

# **Ilmanvaihtosaneerauksen arviointi**

Lämpötilojen tutkiminen toimistorakennuksessa

Stefan Österholm

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Hajautetut energiajärjestelmät
Tunnistenumero:	5013
Tekijä:	Stefan Österholm
Työn nimi:	Ilmanvaihtosaneerauksen arviointi
Työn ohjaaja (Arcada):	Kim Skön
Toimeksiantaja:	Taltec Oy
<p><b>Tiivistelmä:</b></p> <p>Tämän opinnäytetyön aihe on sisälämpötilat. Millaiset lämpötilat ovat hyviä ja miten niihin päästään. Sisälämpötilaan vaikuttaa muun muassa ulkolämpötila, auringonpaiste ja sisäiset lämpökuormat. Esimerkiksi ihmiset ja kodinkoneet tuottavat lämpöä, joka nostaa sisälämpötilaa.</p> <p>Sopiva lämpötila on erittäin tärkeää ihmisen viihtyvyyteen sekä työntekoon. On tehty monia tutkimuksia mistä selviää että ihmisten työpanos heikkenee jos lämpötila nousee yli 25°C tai laskee alle 20°C.</p> <p>Olen tehnyt kahdet lämpötilamittaukset toimistorakennuksessa Helsingissä. Ensimmäisen tein kesällä 2013 ja toisen talvella 2014. Mittauksien tavoite oli, että saisin tietää miten hyvin remontti rakennuksessa on onnistunut. Remontti tehtiin vuonna 2012. Remontissa uudistettiin ilmanvaihto, lämmitys ja jäähdytys. Syy remonttiin oli kun työntekijät olivat valittaneet liian kuumasta lämpötilasta työhuoneissa kesäisin.</p> <p>Lämpötilamittauksissa käytettiin lämpötilaloggereita. Lämpötilaloggeri on pieni laite joka mittaa lämpötilan viiden minuutin välein ja tallentaa tulokset. Minulla oli yksi loggeri ulkona ja muut loggerit eri työhuoneissa. Ulkona olevan loggerin avulla sain tietää millaisia ulkolämpötiloja on ollut viikon aikana. Viikon jälkeen sain tulokset mistä tein kuvaajia. Kuvaajista näkee helposti millainen lämpötila työhuoneissa on ollut. Kuten kuvaajista sivuilla 25–29 näkee, niin on ollut ihan sopivia lämpötiloja työhuoneissa. Yhdessä työhuoneessa on ollut hieman lämpimämpää kuin muissa työhuoneissa. Syy tähän voi olla huoneessa olevat suuret ikkunat, joista aurinko pääsee paistamaan sisään. Lisäksi aurinko paistaa sisään huoneeseen melkein koko päivän ajan.</p>	
Avainsanat:	Taltec Oy, sisälämpötila, lämpötilaloggeri, operatiivinen lämpötila
Sivumäärä:	37
Kieli:	Suomi
Hyväksymispäivämäärä:	15.12.2014

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Distribuerade energisystem
Identifikationsnummer:	5013
Författare:	Stefan Österholm
Arbetets namn:	Utvärdering av ventilationssanering
Handledare (Arcada):	Kim Skön
Uppdragsgivare:	Taltec Oy
<p>Sammandrag:</p> <p>Detta examensarbete handlar om inomhustemperaturer. Hurdana temperaturer är bra att ha inomhus och hur man når dessa. Det finns flera faktorer som påverkar inomhustemperaturen. Största faktorn som inverkar på temperaturen är utomhustemperaturen, desto varmare det är ute, desto varmare blir det inne. På samma sätt är det på vintern, desto kallare ute, desto svalare inne. Andra faktorer som inverkar på temperaturen är solen och inre värmekällor. Till inre värmekällor hör till exempel människor, belysning och maskiner, som dator och television. Människor avger hela tiden värme som höjer temperaturen. På sommaren när det kan bli hett inne, är det viktigt att man släcker belysningen och stänger alla maskiner som man inte behöver, så avger de inte värme som höjer temperaturen.</p> <p>Det är viktigt att man har passlig temperatur i kontorsrum. Om temperaturen är för hög eller för låg, så minskar det på trivselsn samt på arbetseffektiviteten. När temperaturen stiger över 25°C eller sjunker under 20°C, så minskar människors effektivitet vid arbete. Man blir trött när det blir för varmt och då orkar man inte arbeta. Drag är en annan orsak som minskar på trivselsn i ett rum. Om det är drag i ett rum, så kan man få sjuka axlar och sjuk nacke.</p> <p>Inomhusklimatet kan delas upp i tre olika klasser, S1, S2 och S3. S1 är den bästa klassen och S3 är den sämsta. När man klassificerar ett rums klimat i dessa klasser tar man med luftens kvalitet också, men jag har endast koncentrerat mig på temperaturen i rummen i detta examensarbete. För att nå klass S1 eller S2, får temperaturen inte sjunka under 20°C. Temperaturen får inte heller stiga över 23°C när utomhustemperaturens medeltal för senaste 24 timmar är under 10°C. När utomhustemperaturen för senaste 24 timmar är över 20°C, så skall inomhustemperaturen vara under 26°C för att vara klass S1. Motsvarande skall det vara under 27°C för att vara klass S2. För klass S3 gäller det att temperaturen inte får vara under 18°C. När medeltalet för senaste 24 timmar är under 15°C, får det vara högst 25°C inne. När utomhustemperaturens medeltal stiger till 20°C, får det vara 30°C inne.</p> <p>Jag har gjort två temperaturmätningar i en kontorsbyggnad i Helsingfors. Första temperaturmätning gjorde jag på sommaren 2013 och den andra på vintern 2014. Målet med dessa temperaturmätningar var att få veta om renoveringen i kontorsbyggnaden år 2012 lyckades. I renoveringen förnyade man ventilations-, värme- och kylsystemet. Man reno-</p>	

verade endast en del av femte våningen av byggnaden. Denna del av byggnaden är ett försöksområde, som man kontrollerar med, ifall det är lönsamt att förnya ventilations-, värme- och kylsystemet i hela kontorsbyggnaden. Nuförtiden har man i varje rum en klimatbaffel, frånluftsdon samt radiator. Man kan ställa in temperaturen skilt i varje rum, vilket betyder att varje person kan ställa in en temperatur som passar för sig själv. Alla människor tycker om olika temperaturer, en del tycker om när det är lite varmare i rummet, andra tycker om när det är svalare.

I temperaturmätningarna använde jag mig av temperaturloggar. Temperaturlogger är en liten datalogger som man kan mäta temperaturen med under en viss tid. Jag hade ställt in loggern så att den mätte temperaturen var femte minut. Med fem minuters intervall, så mätte loggern temperaturen under en veckas tid. Jag hade en temperaturlogger ute under båda temperaturmätningarna, så att jag fick reda på hurdan utetemperatur det var under mätperioden. De andra loggrarna hade jag placerat i olika kontorsrum samt i ett konferensrum. Temperaturloggern hängde jag bredvid dörren på samma ställe i alla rummen. När mätningen var slut, samlade jag loggrarna och gjorde grafer av mätresultaten. Resultaten är lätta att läsa av ur en graf. Jag har valt ut några grafer ur resultaten som finns på sidorna 28-32.

Av graferna som jag gjort ser man att det varit bra temperatur i de flesta kontorsrum. I ett par rum har det varit lite för varmt i under sommaren. En orsak kan vara när det är stora fönster i dessa rum som solen kan lysa in genom. I ett rum har det varit lite under 20°C på vintern. Detta är lite svalt i ett kontorsrum. Det är samma rum som det var varmt i under sommaren och det kan vara att det är svalt i rummet på grund av fönstren. Stora fönster läcker in sval luft i rummet, som sänker temperaturen i rummet. I konferensrummet som jag hade en temperaturlogger i på sommaren, har det varit bra temperatur i. Temperaturen har varit mellan 20 och 23 grader och det är bra temperatur i ett konferensrum. Det brukar ofta bli varmt i konferensrummen, eftersom det är många personer i dem när de är i användning.

Man kan säga att saneringen har lyckats bra i denna kontorsbyggnad. Temperaturen har varit bra för arbete i de flesta rummen under mätningarna.

Nyckelord:	Taltec Oy, inomhustemperatur, temperaturlogger, operativ temperatur
Sidantal:	37
Språk:	Finska
Datum för godkännande:	15.12.2014

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Distributed energy systems
Identification number:	5013
Author:	Stefan Österholm
Title:	Assessment of ventilation renovation
Supervisor (Arcada):	Kim Skön
Commissioned by:	Taltec Oy
<p><b>Abstract:</b></p> <p>This thesis is about indoor temperatures. What kind of temperatures is good to have indoor and how to reach them. There are several factors that affect the indoor temperature, such as outside temperature, sunshine and internal heat sources. People and household appliances produce heat, which raises the temperature.</p> <p>It is important to have right temperature in offices. If the temperature is too high or too low, it reduces the satisfaction and the working efficiency. When the temperature rises above 25°C or falls below 20°C, then people's effectiveness at work is reduced.</p> <p>I've done two temperature measurements in an office building in Helsinki. The first temperature measurement I made in summer 2013 and the other one in winter 2014. The goal of these temperature measurements was to know if the renovation of the office building in 2012 was successful. In the renovation the ventilation system, heating system and cooling system was renewed. The reason for the renovation was that there was too hot in the rooms during the summer. Thanks to my measurements, I found out how well the renovation was succeeded.</p> <p>I used temperature loggers to measure the temperature. Temperature logger is a small logger to measures the temperature during a certain time. I had set the logger to measure the temperature every five minutes. With five minute intervals, the logger measured the temperature for one week. From the results I got with loggers, I made graphs that can be easily read. From the graphs you can see what kind of temperature it has been in the rooms during the week. I had also one logger on the roof during both temperature measurements. Thanks to this, I also know what kind of outdoor temperature has been during these weeks. As you can see from the graphs on pages 25-29, the temperature has been pretty good in the office rooms. In one room there has been a bit warmer than in the other rooms. The reason for this may be that the room has pretty large windows from where the sun shines through. Furthermore, the sun shines into the room all morning and day.</p>	
Keywords:	Taltec Oy, indoor temperature, temperature logger, operative temperature
Number of pages:	37
Language:	Finnish
Date of acceptance:	15.12.2014

# SISÄLTÖ

KUVAT .....	7
TAULUKOT JA KUVAAJAT .....	7
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 SISÄLÄMPÖTILAT .....</b>	<b>10</b>
2.1 Sisälämpötila .....	10
2.1.1 Operatiivinen lämpötila .....	11
2.1.2 Veto .....	11
2.1.3 Mitä vaikuttaa lämpötilaan .....	12
2.1.4 Lämpötilan vaikutukset ihmiseen .....	13
2.2 Sisäilmastoluokitus .....	13
2.2.1 Sisäilmastoluokkien kuvaukset .....	14
2.2.2 Sisäilmaston lämpötilat .....	15
2.2.3 Ilmanvaihdon nopeudet .....	16
<b>3 TOIMISTORAKENNUS ITÄ-HELSINGISSÄ .....</b>	<b>17</b>
3.1 Tietoa toimistorakennuksesta .....	17
3.2 Remontin jälkeen .....	19
3.2.1 Ilmanvaihto .....	19
3.2.2 Jäähdytys .....	19
3.2.3 Lämmitys .....	21
<b>4 TUTKIMUKSEN KYSYMYKSET .....</b>	<b>22</b>
<b>5 LÄMPÖTILOJEN MITTAUS .....</b>	<b>23</b>
5.1 Tietoa lämpötilaloggereista .....	23
5.2 Lämpötilamittaus .....	25
5.2.1 Lämpötilamittaus kesällä 2013 .....	25
5.2.2 Lämpötilamittaus talvella 2014 .....	25
<b>6 LÄMPÖTILAMITTAUKSIEN TULOKSET .....</b>	<b>27</b>
<b>7 PÄÄTELMÄT .....</b>	<b>34</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>36</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>38</b>

## KUVAT

Kuva 1. Lämpötilan tavoitearvot Sisäilmastoluokitus 2008:ssa [5] .....	15
Kuva 2. Pohjakuva alueesta, mistä tein lämpötilamittaukset .....	18
Kuva 3. Kuva Lindabin jäähdytyspalkki Plafondista .....	20
Kuva 4. Kuva Stravent Oy:n Optimal jäähdytyspalkin toimintaperiaatteesta [9] .....	20
Kuva 5. Pohjakuva työhuoneesta toimistorakennuksessa .....	21
Kuva 6. Valokuva lämpötilaloggerista .....	24

## TAULUKOT JA KUVAAJAT

Taulukko 1. Huonekohtaiset ohjearvot lämpötiloille [1] .....	11
Taulukko 2. Lämpötilasuositus työntekoon [2] .....	13
Taulukko 3. Huonetilan ilman nopeus Sisäilmastoluokituksen mukaan.[6] .....	16
Kuvaaja 1. Huoneiden määrät, jotka osuvat lämpötila-alueen väliin .....	27
Kuvaaja 2. Ulkoilman mittaustulos kesältä .....	28
Kuvaaja 3. Ulkoilman mittaustulos talvelta .....	28
Kuvaaja 4. Työhuone 5110 mittaustulos kesältä .....	29
Kuvaaja 5. Työhuone 5110 mittaustulos kesältä .....	29
Kuvaaja 6. Työhuone 5201 mittaustulos kesältä .....	30
Kuvaaja 7. Työhuone 5201 mittaustulos kesältä .....	30
Kuvaaja 8. Työhuone 5207 mittaustulos kesältä .....	31
Kuvaaja 9. Työhuone 5207 mittaustulos kesältä .....	31
Kuvaaja 10. Neuvotteluhuone 5329 mittaustulos kesältä.....	32

## **Alkusanat**

Haluan kiittää Talotekninen Suunnittelu Taltec Oy siitä, että olen saanut tehdä opinnäytetyöni heille. Erityisesti haluan kiittää toimitusjohtajaa Tapani Muttosta, joka antoi tämän aiheen opinnäytetyölle sekä auttoi minua sen kirjoittamisessa. Aihe on ollut mielenkiintoinen ja olen oppinut paljon sisälämpötiloista, kun olen etsinyt tietoa aiheesta.

Haluan myös kiittää Kim Skön, joka on ollut minun ohjaaja Arcadasta. Kiitos kuuluu myös kaikille niille, jotka ovat auttaneet minua tämän opinnäytetyön kanssa.

Helsingissä 15.12.2014

---

Stefan Österholm



# 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tullaan käymään läpi millaisia lämpötiloja ovat hyviä sisätiloissa. Katsotaan myös mitkä asiat vaikuttavat sisälämpötilaan, sekä miten päästään hyviin lämpötiloihin. Ei voi sanoa tarkasti mikä on täydellinen lämpötila sisällä, koska kaikilla ihmisillä on oma mieli siitä mikä on sopiva lämpötila. Tulen vaan seuraamaan huonetilojen lämpötiloja, enkä millainen sisäilmasto huonetiloissa muuten on.

Ihmiset ovat nykyään tarkempia, että sisälämpötilat eivät nouse liian korkeaksi kesällä, sekä etteivät ne putoa liian alas talvella. Viime vuosina kesät ovat olleet aika lämpimiä, joten lämpötilat ovat saattaneet nousta korkeiksi toimistorakennuksien sisällä. Liian korkea tai liian alhainen lämpötila vaikuttaa ihmisten työpanokseen sekä viihtyvyyteen. Viihtyvyyteen vaikuttaa myös jos huonetiloissa on vedon tunnetta.

Olen tehnyt lämpötilamittauksia yhdessä toimistorakennuksessa Helsingissä. Tein sekä kesällä että talvella lämpötilamittauksen rakennuksessa. Tässä toimistorakennuksessa on uusittu ilmanvaihto, lämmitys sekä jäähdytys vuonna 2012. Minun lämpötilamittauksilla olen voinut tarkistaa miten hyvin remontti on onnistunut. Aiemmin ihmiset ovat valittaneet että rakennuksessa on ollut liian lämmintä kesäisin. Nyt olen voinut tarkistaa jos lämpötila pysyy sopivana huonetiloissa. Lämpötilamittauksessa käytin lämpötilaloggeita, joilla saadaan kokonaisen viikon lämpötilat mitattua ja tulokset tallennettua. Tällä tavalla voidaan seurata miten lämpötila muuttuu päivien aikana ja jos huoneissa on ollut liian lämmintä tai kylmää.

## 2 SISÄLÄMPÖTILA

### 2.1 Sisälämpötila

Lämpötila on yksi tärkeimmistä tekijöistä mikä vaikuttaa sisäilmaston viihtyvyyteen huonetiloissa. Muut tärkeät tekijät ovat ilman kosteus sekä ilman epäpuhtaudet. Oikea lämpötila sisällä on erittäin tärkeä, jotta ihmiset viihtyvät sisätiloissa. Jos lämpötila nousee liian korkealle, se aiheuttaa kuivuuden tunnetta, väsymistä sekä keskittymisen alenemista. Liian alhainen lämpötila vähentää myös viihtyvyyttä huonetiloissa. Rakennuksella voi olla myös haitallista, jos on liian viileää sisällä. Jos lämpötila laskee liian alas, voi pinnoille alkaa kerääntyä kosteutta, mistä voi aiheutua kosteus- sekä homevaurioita. Tämä on tärkeää ottaa huomioon nykyään kun rakentaa taloja. Homevauriot ovat yleistyneet paljon viime vuosikymmeninä.

Nykyään suunnitellaan lämpötilaksi 21°C oleskeluvyöhykkeellä lämmityskauden aikana. Lämmityskauden aikana hyväksytään  $+1/-1^{\circ}\text{C}$  poikkeama suunnitteluarvosta, keskellä huonetta 1,1 metrin korkeudella. Kesällä oleskeluvyöhykkeen lämpötilaksi suunnitellaan 23°C. Oleskeluvyöhykkeellä tarkoitetaan sitä osaa huonetilasta, jossa sisäilmatovaatimukset on suunniteltu toteutuvaksi. Useimmiten tämä osa rajoittuu lattiasta 1,8 metrin korkeuteen, sekä 0,6 metriä seinästä tai muusta kiinteästä kalusteesta.

Lämmityskaudella suunnitellaan alhaisempi lämpötila siksi, kun ihmisillä on useimmiten enemmän vaatteita päällä silloin ja siksi tykkäävät kun on vähän viileämpää. Kesällä ihmisillä ei ole niin paljon vaatteita päällä ja siksi he haluavat vähän korkeamman lämpötilan. Tällä tavalla säästetään myös energiaa, koska jos lämpötilan lasketaan yhdellä asteella, silloin säästää noin viisi prosenttia lämmityskustannuksista.

*Taulukko 1. Lämmityskauden huonelämpötilan tilakohtaisia ohjearvoja tiloille, joiden huonelämpötilan suunnitteluarvo ei ole 21 °C. Ohjearvoja käytettäessä on huolehdittava, ettei viereisten tilojen viihtyisyys heikkene. [1]*

Tila	Huonelämpötila, °C
Porrashuone	17
Kylpyhuone, pesuhuone	22
Kuivaushuone	24
Myymälä	18
- Myymälän kiinteä työpiste	21
Liikuntahalli	18
Kirkkosali	18
Tehdashalli, keskiraskas työ	17
Autokorjaamo, katsastustilat	17
Hissikuilu	17

### **2.1.1 Operatiivinen lämpötila**

Yleensä kun mittaa lämpötilan huoneessa, silloin mitataan ilman lämpötilaa. Ihmisen kannalta olisi parempaa jos saisi mitattua huoneen operatiivinen lämpötila. Operatiivinen lämpötila on se lämpötila miltä ihmiseltä tuntuu. Operatiiviseen lämpötilaan laskeaan mukaan kaikkien pintojen lämmön heijastuksia. Jos huoneessa on monta pintaa, jotka ovat viileämpiä kuin ilman lämpötila, silloin huoneen lämpötila tuntuu ihmiseltä viileämmältä kuin lämpömittari näyttää.

### **2.1.2 Veto**

Veto on huono asia huoneessa ja se vähentää ihmisten viihtyvyyden tunnetta. Vedon tunne on kun huoneessa on viileä ilmavirta joka aiheuttaa ihoon paikallisen jäähtymisen. Veto sellaisenaan ei aiheuta mitään sairauksia ihmisille. Ihmisten paljaat pinnat esimerkiksi nilkoissa, niskassa ja päässä ovat erityisen herkkiä vedon tunteelle. Ihmisille saattaa tulla vedosta esimerkiksi jäykät niskat.

Syitä vetoon voi olla esimerkiksi ilmanvaihto, vuotavat ikkunat tai suuria kylmiä pintoja mistä säteilee kylmää. Jos ilmanvaihdossa on liian korkeita ilman nopeuksia, silloin ihmisillä voi tuntua vetoa. Ilmanvaihdon ilmasuihku ei saa myöskään tulla suoraan kohti ihmistä kun hän istuu työpöydän ääressä. Erityisesti taloissa missä on vanhat ja vuotavat

ikkunat saattaa tulla vedon tunnetta ikkunoista. Näissä tapauksissa verhot voivat auttaa pahimmasta vedon tunteesta.

### **2.1.3 Mitä vaikuttaa sisälämpötilaan?**

Löytyy monta asiaa jotka vaikuttavat lämpötilaan sisätiloissa. Yksi tärkeimmistä vaikuttajista on ulkolämpötila. Mitä korkeampi lämpötila ulkona on, niin sitä lämpimämpää sisällä on. Vastaavasti kun ulkona on kylmää, silloin sisälämpötila laskee helposti. Toinen merkittävä lämmönlähde on aurinko. Jos aurinko pääsee loistamaan suoraan sisään taloon, lämpötila alkaa nousta. Talvella se on ihan hyvä asia jos aurinko pystyy lämmitämään huonetiloja mutta kesällä se on huono asia. Kesällä on hyvä pitää sälekaihtimet kiinni, jos niitä on ikkunoissa. Rullaverhot sekä markiisit ovat myös hyviä aurinkosuojia.

Ihmiset tuottavat myös lämpöä huoneisiin. Jos on paljon ihmisiä pienessä huoneessa, lämpötila saattaa nousta merkittävästi. Yhden ihmisen tuottama lämpömäärä on noin 125W tavallisesti, ja se nousee jos tekee raskaampaa työtä ja hikoilee paljon.

Nykyään kun rakennuksissa on paljon kodinkoneita, esimerkiksi televisio, tietokone, astianpesukone, pesukone ja jääkappi, niin kaikista laitteista tulee lämpöä kun niitä käytetään, mikä nostaa huoneiden lämpötilaa. Jos kesällä pitää monta laitetta päällä koko ajan, niin niistä tulee paljon lämpöä, mikä nostaa lämpötilan enemmän, jos jo muuten on kuumaa sisällä. Pitäisi aina muistaa sammuttaa kaikkia laitteita, joita ei tarvitse juuri silloin. Valaistus tuottaa myös aina lämpöä silloin kun se on päällä. Hehkulamput tuottavat paljon enemmän lämpöä kuin halogeenilamput, matalaenergialamput ja LED-lamput. Mitä isompi teho lampulla on, sitä enemmän lämpöä se tuottaa.

Mikäli talossa on lattialämmitys, niin silloin voi pitää vähän alhaisempaa lämpötilaa, ilman että viihtyvyys laskee. Lattialämmitys pitää huolen siitä että ihmisten jalat pysyvät lämpiminä. Lattialämmityksellä lattia on lämmin koko ajan ja lämpö nousee ylöspäin. Tavallisella radiaattorilämmitysjärjestelmällä lattia tuntuu useimmiten viileämmältä ja ihmiset haluavat nostaa huoneen lämpötilaa.

## 2.1.4 Lämpötilan vaikutukset ihmiseen

Jokaisella ihmisellä on eri mielipide siitä, mikä on sopiva lämpötila sisällä. Jonkun mielestä saa olla lämpimämpää sisällä ja joku tykkää vähän viileämmästä sisälämpötilasta. Yleensä vanhemmat ihmiset haluavat pitää vähän korkeampaa lämpötilaa. Iäkkäämpien ihmisten aineenvaihdunta sekä aktiivisuus vähenevät, jolloin heidän lämmöntuotto pienenee ja heidän optimaalinen lämpötila nousee.

Työnteossa on tärkeää, että on sopiva lämpötila. Jos lämpötila on liian korkea tai liian alhainen, silloin ihmisten työnteho huononee. Työntehon laskeminen huomaa siitä, että ihmiset väsyvät ja eivät jaksu keskittyä työntekoon. Tästä asiasta on tehty useampia tutkimuksia, ja niistä huomaa että toimistotyöntekijän työpanos heikkenee jos lämpötila nousee yli 25°C tai jos se laskee alle 20°C. Sopiva lämpötila työntekoon riippuu myös työn luonteesta.

*Taulukko 2. Lämpötilasuositus työntekoon. [2]*

Työnluokitus	Lämpötilasuositus
Kevyt istumatyö	21-25°C
Muu kevyt työ	19-23°C
Keskiraskas työ	17-21°C
Raskas työ	12-17°C

Suosittelava ilman suhteellinen kosteus on 30–70 %.

## 2.2 Sisäilmastoluokitus

Sisäilmayhdistys Ry ovat määrittäneet sisäilmastolle kolme eri luokkaa mitä kannattaa käyttää sisäilmaston suunnittelussa. Ensimmäiset luokitukset Sisäilmastoyhdistys Ry julkaisivat vuonna 1995 ja viimeisin versio, *Sisäilmastoluokitus 2008* julkaistiin vuonna 2008. Sisäilmaston luokitukset ovat jaettu kolmeen eri luokkaan, S1, S2 ja S3. S1 on paras luokka ja S3 on huonoin luokka.

## 2.2.1 Sisäilmastoluokkien kuvaukset

Sisäilmayhdistys Ry ovat kuvanneet sisäilmaston luokitukset seuraavasti:

### S1: Yksilöllinen sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai ylikuumenemista esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

### S2: Hyvä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta ylikuumeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

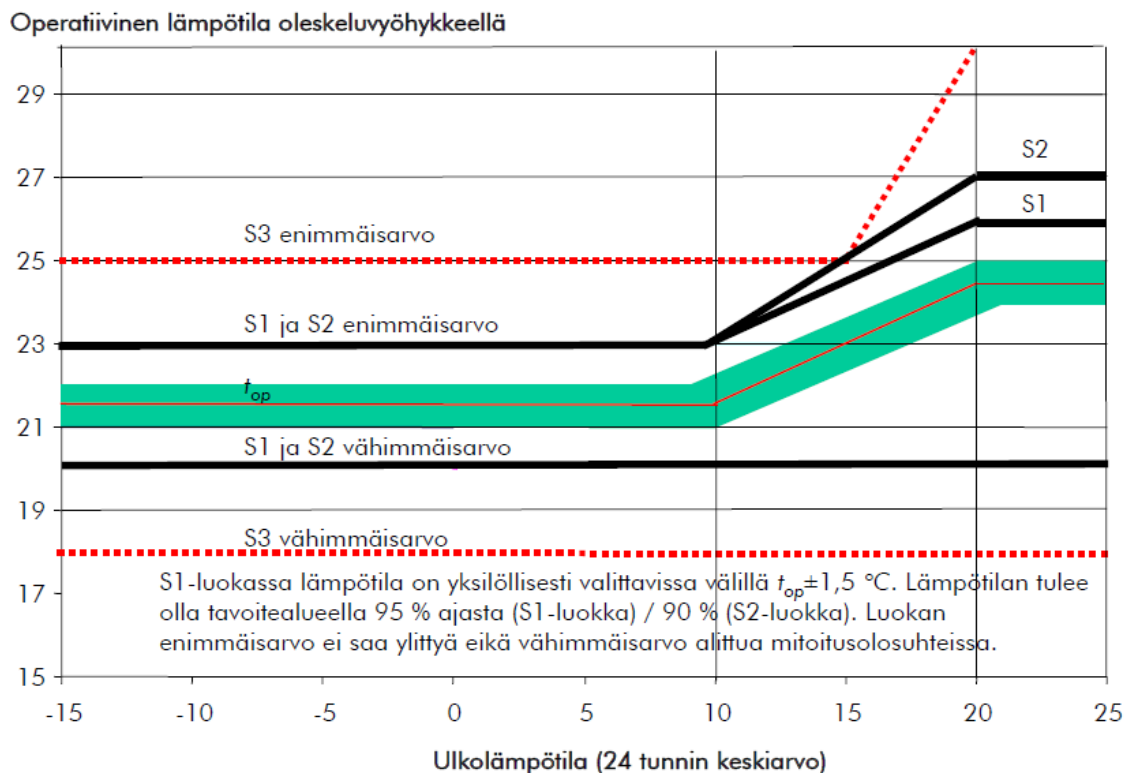
### S3: Tyydyttävä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset.

(Sisäilmastoluokitus 2008)

## 2.2.2 Sisäilmaston lämpötilat

Sisäilmayhdistys Ry ovat esittäneet lämpötilojen tavoitetasot *Sisäilmastoluokitus 2008*.



Kuva 1. Lämpötilan tavoitearvot *Sisäilmastoluokitus2008:ssa*. [5]

Tässä kuvaajassa ulkolämpötila on viimeisistä 24 tunnista laskettu keskiarvo. Tämän mukaan huonetiloissa pitää olla vähintään 20 astetta S1 ja S2 luokassa. Kun ulkolämpötilan keskiarvo on alle kymmenen astetta, silloin sisällä saa olla korkeintaan 23 astetta. Sitten kun ulkolämpötilan keskiarvo nousee yli 20 astetta, silloin sisällä saa olla korkeintaan 26 astetta S1 luokan mukaan. S2 luokan mukaan sisällä saa olla 27 astetta. S1 luokassa lämpötilan pitää pysyä tavoitealueella 95 % ajasta. Vastaavasti S2 luokassa lämpötilan pitää pysyä tavoitealueella 90 % ajasta.

S3 luokassa sisälämpötilan tarvitsee olla vähintään 18 astetta. S3 luokassa sisälämpötila saa olla korkeintaan 25 astetta kun ulkolämpötilan keskiarvo viimeisistä 24 tunnista on alle 15 astetta. Kun ulkoilman keskiarvo nousee yli 15 astetta, silloin sisälämpötilan saa myös nousta. Silloin kun ulkolämpötilan keskiarvo on 20 astetta tai enemmän, silloin sisällä saa olla jo yli 30 astetta.

### 2.2.3 Ilmanvaihdon nopeudet

Ilmanvaihdon nopeudet eivät saa nousta liian korkeiksi. Jos ilmanvaihdon nopeudet ovat korkeita, ne lisäävät vedon tunnetta huonetiloissa. Lisäksi ilmanvaihdon äänet nousevat, jos nopeudet nousevat. Sisäilmastoyhdistys ovat tehneet taulukon mistä näkee millaisia ilmannopeuksia saa olla eri sisäilmastoluokissa.

*Taulukko 3. Sisäilmastoluokituksen mukaan ilman nopeuden tavoitearvot ovat enintään.[6]*

#### Sisäilmastoluokka S1

- 0,13 m/s talvella 20°C
- 0,14 m/s talvella 21°C
- 0,20 m/s kesällä 24°C

#### Sisäilmastoluokka S2

- 0,16 m/s talvella 20°C
- 0,17 m/s talvella 21°C
- 0,25 m/s kesällä 24°C

#### Sisäilmastoluokka S3

- 0,19 m/s talvella 20°C
- 0,20 m/s talvella 21°C
- 0,30 m/s kesällä 24°C



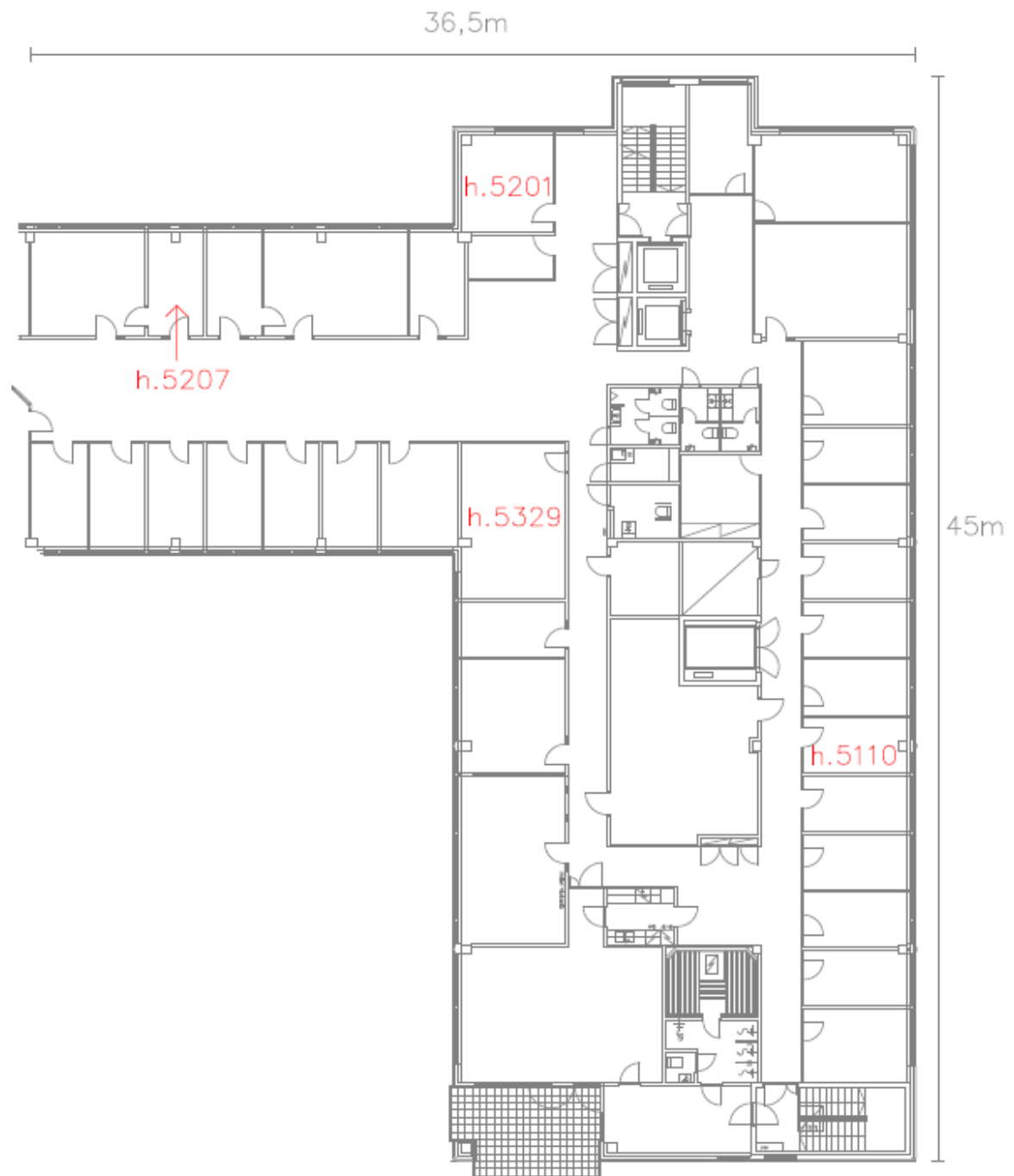
## 3 TOIMISTORAKENNUS ITÄ-HELSINGISSÄ

### 3.1 Tietoa toimistorakennuksesta

Olen tehnyt lämpötilamittauksia yhdessä toimistorakennuksessa Itä-Helsingissä. Rakennus on rakennettu 1980-luvulla ja siinä on viisi kerrosta. Nykyiset käyttäjät ovat muuttaneet tiloihin vuonna 1993. Tässä rakennuksessa on paljon työhuoneita sekä muutamia neuvotteluhuoneita jokaisessa kerroksessa.

Toimistorakennuksessa on tehty remontti vuonna 2012. Remontissa uudistettiin ilmanvaihto, lämmitys ja jäähdytys. Syy remontiin oli, kun työntekijät olivat valittaneet liian lämpimästä työlämpötilasta kesäisin. Remonttia tehtiin ainoastaan osaan viidennestä kerroksesta. Remonttialueen suuruus on noin 1000m<sup>2</sup> ja se on noin kolmanneksen koko kerroksesta. Uudistettiin ainoastaan tämän osan rakennuksesta, jotta käyttäjät voivat katsoa jos remontti parantaa työolosuhteet niin paljon, että kannattaa remontoida muut kerrokset myös.

Aiemmin tässä toimistorakennuksessa on ollut puhallinkonvektoreita. Nämä konvektorit ovat hoitaneet huonetilojen ilmanvaihdosta, lämmityksestä ja jäähdytyksestä. Konvektorit vaihdettiin radiaattoreihin sekä jäähdytyspalkkeihin. Tällä tavalla voidaan paremmin säätää huoneiden lämpötilat. Nykyään voidaan säätää jokaiseen työhuoneeseen omat lämpötilat. Tällä tavalla jokainen työntekijä saa itse säätää sopiva lämpötila työhuoneeseensa.



*Kuva 2. Tässä on pohjakuva siitä alueesta, mistä olen tehnyt minun lämpötilamittauksia. Pohjakuvaan on merkitty ne huoneet joiden tuloksia näytän myöhemmin.*

## 3.2 Remontin jälkeen

### 3.2.1 Ilmanvaihto

Nykyään jokaisessa huoneessa on oma ilmastointipalkki sekä poistoilmaventtiili. Ilmastointipalkit ovat Lindabin Plafond sekä Stravent Oy:n Optimal palkit. Ilmamäärä huoneissa on säädetty niin, että jokaiseen työhuoneeseen tulee vähintään  $1,5 \text{ (dm}^3\text{/s)/m}^2$ , mikä on määrätty Suomen rakentamismääräyskokoelmassa D2. Neuvotteluhuoneen ilmamääräksi on säädetty  $4 \text{ (dm}^3\text{/s)/m}^2$ . (Katso liite 1)

Työhuoneiden poistoilmassa käytetään samat venttiilit kuin mitä siellä on ollut. Poistoilmaventtiilit ovat Halton Oy:n URH. URH on aika yleinen mallinen poistoilmaventtiili, missä on poistoilman säätömahdollisuus. Neuvotteluhuoneeseen valittiin Halton Oy:n EVA poistoilmasäleikkö. EVA poistoilmasäleikkö asennettiin PRI/F-liitäntälaatikkoon. Liitäntälaatikossa on poistoilman tilavuusvirran säätömahdollisuus sekä siinä on myös äänenvaimennin, niin että se pitää mahdollisimman matalaa ääntä, ettei se häiritse neuvotteluhuoneessa.

### 3.2.2 Jäähdytys

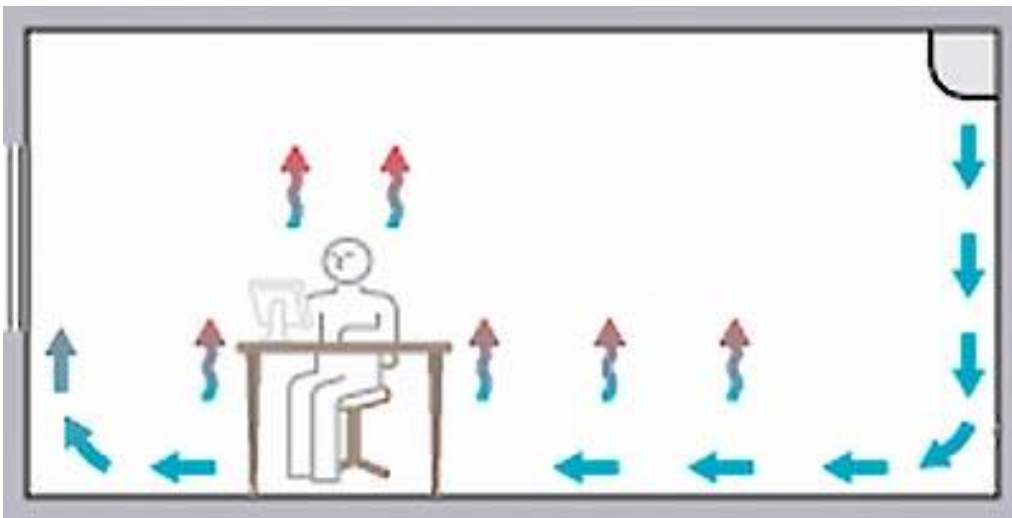
Huoneiden jäähdytyksestä hoitaa samat ilmastointipalkit kuin ilmanvaihdosta. Lindabin Plafond sekä Stravent Oy:n Optimal palkit ovat aktiivisia jäähdytyspalkkeja. Aktiivinen jäähdytyspalkki tarkoittaa sitä, että palkista tulee ulos uutta tuloilmaa sekä palkki jäähdyttää huoneessa olevan ilman. Se tarkoittaa sitä, että jäähdytyspalkki imee sisään ilmaa huoneesta ja jäähdyttää tämän ilman. Näin saadaan huoneilman kierto noin 4-5 kertaa suuremmaksi, kuin ainoastaan tuloilman kanssa. Tällä tavalla saadaan suurempi jäähdytysteho huoneeseen. Nämä palkit ovat hyviä niissä huoneissa missä on suuri lämpökuorma ja tarvitaan paljon jäähdytystä.

Jäähdytyspalkit ovat säädetty kastepistesäädön mukaan. Kastepistesäätö on se, kun jäähdytysteho palkeissa on säädetty niin, etteivät jäähdytysputket alkaa kondensoida. Jos on kostea ja kuuma ilma huonetiloissa, niin jäähdytysvesi ei voi olla liian kylmä. Jos

jäähdytysvesi on liian kylmä, niin putket alkavat kondensoida vettä putkien pinnoille. Silloin tarvitsisi olla kondenssiviemäri joka kerää veden pois, ettei se imeydy seiniin ja aiheuttaa kosteusvaurioita.



Kuva 3. Kuva Lindabin Plafondista, jota on käytetty tässä toimistorakennuksessa. [8]

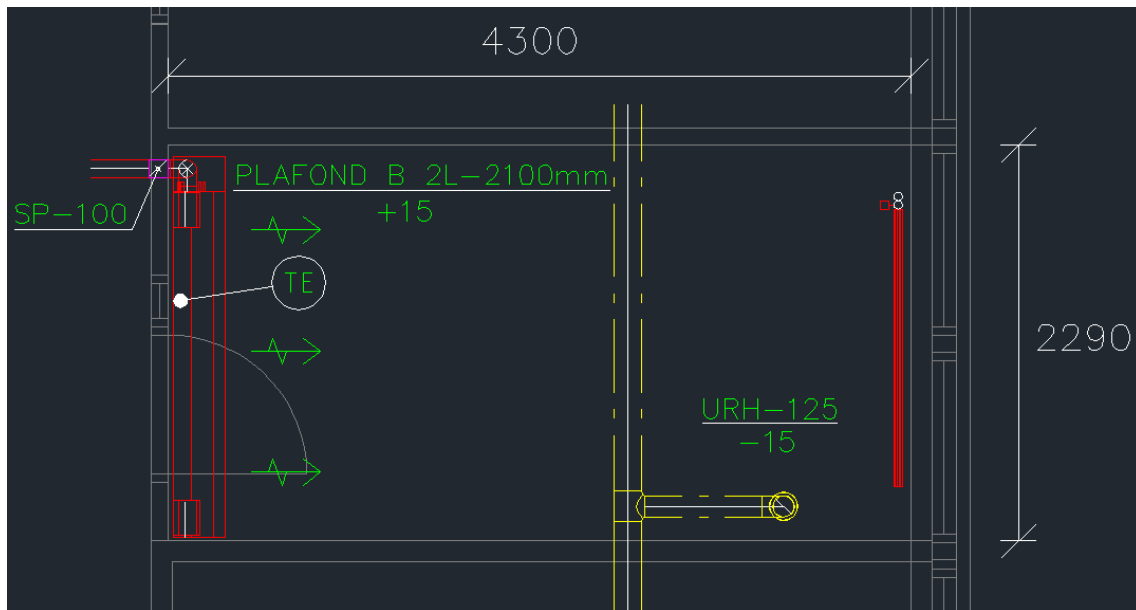


Kuva 4. Tämä on kuva Stravent Oy:n Optimal jäähdytyspalkin toimintaperiaatteesta. [10]

Yllä olevassa kuvassa näytetään Optimal jäähdytyspalkin toimintaperiaate. Plafond palkin toimintaperiaate on samanlainen. Palkki puhaltaa jäähdytettyä ilmaa alas seinää pitkin lattialle, mistä ilma liittyy huoneen luonnolliseen ilmankiertoon. Sen jälkeen ilma nousee ylös kattoon lämpökuormaa mukanaan ja poistetaan poistoilman mukaan.

### 3.2.3 Lämmitys

Lämmityksessä käytetään nykyään radiaattoreita. Radiaattorit ovat Purmon Compact paneeliradiaattori C11. Useimmat radiaattorit ovat 1600 mm pitkiä ja 450 mm korkeita. Muutamissa huoneissa on käytetty muita pituisia radiaattoreita. Radiaattorit ovat asennettu ulkoseinään ikkunan alle. Radiaattoreiden lämmitysteho on 600W. Useimmissa työhuoneissa on yksi radiaattori, mutta muutamissa työhuoneissa on useampi radiaattori, huoneen koon mukaan.



Kuva 5. Tämä on esimerkkikuva yhdestä työhuoneesta. Tähän kuvaan on piirretty ilmanvaihtolaitteiden ja radiaattorin paikat.

Kuvassa nähdään esimerkkikuva yhdestä työhuoneesta. Oven yläpuolella on jäähdytyspalkki, jonka tuloilma tulee tuloilman runkokanavasta käytävässä. Tuloilmakanavassa on säätöpelti. Ilmastointipalkin pituus on 2100mm. Poistoilma on sijoitettu kattoon vastakohtaiseen seinään. Oven vieressä on lämpötilan säädin joka on merkitty kuvaan tekstillä TE. Tuloilman sekä poistoilman ilmamäärä on tässä huoneessa 15 l/s.

## 4 TUTKIMUKSEN KYSYMYKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on selvittää miten hyvin ilmanvaihdon, jäähdytyksen sekä lämmityksen remontti on onnistunut. Kyseessä olevassa toimistorakennuksessa on aiemmin ollut liian lämmintä sisällä, joten olen selvittänyt jos lämpötilat ovat huonetiloissa hyvät nykyään. Mittauksillani selvitän, kuinka hyvin lämpötila huonetiloissa pysyy sisäilmastoluokituksen luokkien sisällä.

## 5 LÄMPÖTILOJEN MITTAUS

Olen kahdesti suorittanut lämpötilamittauksia toimistorakennuksen remonttialueella, kerran kesällä 2013 sekä kerran talvella 2014. Lämpötilamittauksessa kesällä 2013 sain tietoa miten hyvin jäähdytys toimii, jos se on tarpeeksi tehokas, niin ettei työhuoneissa lämpötila nouse liian korkeaksi. Talven 2014 mittauksella sain tietää jos lämmitysjärjestelmä on riittävän tehokas pitämään lämpötilat tarpeeksi korkealla, etteivät ihmiset palele työhuoneissaan.

Molemmilla kerroilla minulla oli lämpötilaloggerit noin viikon ajan toimistorakennuksessa. Kesällä yritin valita sellaisen viikon, joka olisi mahdollisimman lämmin ja talvella valita mahdollisimman kylmän viikon mittauksen ajaksi. Mielestäni valitsemani viikot olivat melko hyviä, sain aika hyvän kuvan millaiset lämpötilat ovat työhuoneissa kesällä sekä talvella.

### 5.1 Tietoa lämpötilaloggereista

Lämpötilaloggerit ovat dataloggereita joilla pystyy mittaamaan esimerkiksi lämpötiloja ja kosteutta. Dataloggeri on pieni esine joka mittaa esimerkiksi lämpötilan, ja säästää tulokset sisällänsä. Lämpötilaloggeriin voi valita kuinka usein se mittaa tuloksen, ja se on tästä riippuen kuinka kauan lämpötilaloggeri pystyy mittaamaan lämpötilan, koska se pystyy säästämään ainoastaan tietty määrä tuloksia. Jos valitsee että lämpötilaloggeri mittaa usein lämpötilan, niin se ei pysty mittaamaan lämpötiloja erityisen kauan. Jos kuitenkin valitsee että se mittaa vähän harvemmin lämpötilan niin saadaan pidemmän aikavälin lämpötilamittaukset. Se riippuu aina siitä, että millaisista lämpötilamittauksista on kyse, joskus tarvitsee että se mittaa useasti, joskus riittää että se mittaa harvemmin. Lämpötilaloggerin voi myös asettaa niin että se mittaa lämpötilan jonkun erityisen aikavälin aikana, esimerkiksi että se alkaa huomenna kello 8.00 ja loppuu ylihuomenna kello 16.00. Minun mittauksissani olen käyttänyt viiden minuutin väliä lämpötilamittauksien välissä. Tällä tahdilla mittaukset ovat kestäneet melkein viikon ajan.

Sen jälkeen kun mittaukset on tehty lämpötilaloggereilla, niin sitten loggeri kytketään tietokoneeseen. Lämpötilaloggerilla on oma laite joka kytketään tietokoneeseen ja lämpötilaloggeri kytketään tähän laitteeseen. Kun lämpötilaloggeri on kytketty tietokoneeseen, pystyy lukemaan mittauksen tulokset. Mittauksen tulokset tulevat näkyviin niin että siinä lukee aina kellonaika mittaukselle ja sen jälkeen mittauksen tulos. Näistä tiedoista pystyy sitten katsomaan millainen lämpötila työhuoneissa on työpäivän aikana. Tuloksista pystyy helposti tekemään erilaisia kuvaajia, mistä pystyy helposti näkemään tulokset.



Kuva 6. Valokuva lämpötilaloggerista. Valokuvaaja Stefan Österholm. 2014



## **5.2 Lämpötilamittaus**

### **5.2.1 Lämpötilamittaus kesällä 2013**

Kesällä 2013 tein ensimmäisen lämpötilamittaukseni toimistorakennuksessa. Lämpötilamittaukseni alkoi torstaina 27. kesäkuuta aamulla ja loppui keskiviikkona 3. heinäkuuta. Mittaukseni aikana oli melko hyvä sää. Lämpötila ulkona oli melko korkea ja sain aika hyviä tuloksia mittauksillani.

Tässä lämpötilamittauksessa minulla oli käytössäni kahdeksan lämpötilaloggeria. Näistä lämpötilaloggereista minulla oli yksi ulkona katolla ja muut seitsemän oli eri työhuoneissa. Katolla oleva lämpötilaloggeri oli välillä auringossa, minkä takia sen lämpötila nousi välillä aika jyrkästi. Työhuoneet valitsin niin että lämpötilaloggereita tulee ainakin niihin huoneisiin mihin aurinko paistaa päivän aikana. Lisäksi laitoin lämpötilaloggerin neuvotteluhuoneeseen. Neuvotteluhuoneeseen oli hyvä laittaa yksi lämpötilaloggeri, koska silloin kun se on käytössä, niin siellä on paljon ihmisiä sisällä.

Lämpötilaloggerin laitoin aina roikkumaan oven vieressä olevaan lämpötilan säätimeen. Silloin se oli noin puolentoista metrin korkeudella. Tällä tavalla sain sen niin lähelle oleskeluvyöhykkeen kuin mahdollista. Lämpötilaloggeri oli kyllä nyt melkein seinässä kiinni, mutta se olisi ollut vaikeaa saada keskelle huonetta roikkumaan, ilman että ihmiset alkaisivat siirtää sitä. Lämpötilaloggeri saattaisi silloinkin olla ihmisten tiellä. Laitoin jokaiseen huoneeseen samaan paikkaan, sillä silloin voi hyvin verrata eri huoneiden tuloksia toistensa kanssa.

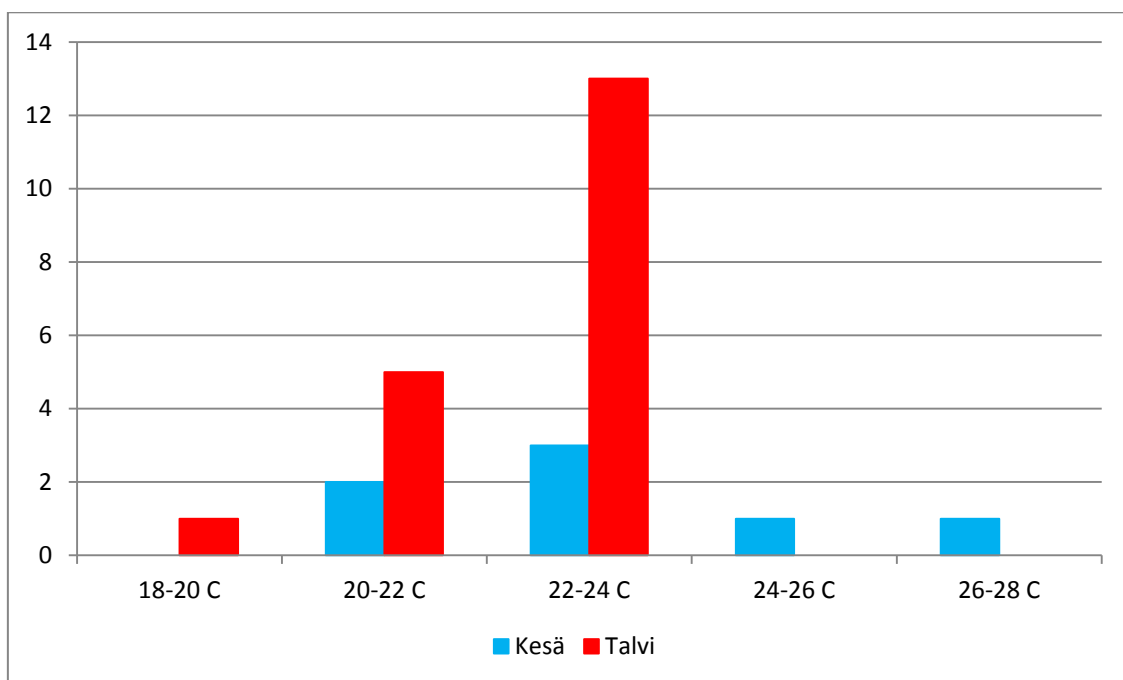
### **5.2.2 Lämpötilamittaus talvella 2014**

Talvella 2014 tein toisen lämpötilamittaukseni toimistorakennuksessa. Lämpötilamittaukseni alkoi perjantaina 17. tammikuuta ja loppui torstaina 24. tammikuuta. Tällä kertaa onnistui erittäin hyvin ajankohdan kanssa. Ulkona oli kylmimmillään  $-19^{\circ}\text{C}$  ja lämpimillään  $-8^{\circ}\text{C}$ . Eniten ulkolämpötila pyöri  $-10$  asteen ja  $-15$  asteen välillä.

Tällä kertaa minulla oli käytössäni 20 lämpötilaloggeria. Minulla oli enemmän lämpötilaloggereita tällä kertaa, koska niitä oli ollut käytössä muuallakin viimeksi, kun mittasin lämpötilan tässä toimistorakennuksessa. Tälläkin kertaa minulla oli yksi lämpötilaloggeri ulkona katolla. Muut lämpötilaloggerit minulla oli sisällä laitettuna eri työhuoneisiin. Lämpötilaloggerit oli laitettu samaan paikkaan oven vieressä olevaan säätimeen. Tällä tavalla voidaan verrata tulokset toisiinsa.

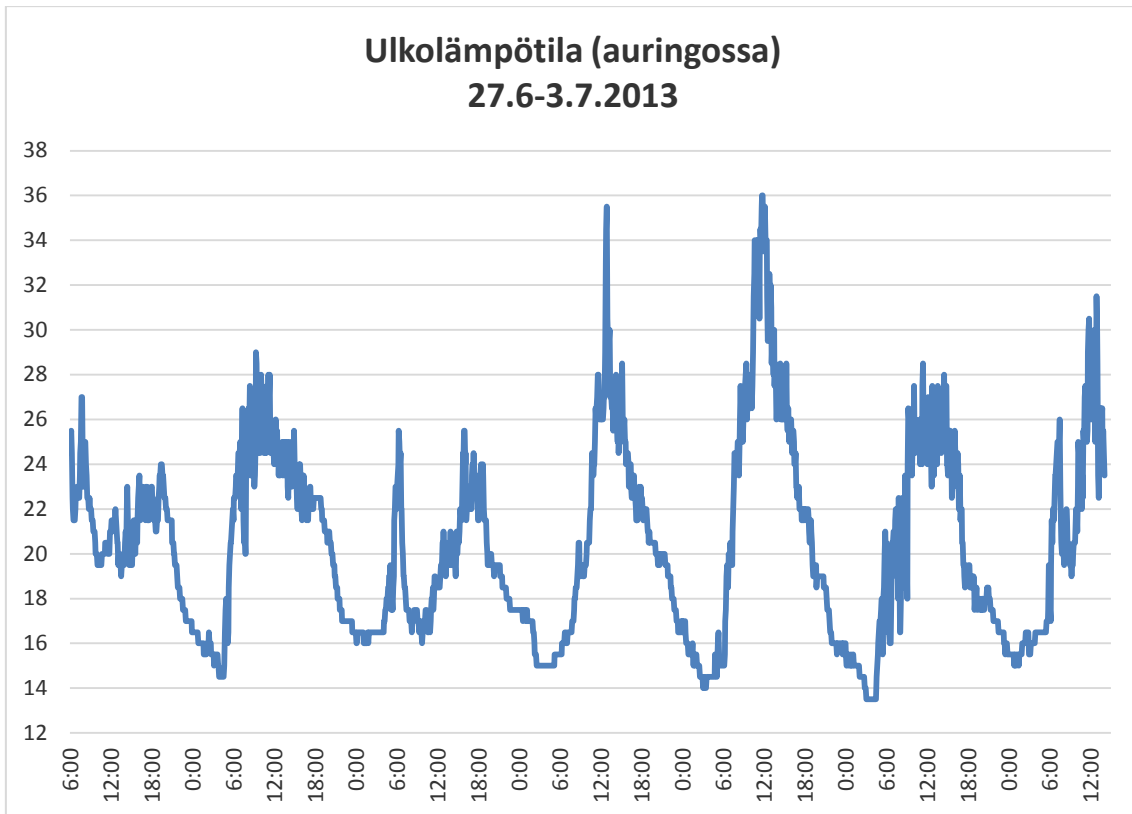
## 6 LÄMPÖTILAMITTAUKSIEN TULOKSET

Kun mittaukset oli tehty, kävin hakemassa lämpötilaloggerit pois toimistorakennuksesta. Lämpötilaloggerien tuloksista tein kuvaajia, mistä näkee hyvin miten lämpötila on muuttunut päivien aikana. Tässä olen nyt valinnut muutaman työhuoneen tulokset. Olen valinnut aina samasta huoneesta sekä kesän että talven lämpötilamittauksia. Nämä tulokset ovat hyviä esimerkkejä millaisia lämpötiloja työhuoneissa on ollut mittauksien aikana. Näistä mittauksista löytyy ihan keskivertaisia tuloksia sekä sellaisia missä lämpötila on noussut korkeaksi tai laskenut alas.

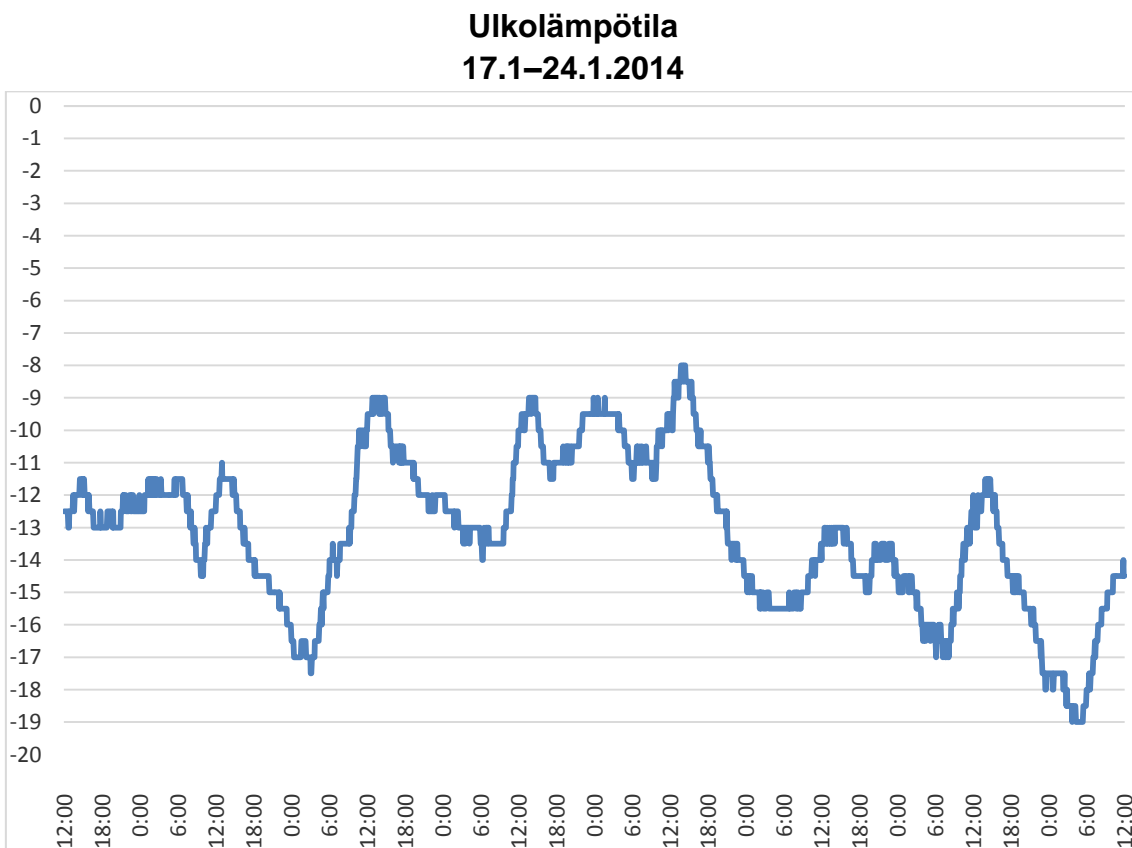


Kuvaaja 1. Huoneiden määrät, jotka osuvat lämpötila-alueen väliin.

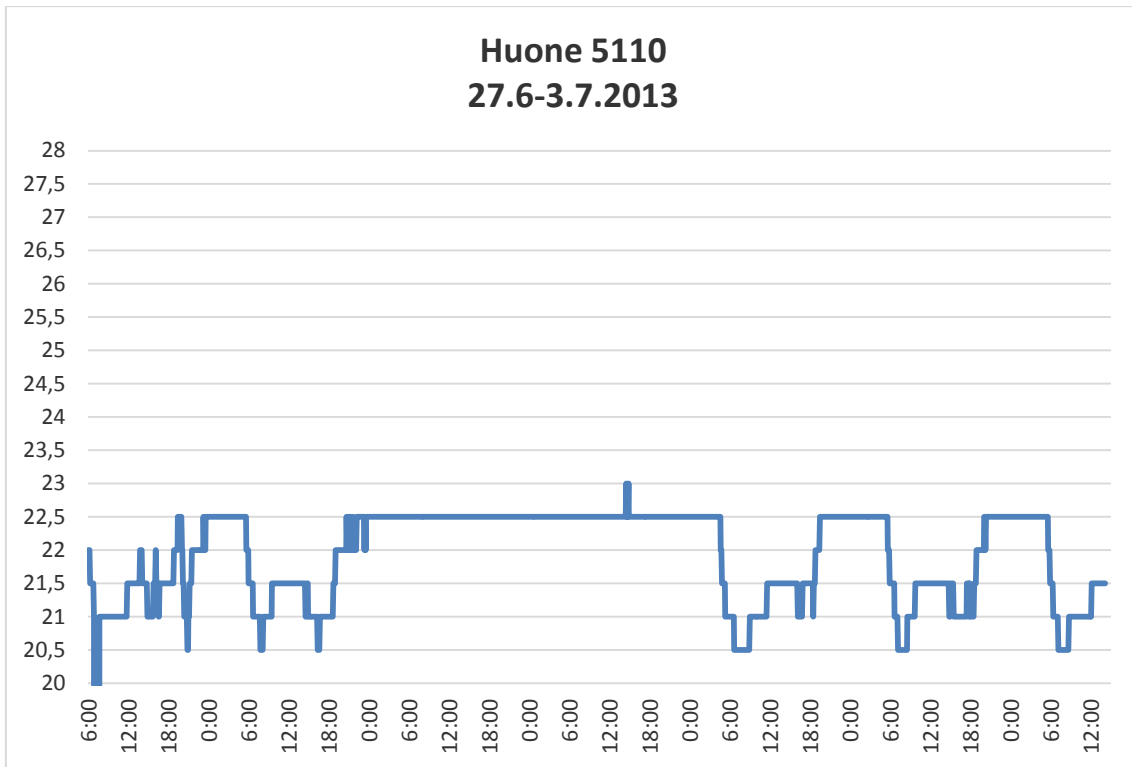
Kuvaajasta näkee että parissa huoneessa on ollut hieman lämpimämpää kesällä, mutta kolmessa huoneessa on ollut hyvät lämpötilat. Talvella on ollut ihan hyvät lämpötilat kaikissa huoneissa. Yhdessä huoneessa on ollut välillä hieman alle 20 astetta.



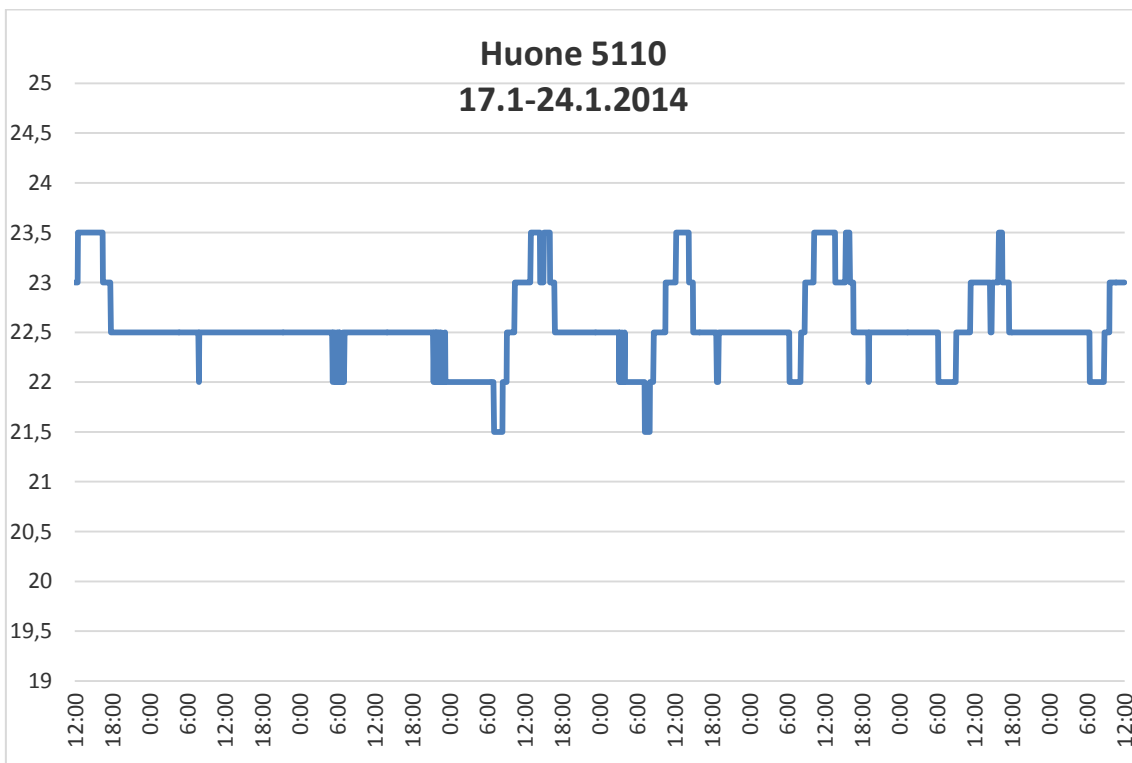
Kuvaaja 2. Tässä on ulkoilman lämpötilamittauksen tulos kesältä.



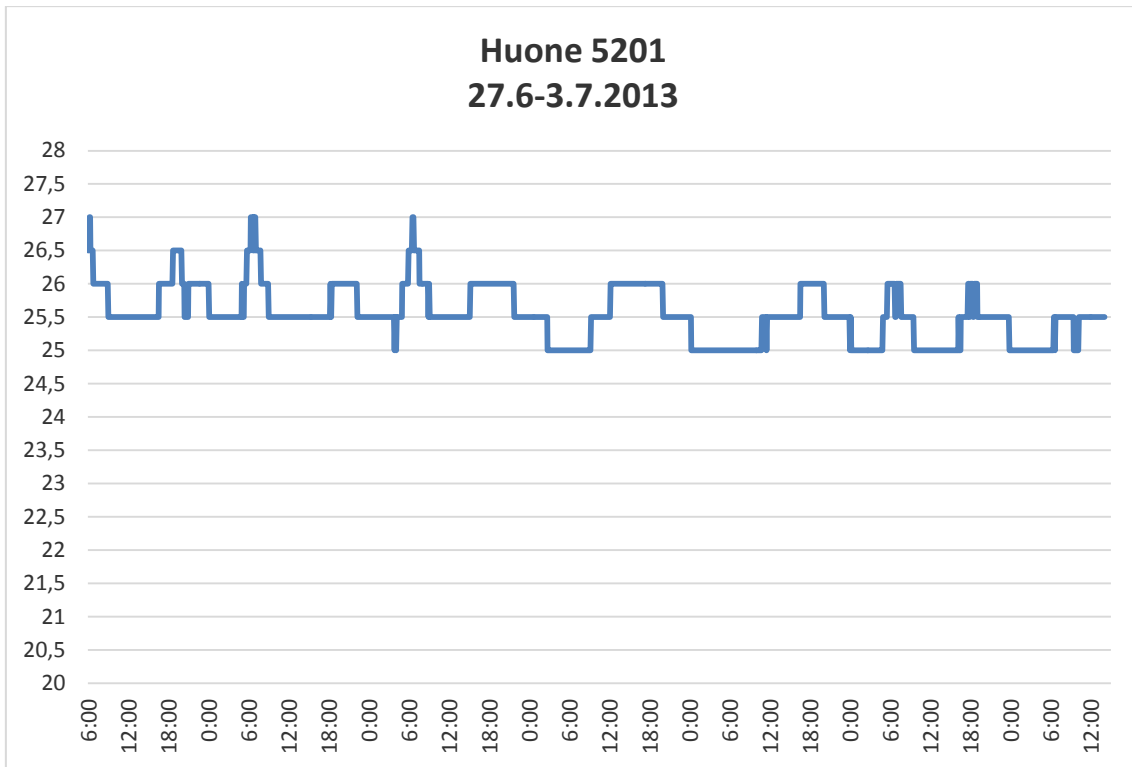
Kuvaaja 3. Tässä on ulkoilman lämpötilamittauksen tulos talvelta.



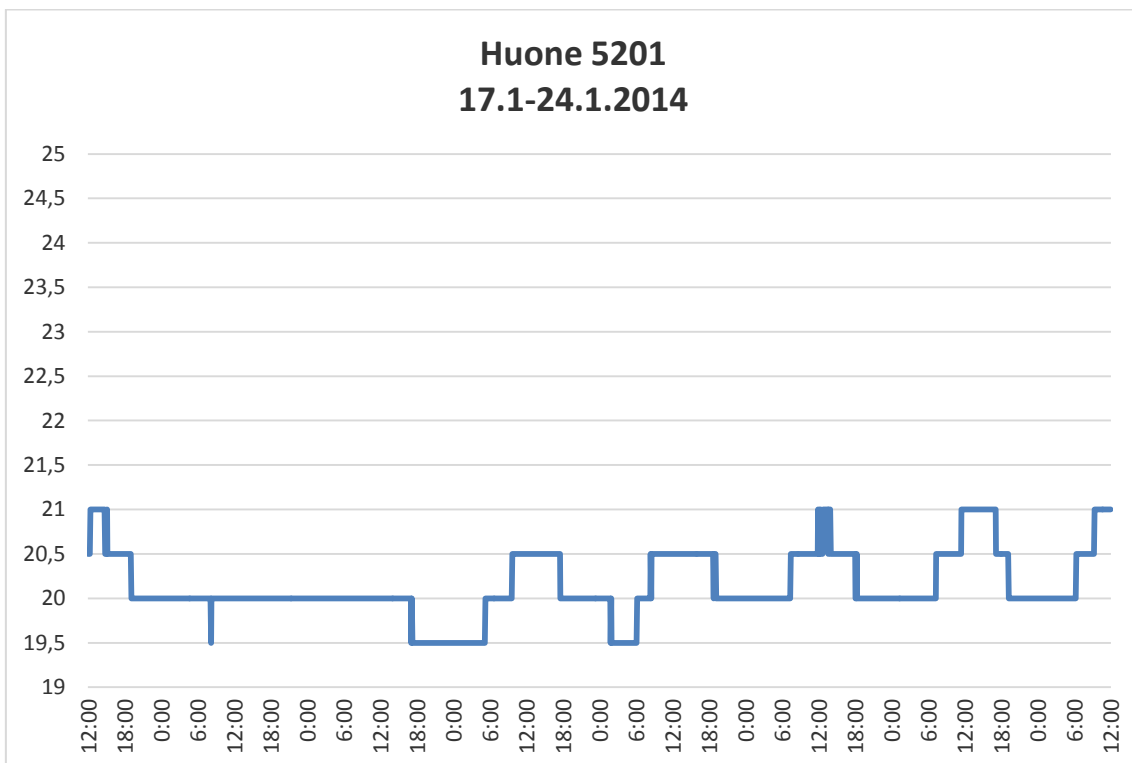
Kuvaaja 4. Tässä on työhuone 5110 tulos kesältä.



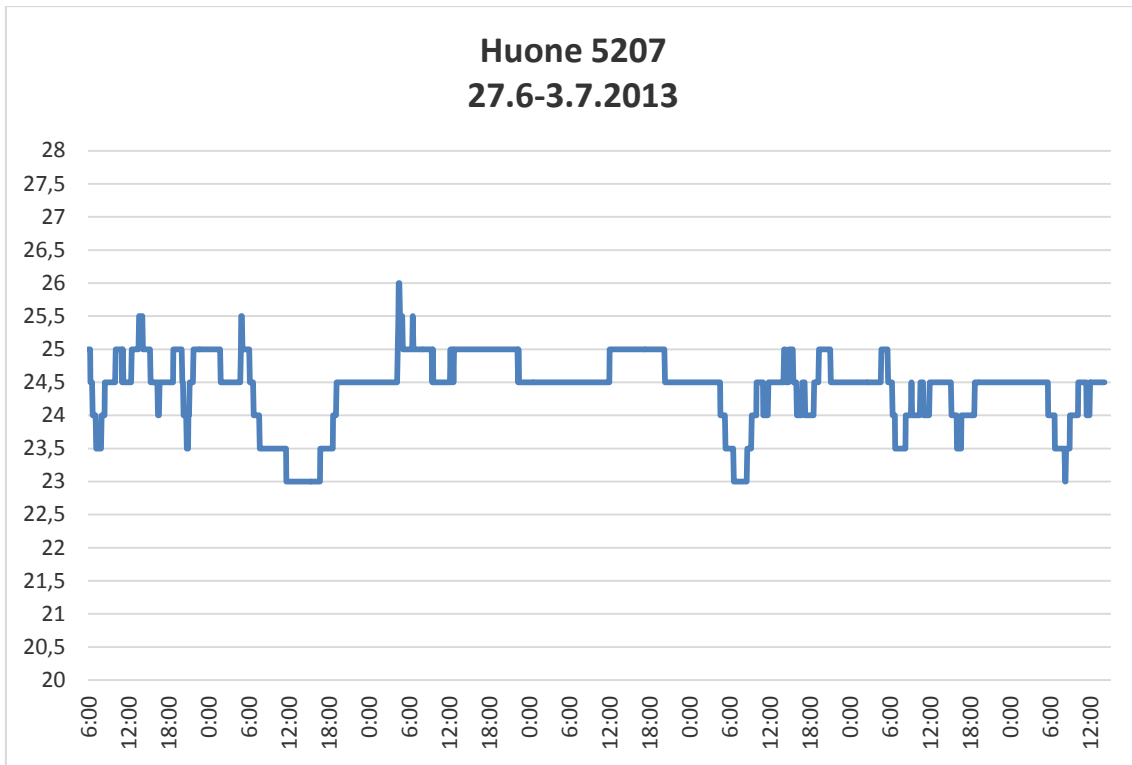
Kuvaaja 5. Tässä on työhuone 5110 tulos talvelta.



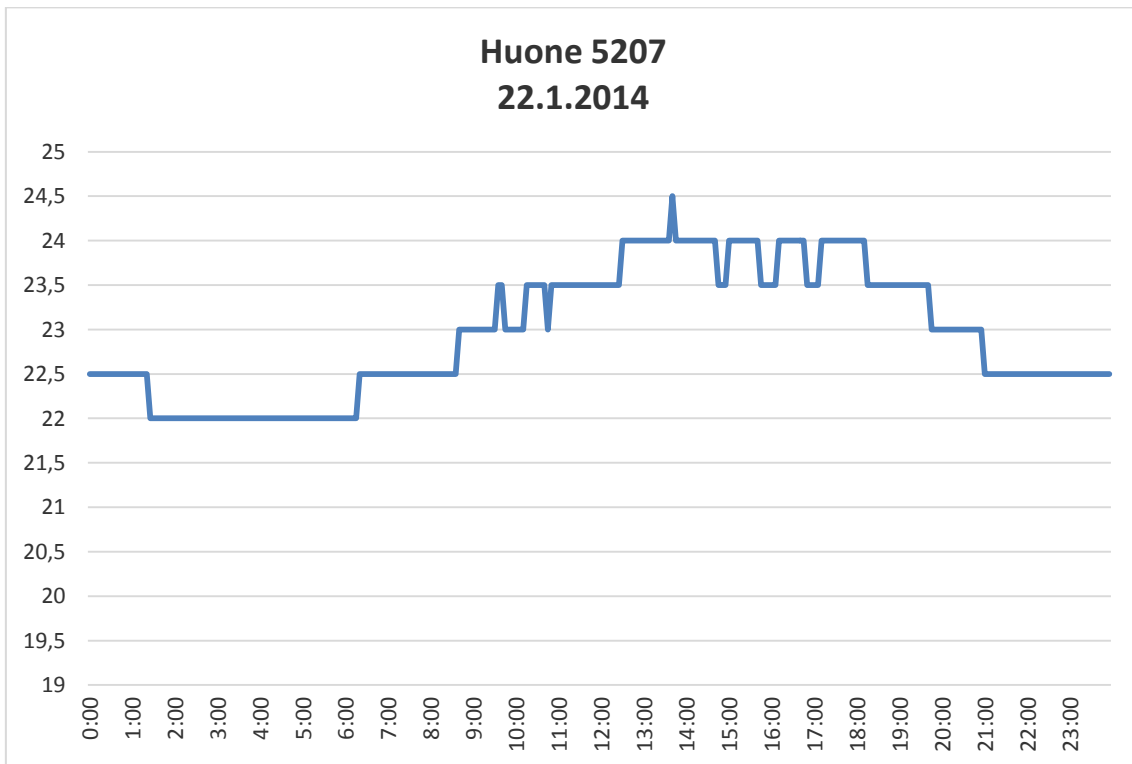
Kuvaaja 6. Tässä on työhuone 5201 tulos kesältä.



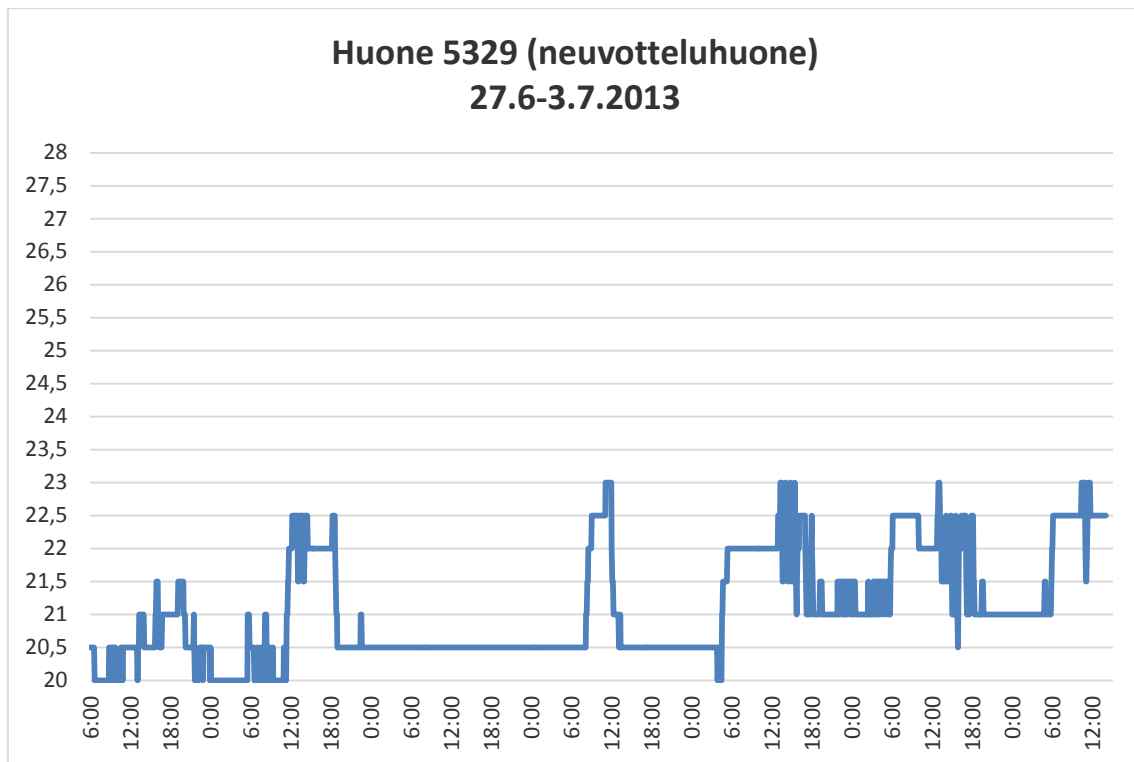
Kuvaaja 7. Tässä on työhuone 5201 tulos talvelta.



Kuvaaja 8. Tässä on työhuone 5207 tulos kesältä.



Kuvaaja 9. Tässä on työhuone 5207 tulos talvelta.



Kuvaaja 10. Tässä on neuvotteluhuone 5329 tulos kesältä.

Kuten ulkoilman kuvaajista nähdä, niin olen onnistunut ihan hyvin mittausten ajankohdan kanssa, sekä kesällä että talvella. Kesän ulkoilman kuvaajassa nähdään että on ollut melko lämmintä joka päivä ja kahtena päivänä on ollut noin 36 astetta. Silloin aurinko on paistanut päin lämpötilaloggerin, joten oikeasti ilman lämpötila ei ole ollut niin lämmin. Talven kuvaajassa nähdään että on ollut ihan tavallinen talvisää ja pakkasta on ollut ihan riittävästi nähdäkseen että lämmitys toimii talon sisällä.

Työhuoneessa 5110:ssa lämpötila on ollut 21–23 asteen välissä työpäivän aikana. Tässä huoneessa on hyvät lämpötilat työnteon aikana. Lämpötila ei koskaan nouse liian korkeaksi tämän mittauksen aikana. Lämpötila pysyy hyvin S1 luokan rajojen sisällä. Talvella tässä työhuoneessa lämpötila on ollut 22 ja 23,5 asteen välissä. Tämä on myös ihan hyvä lämpötila.

Työhuoneessa 5201:ssa lämpötila on ollut korkealla kesän aikana. Yleensä lämpötila on ollut 25 ja 26,5 asteen välissä. Muutaman kerran lämpötila on noussut 27 asteeseen. Tämä on hieman liian lämmintä työhuoneeseen. Talvella on ollut vähän viileää huo-



neessa. Lämpötila on ollut 20–21 astetta. Muutaman kerran lämpötila on laskenut alle 20 astetta, mutta se on yleensä ollut työajan ulkopuolella.

Työhuoneessa 5207:ssa lämpötila on enimmäkseen ollut 23,5 ja 25 asteen välissä kesällä. Muutaman kerran lämpötila on noussut yli 25 astetta, mutta se ei ole kestänyt kauan. Talven mittauksen aikana lämpötila on pysynyt 22 ja 24 asteen välissä. Tämä on hyvä lämpötila, ehkäpä lämpötilan voisi olla asteen viileämpi.

Neuvotteluhuoneesta tein lämpötilamittauksen ainoastaan kesällä. Neuvotteluhuoneissa on yleensä ongelmia lämpötilan kanssa kesällä. Sen kuvaajasta nähdään hyvin että lämpötila on pysynyt hyvänä koko mittauksen aikana. Lämpötila on ollut korkeimmillaan 23 astetta. Tämä on hyvä lämpötila neuvotteluhuoneessa.

## 7 PÄÄTELMÄT

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kertoa sisälämpötiloista ja olen myös tarkistanut yhden toimistorakennuksen huonelämpötiloja. Rakennuksessa on uudistettu ilmanvaihto, lämmitys ja jäähdytys vuonna 2012. Olen tehnyt lämpötilamittauksia rakennuksessa kesällä 2013 ja talvella 2014.

Sisälämpötilan täytyy olla hyvä jotta ihmiset viihtyvät. Liian lämpimässä tai liian kylmässä ihmiset eivät jaksakaan yhtä hyvin tehdä työtä. Sopiva lämpötila riippuu työn luonteesta. Tavallisessa toimistotyössä sopiva lämpötila on 21 ja 25 asteen välillä. Raskeammassa työssä lämpötila saa olla hieman alle 20 astetta. Useimmiten lämpötila on hieman korkeampi kesällä, kun ihmisillä on kevyempi vaatetus. Talvella ihmisillä on yleensä hieman enemmän vaatteita päällä, ja silloin lämpötilaa voi olla hieman alhaisempi. Lisäksi jos alentaa lämpötilaa yhdellä asteella, silloin säästyy noin viisi prosenttia lämmityskustannuksista.

Kuten kuvaajista sivuilta 27–32 voi nähdä, niin remontti on onnistunut ihan hyvin. Lämpötilat ovat pysyneet mittausten aikana hyvinä. Useimmissa huoneissa lämpötilat ovat pysyneet sopivina toimistotyöntekoon. Huoneessa 5201 oli hieman lämmintä kesällä, mutta suurin syy siihen oli, että aurinko paistaa paljon huoneen sisään. Saattaa olla että jäähdytyspalkin teho ei ole ollut riittävä, kun huoneessa on ollut suuret lämpökuormat. Syy että jäähdytyspalkkien teho ei riitä, on kun ne on säädetty kastepistesäädön mukaan. Tämä tarkoittaa että jäähdytysvesi ei ole tarpeeksi kylmä, kun huoneessa on lämmin ja kostea ilma. Jos vesi olisi liian kylmä, jäähdytysputket alkaisivat kondensoitua ja silloin saattaisi syntyä kosteusvaurioita huoneissa. Tässä samassa huoneessa oli hieman viileää talven mittauksessa. Lämpötila oli enimmäkseen 20 ja 21 asteen välissä. Työsuojeluliiton lämpösuositusten mukaan konttorityöhuoneessa sopiva lämpötila on 21 ja 25 asteen välissä

Neuvotteluhuoneessa on ollut hyvä lämpötila kesän aikana. Lämpötila on noussut 23 asteeseen silloin kun se on ollut käytössä. Kuvaajassa näkee hyvin milloin se on ollut käytössä, käyrä on silloin noussut parilla asteella. Tämä on hyvä lämpötila neuvotteluhuoneessa, sillä siellä lämpötila usein on aika korkea, jos jäähdytys ei toimi kunnolla.

Neuvotteluhuoneissa on suuret sisäiset lämpökuormat ihmisistä silloin kun ne ovat käytössä.

Nykyään jokaisessa huoneessa voi itse säätää lämpötilan itselleen sopivaksi. Tämä on hyvä asia, sillä melkein jokaisella ihmisellä on eri mieltymys sopivasta lämpötilasta työntekoon. Tällä tavalla saadaan jokaiselle hyvä lämpötila ja silloin työnteko onnistuu paremmin.

## Lähteet

[1] Ympäristöministeriö. (2012). *Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto*. D2 Rakentamismääräyskokoelma, haettu 3.11.2014

Saatavilla: [http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf)

[2] Työsuojeluhallinto. Lämpöolot, haettu 3.11.2014

Saatavilla: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/lampoolot>

[3] Ympäristöministeriö. (2012). Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. D5 Rakentamismääräyskokoelma, haettu 3.11.2014

Saatavilla: <http://www.ym.fi/download/noname/%7B8C5C3B41-E127-4889-95B0-285E9223DEE6%7D/40468>

[4] Työterveyslaitos. Lämpöviihtyvyys, haettu 12.11.2014

Saatavilla:

[http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/lampoolot/lampoviihtyisat\\_olot/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/lampoolot/lampoviihtyisat_olot/sivut/default.aspx)

[5] Sisäilmayhdistys. Sisäilmastoluokitus 2008, haettu 1.12.2014

Saatavilla: <http://www.sisailmayhdistys.fi/wp-content/uploads/2013/03/sisailmastoluokitus2008-esittely.pdf>

[6] Sisäilmayhdistys. Tietoa lämpötilasta, haettu 27.11.2014

Saatavilla: <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/sisailmasto/fysikaaliset-tekijat/>

[7] Motiva. Sisälämpötila, haettu 27.11.2014

Saatavilla:

[http://www.motiva.fi/koti\\_ja\\_asuminen/nain\\_saastat\\_energiaa/lammonsaasto/sisalampotila](http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/nain_saastat_energiaa/lammonsaasto/sisalampotila)

[8] Lindab. Jäähdytyspalkki Plafond, haettu 1.12.2014

Saatavilla: <http://www.lindab.com/global/pro/products/Pages/Plafond.aspx>

[8] Lindab. Jäähdytyspalkki Plafond tuote-esite, haettu 9.12.2014

Saatavilla:

<http://itsolution.lindab.com/lindabwebproductsdoc/pdf/documentation/comfort/fin/technical/plafond.pdf>

[10] Stravent Oy. Jäähdytyspalkki Optimal, haettu 1.12.2014

Saatavilla: [http://www.stravent.fi/index.php?page=kattokulmaan-asennettava&hl=fi\\_FI](http://www.stravent.fi/index.php?page=kattokulmaan-asennettava&hl=fi_FI)

[11] Halton Oy. URH-poistoilmaventtiili, haettu 1.12.2014

Saatavilla: <http://www.halton.fi/halton/fi/cms.nsf/www/urh>

[12] Purmo. Paneeliradiaattorit-Purmo Compact, haettu 1.12.2014

Saatavilla: <http://www.purmo.com/fi/tuotteet/paneeliradiaattorit/purmo-compact.htm>

# LIITTEET

## LIITE 1. Rakennusmääräyskokoelma D2 ohjeavot

Taulukko 2. Toimistorakennukset #1

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta (dm <sup>3</sup> /s)/hlö	Ulkoilma- virta (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup>	Poistoilma- virta (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup>	Äänitaso L <sub>A,eq,T</sub> / L <sub>A,max</sub> dB	Ilman nopeus talvi / kesä m/s	Huom!	
Toimistohuone ja vastaavat tilat	8	1,5		33 / 38 *	0,20 / 0,30	*C1 ohje	
Neuvotteluhuone		4		33 / 38	0,20 / 0,30	#3	
Asiakastila		2		38 / 43	0,30 / 0,40	#2,	
Käytävätila		0,5		38 / 43	0,30	#2,	
Kahvio, taukotila		5		38 / 43	0,25		
Arkisto, varasto				0,35			
Tupakointitila: – rakennuksen käyttöaikana				20	38 / 43	0,30	#4
– rakennuksen käyttöajan ulkopuolella				10			#4
Kopiointihuone		1	4				
#1	Hygieniatilojen poistoilmavirrat kts. taulukko 11 Hygieniatilat.						
#2	Kiinteiden työpisteiden ilman nopeuden ohjeavot kuten toimistohuoneessa.						
#3	Jos rakennuksessa on kolme tai useampia neuvotteluhuoneita, on niiden ilmanvaihto oltava ohjattavissa tarpeen mukaan.						
#4	Tupakointitilan on aina oltava alipaineinen ympäröiviin tiloihin nähden.						