11,0	Mittari ei riittänyt	11,0		
B 47	12,0	Mittari ei riittänyt	10,0		
B 53	11,0	Mittari ei riittänyt	10,0		
B 56	10,0	Mittari ei riittänyt	10,0		
B 57	6,0 ok erik. hana	Mittari ei riittänyt	10,0		Oras ventura liiketun.
B 58	10,0	Mittari ei riittänyt	6,0		
Pesula				14-15,0	Laskuallas
wc m alak.			10,0	13,0	Laskuallas
allas alak. wc väli			10,0		
varasto/jätetila				11,0	Laskuallas
Sauna (A-prh)			10,0		

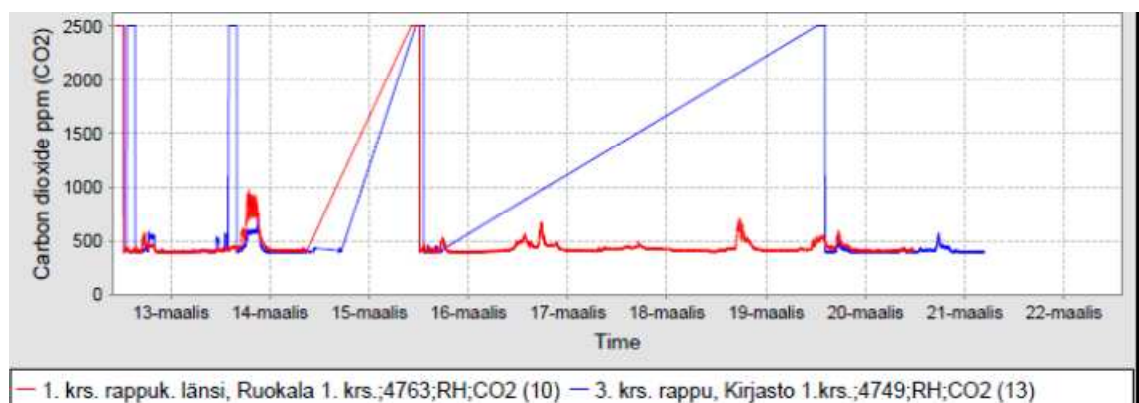
Tuloksia tarkasteltaessa voidaan huomata, että keittiöhanat ovat Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaisia: mitoitusvirtaama keittiön hanalle 12 dm³ /min. Suihkun laskuhanaa mitattaessa Oraksen virtaamamittari ei riittänyt mittaamaan vesivirtaa hanan liian suuren virtaaman takia. Pesualtaan virtaamat olivat lähes järjestään 10 dm³ /min, joten arvo ylittää SRMK:n osan D1 määräyksen 6 dm³ /min. Tuloksien perusteella pesualtaan hanojen virtaamia olisi hyvä säätää.

4.7 Sisälämpötilojen, hiilidioksidipitoisuuden ja suhteellisen kosteuden mittaus, Helsingin Loppukiri

Sisälämpötilojen, hiilidioksidipitoisuuden sekä suhteellisen kosteuden seurantamittaukset suoritettiin 12.3.–22.3.2012.

Suhteellisen kosteuden mittaus jäi kohteessa vähäisemmälle tarkastelulle arvojen pysyessä Asumisterveysohjeen 2003 raja-arvoissa 20–60 %.

Kohteen hiilidioksidipitoisuudet pysyivät normaalikäytössä alle 1 200 ppm:n, joka on asumisterveysohjeen mukaan tyydyttävä arvo sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle. Hiilidioksidin nousut ja piikit sijoittuvat yhteisiin tiloihin, kuten ruokalaan, niiden ollessa illalla ahkerassa käytössä. Kuvassa 22 on esimerkki hiilidioksidipitoisuuden mittaustuloksista. Kuvassa olevat äkilliset nousut johtuvat mittausantureiden yhteyden katkoksista mittausverkkoon. Tästä huolimatta kuvasta pystytään seuraamaan tilojen käyttöä.



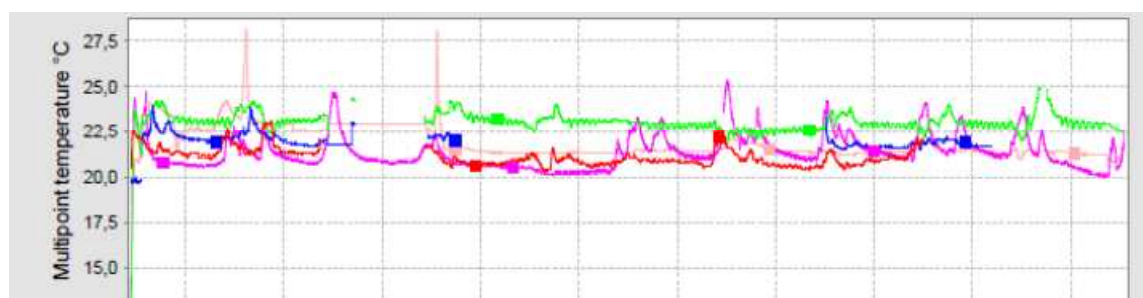
Kuva 22. Hiilidioksidipitoisuuden mittaus, Helsingin Loppukiri

Sisälämpötilan pitkäaikaisseurantamittauksien mittausantureiden asennus tapahtui 12.3.2012. Samalla suoritettiin myös sisälämpötilojen kerrostumamittaukset. Lämpötilamittauksilla seurattiin lämpötilan kerrostumaa asuinhuoneistoissa. Kertaluontoinen kerrostumamittaus suoritettiin kolmelta eri korkeudelta 0,1 metrin, 1,1 metrin ja 1,7 metrin korkeuksilta. Sisälämpötila jakautui erittäin tasaisesti huoneistoissa kun asuntojen välillä lämpötilaerot olivat hieman suurempia. Taulukosta 8 voidaan tarkastella eri huoneistojen lämpötilakerrostumia.

Taulukko 8. Lämpötilakerrostuman mittaustulokset, Helsingin Loppukiri

Lämpötila, kerrostuma			Mittauspäivä: 12.3.2012		Mittauskerta: 1		
Asunto	Huone	Mittauspaikat (+kellonaika)	Ihm. Lkm	0,1m (t/Rh)	1,1m (t/Rh)	1,7m (t/Rh)	
A 4	mh	Klo 10.45	1	23,6	23,6	23,6	
	oh	Klo 10.45	3	23,6	23,5	23,5	
A 12	oh	Klo 10.55	3	23,6	23,6	23,6	
	mh	Klo 10.55	1	23,8	23,8	23,6	
A 16	oh	Klo 11.30, Ainoastaan OH patteri päällä	3	23,1	23,0	23,0	
	mh	Klo 11.30 Patterit mh ja oh eivät päällä	1	22,9	22,9	22,8	
A 17	mh	Klo 11.15	1	23,1	23,1	23,2	
	oh	Klo 11.15	3	23,5	23,5	23,6	
A 17	et	Klo 11.15	3	23,7	23,7	23,7	
B 31	mh	Klo 12.10	3	22,2	22,3	22,4	
	oh	Klo 12.10	3	24,1	24,2	24,2	
B 42	oh	Klo 12.55 (huoneiston keskus)	4	23,1	23,2	23,2	
B 47	oh	Klo 13.05	3	24,6	24,6	24,6	
	mh	Klo 13.05	1	24,2	24,2	24,2	
B53	oh	Klo 13.30	2	23,6	23,6	23,6	
	mh	Klo 13.30	2	23,6	23,6	23,6	
B 56	oh	Klo 13.25	2	22,4	22,5	22,5	
B 57	oh	Klo 13.50 (iso patteri pois päältä sohvan tak	3	24,8	24,8	24,8	
	mh	Klo 13.50	1	24,7	24,7	24,6	
B 58	oh	Klo 13.45	4	23,7	23,7	23,7	
	mh	Klo 13.45	1	24,7	24,7	24,7	

Wirepas-seurantamittarit asennettiin mahdollisimman lähelle oleskeluvyöhykettä noin 1,1 metrin korkeuteen mahdollisuuksien mukaan. Kuvassa 23 on esitetty pitkäaikais-seurannan lämpötilamittauksien avulla saatuja tuloksia. Kuvassa näkyvät lämpötilapiikit ovat toimistohuoneesta mitattuja lämpötiloja. Muiden tilojen lämpöpiikit johtuvat asukkaiden yhteisten tilojen yhtäaikaisesta käytöstä.



Kuva 23. Lämpötilan pitkäaikaisseuranta mittaustuloksia, Helsingin Loppukiri

5 Investointikustannuslaskelmat

Tässä luvussa on esitelty ryhmän jäsenten ja ohjaavien opettajien kanssa yhdessä läpikäytyjä sekä jatkoa ajatellen tärkeimpinä katsottujen parannusehdotuksien kustannusarvioita. Parannusehdotukset on määritelty kiinteistöjen energiansäästöjä ja asuinviihtyvyyttä ajatellen. Kustannuslaskelmissa on käytetty arvonlisäverona 23 %.

5.1 Mäntsälän parannusehdotukset ja ehdotuksien kustannuslaskelmat

Mäntsälän kohteessa päädyimme seuraaviin parannusehdotuksiin:

- Ilmastointijärjestelmän tasapainotus ja säätö sekä toisen huippuimurin kytkennän tarkastus
- WC-istuimien huuhtelun pienentäminen.

Laskelmat:

1. Ilmastointi

Ilmastoinnin tasapainotus ja säätötyö noin 70 €/asunto + alv 23 % =
86,10 €/asunto

Huoneistojen lukumäärä:

44 asuntoa + 6 yleiset tilat = 50 asuntoa

Kokonaishinta säätötyölle:

50 as. x 86,10 €/as. = 4 305 €

2. WC-istuimen huuhtelu

WC-istuinten määrä 45 kpl

Työn määrä noin ½ h/WC-istuin, työn hinta noin 52 € / h + alv. 23 % =
63,96 €/h

Kokonaishinta työlle:

$$45 \text{ kpl} \times (63,96 \text{ €/h} \times \frac{1}{2} \text{ h}) = 1439,10 \text{ €}$$

5.2 Helsingin Loppukirin parannusehdotukset ja ehdotuksien kustannuslaskelmat

Helsingin Loppukirissä päädyimme seuraaviin parannusehdotuksiin:

- IV-koneiden käyntiaikojen tarkistus
- ilmavirtojen säätäminen ja IV-verkoston tasapainotus
- TK1/PK1 pakkastilanteen tehorojoituksen (ilmavirran pienentäminen) ohjelmointi
- TK1/PK1 yölämpötilan pudotustoiminnon ohjelmointi (passiivisen jäähdytyksen käyttö)
- LTO-toiminnon korjaus TK4/PK4 sekä LTO-toiminnon tarkkailu valvontajärjestelmällä
- 1. krs:n ja yleisten tilojen IV-koneen TK2/PK2 tehostuskytkimen asentaminen esim. viikonloppuisin olevien tapahtumien vuoksi
- ilmamäärän seuranta TK/PK1 (ilmavirtamittari Recair).

Laskelmat:

Ilmastoinnin säätötyö noin 70 €/asunto + alv. 23 % = 86,10 €/asunto

Huoneistojen lukumäärä:

- 56 asuntoa + 15 yleisiä tiloja = 71 asuntoa

Kokonaishinta säätötyölle:

- 71 asuntoa x 86,10 €/asunto = 6113,10 €

Ilmamäärien seuranta (työn hinnaksi arvioitu 52 € + alv.23%)

- moduulin lisäys 176 €
- kaapelointi 4 h työtä
- ohjelmointi 1 h työtä
- painelähtetimet 220 €/kpl, tarvitaan 2 kpl
- yhteensä 176 € + (5 h x 63,96 €) + (2 x 220 €) = 358,8 €

Virtaviestinä, menee samalla kaapeloinnilla painehälyttimien kanssa

- taajuudet
- sähköteho
- 250 €/kpl, tarvitaan 2 kpl = 500 €

LTO kesällä käyntiin TK/PK 1,2

- ohjelmointia 1 h = 63,96 €

Yötuuletusta ei ole, mutta onnistuu

- ohjelmointia 1 h = 63,96 €

1. krs:n ja yleisten tilojen IV-koneen TK2/PK2 tehostuskytkimen asentaminen, esimerkiksi viikonloppuisin olevien tapahtumien vuoksi

- Arviolta noin 250–350 €, riippuen asennettavien sähkökaapelien pituudesta

Ilmamäärän seuranta TK1/PK1

- Ilmavirtamittari Recair, hinta noin 300 €/kpl. Tarvitaan kaksi kappaletta.
- Asennustyöt noin 2 tuntia, (52 €/h + alv. 23 %).
- Hinta yhteensä 600 € + (63,96 €/h x 2 h) = 727,92€

Asennusten laskelmissa käytetyt hinnat ovat arvioita, jotka on saatu luotettavilta talotekniikka urakoitsijoilta. Helsingin Loppukirin ilmastoinnin ohjelmointi ja asennustöiden arvioidut tuntimäärät sekä laitteiden hinnat on saatu kohteen automaatio suunnittelijoilta. Laitteiden sekä materiaalien hinnat riippuvat myös tavarantoimittajien hinnoista kyseisellä hetkellä.

Mäntsälän Osuustiellä tarkasteltiin lisäksi kahden eri lämpöpumppuratkaisun soveltuvuutta lämmitysjärjestelmän tukijärjestelmäksi, mutta tämä osuus on rajattu tästä opinäytetyöstä pois. Tarkastelun kohteina olleet järjestelmät olivat ilmavesilämpöpumppu sekä poistoilmalämpöpumppu.

6 Yhteenveto

Metropolia Ammattikorkeakoulu on osallisena Euroopan unionin rahoittamassa Hyvinvointi- ja energiatehokkuutta asumiseen -projektissa (HEA). HEA-projekti on pitkäkestoinen eri ammattikorkeakoulujen ja yliopistojen yhteistyössä tehtävä hanke. Tässä

työssä perehdyttiin kahteen *pilot*-kohteeseen: Helsingin Arabianrannassa sijaitsevaan Loppukirin-asuinyhteisöön sekä Mäntsälässä Osuustien vanhustentaloon. Molemmissa kohteissa työ perustuu hankkeista saatuihin tuloksiin.

Helsingin Loppukiri on vuonna 2006 valmistunut 7/6-kerroksinen kerrostalo, joka on jaettu kahteen portaaseen. Rakennus sisältää 58 asuinhuoneistoa sekä yleiset tilat. Asukkaiden yhteistoiminnalla, aktiivisuudella ja vastavuoroisella auttamisella pyritään pitämään heidän fyysistä kuntoaan sekä mielenvireyttään yllä, jotta kotona asuminen onnistuisi mahdollisimman pitkään.

Toinen kohteista oli Mäntsälän pilotti, Osuustien vanhustentalo, joka on vuonna 1985 rakennettu viisikerroksinen vanhusten palvelutalo. Rakennuksessa on 42 vuokrahuoneistoa, joista kaksioita on 8 kappaletta ja yksiöitä 34 kappaletta. Lisäksi rakennuksessa ovat asukkaiden yhteiset pesu- ja kahvitilat sekä hoitohenkilökunnan työ- ja sosiaalityilat.

Molemmissa kohteissa perehdyttiin ainoastaan LVI-tekniisten järjestelmien mittauksiin. Kohteissa suoritettiin mittauksia asuntojen ja yleisten tilojen sisälämpötiloista, hiilidioksidipitoisuuksista sekä suhteellisesta kosteudesta. Kohteissa mitattiin sisäilman lämpötiloja pitkäaikaisseurantamittauksilla sekä seurantalaitteiden asennuksien yhteydessä tehdyillä kertaluontoisilla lämpötilan kerrostumamittauksilla. Pitkäaikaisseurantamittauksilla mitattiin samalla sisäilmaston hiilidioksidipitoisuuksia sekä ilman suhteellista kosteutta. Helsingin Loppukirissä suoritettiin tulo- ja poistoilmavirtamittaukset päätelaitteilta. Mäntsälän pilotissa suoritettiin poistoilmavirtamittaukset kohteen ilmanvaihdon toiminnassa koneellisena poistoilmajärjestelmänä. Molemmissa *pilot*-kohteissa suoritettiin myös vesipisteiden vesivirtamittaukset. Mittaukset ajoittuivat kohteissa vuoden 2012 maaliskuun taitteeseen. Tässä työssä laskettiin myös arvio kustannuksista kohteisiin suositelluille energiansäästötoimenpiteille.

Mittauksilla pyrittiin selvittämään LVI-järjestelmien energiankulutusta ja toimivuutta kohteista saatujen tuloksien perusteella.

Helsingin Loppukirissä suurimpia säästötoimenpiteitä olisi mahdollista saavuttaa ilmanvaihtokoneiden käyntiaikoja muuttamalla. Rakennuksen jäähdyttämiseen käytettäisiin yötuuletusta ja lämmön talteenottoa ilmanvaihtokoneen toimintaa muuttamalla. Sisä-

lämpötiloja voisi myös laskea hieman huomioiden kuitenkin asumisviihtyisyys, koska asukkaat ovat iäkkäitä.

Mäntsälän Osuustielle säästötoimenpiteillä pyrittäisiin lisäämään asukkaiden asumisviihtyvyyttä tasapainottamalla ilmanvaihtojärjestelmä ja tarkistamalla tämän toimivuus. WC-istuinien huuhtelun pienentämisellä pyrittäisiin vaikuttamaan veden kulutukseen kohteessa. Säästöä saataisiin myös sisälämpötilojen hienoisella alentamisella.

Lähteet

- 1 Väestön ikääntyminen. Tiedote 2012. Verkkodokumentti. Sosiaali- ja terveysministeriö. <<http://www.stm.fi/tiedotteet/tiedote/-/view/1833202>> Luettu 29.4.2013
- 2 Helsingin pilotti. HEA-projekti. 2013. Verkkodokumentti. <<https://wiki.metropolia.fi/display/hea/Helsingin+pilotin+kuvaus>> Luettu 22.4.2013
- 3 Mäntsälän pilotti. HEA-Projekti. 2013. Verkkodokumentti. <<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=29205499>> Luettu 22.4.2013
- 4 Seppänen, Olli. 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Forssa: Talotekniikka-Julkaisut Oy.
- 5 Koneellinen poistoilmanvaihto. 2008. Verkkodokumentti. Sisäilmayhdistys ry. <http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen_toiminta/ilmavirtaukset_rakennuksessa> Luettu 23.4.2013
- 6 Pikaohje- Metropolia salkku. 2012. Wirepas Oy.
- 7 Wirepas. 2012. Verkkodokumentti. Tampereen teknillinen yliopisto. <http://www.tkt.cs.tut.fi/research/daci/cp_wirepas_overview.html> Luettu 25.4.2013
- 8 Wirepas-Simple laitealusta: Käyttö- ja huolto-ohje. 2012. Wirepas Oy.
- 9 LVI 014-10190-kortti. 1992. Ilmastointi. Ilmavirtojen ja painesuhteiden mittaus ilmastointilaitoksissa. Rakennustieto.
- 10 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 11 LVI 014-10187-kortti. Ilmastointi. Rakennusten sisäilmasto. Lämpöolojen kenttämittaukset. Rakennustieto.
- 12 Halton. 2012. Verkkodokumentti. <<http://www.saltia.com/ilmanvaihto.html>> Luettu 26.4.2013
- 13 Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteisto. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D1. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 14 Asumisterveysohje. 2003. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita.

Liite 1. Poistoilmavirtamittaukset, Mäntsälä

Mäntsälän poistoilmavirtamittauksien tulokset:

Tila	Pääte-laite	Avauma	Paine-ero	Mitattu ilmavirta [l/s]	Suunniteltu ilmavirta [l/s]	k-arvo
4.krs käytävä	KSO-100	+4	43	-15,1	-12	2,3
3.krs käytävä	KSO-100	+2	35	-11,8	-12	2
2.krs käytävä	KSO-100	+5,5	36	-13,8	-12	2,3
1.krs käytävä	KSO-100	+1,5	33	-11,5	-12	2
pohjakerros käytävä	KSO-100	-5	31	-7,8	-12	1,4
G6/SH	KSO-100	-1	103	-19,3	-16	1,9
G6/KK	KSO-100	-1	106	-19,6	-16	1,9
G16/SH	KSO-100	-1	104	-19,4	-16	1,9
G16/KK	KSO-100	-6	110	-14,7	-16	1,4
G26/SH	KSO-100	-3	108	-14,5	-16	1,4
G26/KK	KSO-100	-11	101	-9,0	-16	0,9
G36/SH	KSO-100	+1	84	-17,41	-16	1,9
G36/KK	KSO-100	+10	95	-27,29	-16	2,8
G2/SH	KSO-100	+10	37	-17,03	-16	2,8
G2/KK(huuva)					-16	
G12/SH	KSO-100	+8	24	-12,74	-16	2,6
G12/KK	KSO-100	+10	8	-7,35	-16	2,6
G22/SH	KSO-100	+8	34	-15,16	-16	2,6
G22/KK	KSO-100	+7	15	-9,68	-16	2,5
G32/SH	KSO-100	+5	39	-14,36	-16	2,3
G32/KK	KSO-100	+10	16	-10,40	-16	2,6
G42/SH	KSO-100	-1	32	-10,75	-16	1,9
G42/KK	KSO-100	+5	22	-10,79	-16	2,3
Osuustien tiimi	KSO-125	+5	25	-16,50	-30	3,3
Hoitajien huone KK	KSO-100	+10	12	-9,01	-16	2,6
Hoitajien huone WC	KSO-100	+10	15	-10,07	-16	2,6
Pesula (LJH)	URH-125	+10	20	-14,31	-20	3,2
Pesula (Sauna)	URH-125	+10	11	-10,61	-20	3,2
Pukuh. (kuivaus)	URH-125	-4	7/85	-5,03/-17,52	-20	1,9
Pukuh. (sauna)	URH-125	-4	3/88	-3,29/-17,82	-20	1,9
Pesuh. (ikk.)	URH-125	-1	2/69	-2,83/-16,61	-20	2
Pesuh. (sauna)	URH-125	+1	6/69	-5,63/-19,11	-20	2,3
Sauna (ylä)	URH-125	+7	2/40	-4,10/-18,34	-20	2,9
Sauna (ala)	URH-125	+4	2/23	-3,68/-12,47	-20	2,6
TULOILMA						
Pukuh.	TKA-125		8/40	30,6/68,3	20/40	10,8
Pesuh. (ikk)	TKA-125		8/33	35,6/72,4	20/40	12,6
Pesuh. (sauna)	TKA-125		5/22	28,2/59,1	20/40	12,6