



# **JÄÄHDYTYSPANEELIEN JA -PALKKIEN KÄYTTÖAIKAINEN HUOLTOTARVE JA TOIMISTO- TYÖNTEKIJÖIDEN ASIAKASTYY- TYVÄISYYS JÄÄHDYTYKSEEN**

Paula Veikkolainen

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2014  
Talotekniikan koulutusohjelma  
LVI-tekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma  
LVI-tekniikka

VEIKKOLAINEN, PAULA:

Jäähdytyspaneelien ja -palkkien huoltotarve ja toimistotyöntekijöiden asiakastyytyväisyys jäähdytykseen

Opinnäytetyö 60 sivua, joista liitteitä 9 sivua  
Huhtikuu 2014

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja vertailla kahden eri jäähdytyskattojärjestelmän, jäähdytyspaneelien ja -palkkien, käyttöaikaista huoltotarvetta ja selvittää toimistotyöntekijöiden tyytyväisyyttä olemassa olevaan kesäajan jäähdytykseen. Huoltotarvetta pyrittiin kartoittamaan strukturoidun haastattelun avulla. Haastateltavina oli kahden eri kiinteistön kiinteistöhuollosta vastaavat henkilöt. Järjestelmien asiakastyytyväisyyttä selvitettiin sähköisen sisäilmastokyselyn avulla.

Haastatteluiden kautta selvisi, että kummassakin kiinteistössä sekä paneeli- että palkkikohteessa suljettu jäähdytysvesijärjestelmä ei kuulunut säännöllisten huoltojen piiriin kuin kylmäkoneikoiden osalta. Järjestelmien puhdistusta ei ollut resursoitu kenellekään, ja tämän vuoksi puhdistusta ei ollut suoritettu vielä kertaakaan. Kiinteistöhuolto oli saanut kummankin järjestelmän osalta paljon palautetta käyttäjiltä. Palkkikohteessa palaute liittyi vedon tunteen esiintymiseen ja liian alhaisiin lämpötiloihin, kun taas paneelikohteessa takuu-aika vaikutti palautteen määrään ja palaute koski suurempia järjestelmän ohjaukseen liittyviä ongelmia.

Sähköisestä asiakastyytyväisyyskyselystä saatu aineisto antoi kuvan kesäajan sisäilmasto-olosuhteista kahden eri kiinteistön avotoimistossa. Selkeimmät erot kahden eri kiinteistön vastaajien kesken liittyivät työympäristöön: vedon tunteen, kuivan ilman ja epämiellyttävien hajujen ja pölyjen esiintymiseen sisäilmassa. Jäähdytyspalkkikohteessa näitä sisäilmasto-ongelmia havaittiin useammin kuin paneelikohteessa.

Käyttäjätyytyväisyyskyselyn vastausprosentti jäi 45:een eli varsin pieneksi. Aineiston koko nähtiin kuitenkin tarpeeksi kattavana johtopäätösten tekemiseksi. Aineistoa analysoitaessa huomattiin vastaajan sukupuolen vaikutus vastauksiin. Tämä tulee ottaa huomioon, koska palkkikohteen vastaajat kaikki olivat naisia, kun taas paneelikohteessa miesvastaajia oli 60 %.

Tutkimus olisi ollut hyvä suorittaa lähempänä kesäaikaa, jolloin vastaajien tämänhetkiset tunneperäiset kokemukset eivät vaikuta vastausaineistoon. Vastauksia analysoitaessa on muistettava ihmisten yksilöllisten erojen vaikutus vastauksiin ja tutkimuksin havaittu virhemarginaali; parhaaseenkin sisäilmastoon tyytyväisiä on enintään 85 % vastaajista.

---

Asiasanat: jäähdytys, jäähdytyspaneelit, jäähdytyspalkit, toimistot, sisäilmasto

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Building Services Engineering  
HVAC Services

**VEIKKOLAINEN PAULA:**  
Cooling Panels and Beams in an office  
The Need of Maintenance and User Satisfaction

Bachelor's thesis 60 pages, appendices 9 pages  
April 2014

---

The aim of this Bachelor's thesis was to examine and compare the two different ceiling cooling systems, cooling panels and beams, and their maintenance as well as users' satisfaction with them in office buildings in summer time. The data was collected using structured interviews and an online survey. The interviewees were persons responsible for maintenance of two office properties. Customer satisfaction was studied through an online survey of indoor climate.

Through the interviews, it became clear that the closed cooling water systems were not part of the regular maintenance. Recourses for cleaning the systems had not been allocated to anyone and that is why the cleaning had not been done at all. Both systems had received a lot of feedback from users. The feedback on cooling beams was related to the occurrence of cold drafts and too low room temperatures. The warranty period affected the feedback on cooling panels and that is why the feedback concerned bigger problems in the system control.

The user satisfaction survey gave a picture of summer time conditions of indoor climate in two office properties. The most obvious differences between the answers of the users in the two different properties were related to the working environment: cold drafts, dry air and unpleasant smells and dust in the indoor air. These problems were seen more frequently with cooling beams than with panels.

The response rate of the user satisfaction survey was quite low, 45 %. The size of the data was still big enough to draw some conclusions. The data analysis showed that the gender of the respondents affected the answers. This should be considered because there was a difference in the number of male and female respondents between the two office properties.

It had been better to carry out the study closer to the summer time. Then the respondents' emotional experiences would have been more correct. When analyzing the results, we have to remember people's individual differences which affect the answers, and a margin of error also shown by studies: a maximum of 85 % of the respondents are pleased with the indoor air, although the climate would be of the best quality.

---

Key words: cooling, cooling beams, cooling panels, office, indoor climate

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tausta.....	7
1.2	Tavoitteet ja rajaus.....	8
1.3	Tutkimusmenetelmät .....	8
1.3.1	Haastattelut.....	8
1.3.2	Sähköinen kysely .....	9
2	LÄHTÖTIETOJA .....	10
2.1	Lämmönsiirtyminen.....	10
2.2	Jäähdytyskattojärjestelmä .....	11
2.2.1	Jäähdytyspaneelit .....	11
2.2.2	Jäähdytyspalkit.....	14
3	TOIMISTOT JA HYVÄ SISÄILMA.....	17
3.1	Toimistotilat.....	17
3.2	Sisäilmasto .....	18
3.2.1	Lämpötila .....	19
3.2.2	Veto .....	22
3.2.3	Kosteus .....	24
3.3	Sisäilmasto ja tuottavuus .....	25
3.3.1	Lämpöolot .....	27
3.3.2	Ilmanvaihto .....	28
3.3.3	Yksilöllinen säädettävyys .....	29
3.3.4	Kiinteistön ylläpito.....	30
4	HUOLTOTARVE .....	31
4.1	Strukturoitu haastattelu .....	31
4.2	LähiTapiola, PK1 .....	32
4.3	LähiTapiola, PK2.....	33
4.4	Haastatteluiden yhteenveto .....	35
5	ASIAKASTYYTYVÄISYYS.....	37
5.1	Sähköinen kysely .....	37
5.1.1	Kyselyaineisto .....	38
5.1.2	Työjärjestelyt.....	39
5.1.3	Työympäristö .....	41
5.2	Kyselyn yhteenveto.....	45
6	POHDINTA.....	48
	LÄHTEET.....	50
	LIITTEET .....	52

Liite 1. Haastattelumuistio, PK 1 .....	52
Liite 2. Haastattelumuistio, PK 2 .....	54
Liite 3. Sähköinen kysely .....	56

## LYHENTEET JA TERMIT

<i>met</i>	1 <i>met</i> = 58,2 W/m <sup>2</sup> , mikä vastaa 105 W suuruista kokonaislämpötehoa keskikokoisella miehellä
Emissiivisyys	kappaleen lähettämän säteilyn määrä verrattuna täysin mustan kappaleen säteilyyn
Johtuminen	lämmön siirtymistä aineen sisällä
Jäähdytyskattojärjestelmä	jäähdytyspalkein ja -paneelein toimivat jäähdytysjärjestelmät
Kastepiste	lämpötila, jossa vesihöyryä sisältävän kaasun suhteellinen kosteus on 100 %
Kondensoituminen	tiivistyminen, on aineen olomuodon muutosprosessi, jossa kaasumainen aine muuttuu nesteeksi
Konvektio	energian siirtymistä pinnan ja ilman tai nesteen välillä
Lämpöolot	sisäilman ja huonepintojen lämpötilat, ilman liike, sisäilmankosteus ja lämpötilavaihtelut
Lämpösäteily	sähkömagneettistasäteilyä, jota kappaleen lämpöliikkeessä olevat atomit tai molekyylit lähettävät
Näkyvyyskerroin	kappaleesta lähtevä lämpösäteilyn määrä, joka osuu tarkasteltavana olevaan pintaan
Oleskeluvyöhyke	huoneen osa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan, yläpinta on 1,8 metrin korkeudella lattiasta ja sivupinnat ovat 0,6 metrin etäisyydellä seinistä
Operatiivinen lämpötila	ilman lämpötilan ja huoneen pintojen säteilylämpötilojen lämpötilayhdistelmä
Optimaalinen lämpötila	lämpötila, johon suuren joukon enemmistö on tyytyväinen
Optimilämpötila	lämpötila, jossa henkilön lämpöaistimus on neutraali
Sisäilmasto	rakennuksen sisäilman, lämpöolojen ja ilmanvaihdon muodostama kokonaisuus
Sisäympäristö	sisäilmaston lisäksi käsittävät huonetilat, akustiset olot ja valaistuksen
Tuottavuus	tuotoksen ja sen aikaansaamiseksi käytettyjen panosten suhde
Turbulenssiaste	ilmannopeuden vaihtelu, joka määritellään nopeuden vaihtelun keskihajonnan suhteena keskinopeuteen

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Hellepäivien määrien lisääntyessä paljon puhutun ilmastonlämpenemisen seurauksena myös rakennusten lämpötilojen hallinnan merkitys kansanterveydelle kasvaa. Tutkimuksin on todettu, että lämpöolojen hallinta julkisissa rakennuksissa vaikuttaa työntekijöiden viihtyvyyteen, terveyteen ja työskentelyn tuottavuuteen. Tämän vuoksi jäähdytyksen suunnittelun tärkeys etenkin julkisissa rakennuksissa tiedostetaan. Rakennusten suunnitteluvaiheen tyyppitilahuoneistojen lämpötilasimulointien laadinta on yleistynyt paljon viime vuosina. Simulointien tulokset on hyvä ottaa huomioon jäähdytyksen suunnittelussa, kun halutaan rakentaa terveitä ja energiatehokkaita toimitiloja, joissa työntekijät viihtyvät ja pysyvät terveinä. (Palonen, J. & Kurnitski, J. 2007, 85.)

Kiinnostukseni opinnäytetyöaiheeseen sain vuonna 2012 Helsingissä järjestetyillä Finnbuild-messuilla, jossa tutustuin ensi kertaa kattosäteilypaneeleihin ja niiden mahdollisuuteen rakennusten jäähdyttämisessä ja lämmittämisessä. Paneeleita messuilla oli esittelemässä Itula Oy yhdessä HC-Engineering Oy:n kanssa. Osoitin kiinnostukseni aihetta kohtaan ja päädyimme opinnäytetyöni osalta yhteistyöhön yrityksen kanssa. Opinnäytetyöni aihe rajattiin käsittelemään kesäajan toimistotilojen jäähdytystä. Tutkimuksessa haluttiin selvittää ja vertailla kahden eri jäähdytysjärjestelmän käyttöaikaista huoltotarvetta ja asiakastyytyväisyyttä. Tarkastelun kohteena olivat kattosäteilypaneelit sekä ilmastointipalkit.

Itula Oy toimii Zehnder Group -kattosäteilyjärjestelmän maahantuoja ja järjestelmän systeemi-integraattorina ”avaimet käteen” -toimituksissa. Itula Oy:n tytäryhtiö HC-Engineering Oy vastaa Zehnder Groupin kattosäteilyjärjestelmän suunnittelusta kohteisiin. Tutkimusaineisto kerättiin toteuttamalla asiakastyytyväisyyteen liittyvä sähköinen kysely Helsingin seurakuntayhtymän kiinteistöjen käyttäjillä sekä haastattelemalla LähiTapiola -kiinteistön ylläpidosta vastaavia paneelien ja palkkien huoltotarpeesta.

## **1.2 Tavoitteet ja rajaus**

Työn tavoitteena on vertailla kahden eri jäähdytyskattojärjestelmän käyttöaikaista huoltotarvetta ja selvittää toimistotyöntekijöiden tyytyväisyyttä olemassa olevaan kesäajan jäähdytykseen. Olen jakanut työni kolmeen osaan; aluksi luvuissa 2 ja 3 selvitän lähtötietoja tutkimukseeni liittyen, jonka jälkeen luvuissa 4 ja 5 käsittelen keräämääni tutkimusaineistoa. Luku 6 käsittää tutkimukseni yhteenvedon ja pohdintaa.

Opinnäytetyöni täydentää osin Jarmo Pulliainen Itula Oy:lle tekemää opinnäytetyötä, Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmien elinkaarikustannusvertailun selvitys toimistorakennuksessa (2011). Työssään Pulliainen ei ole huomionnut jäähdytysjärjestelmien käyttöaikaisia huoltokustannuksia vaan keskittyy hankintakulujen ja energiakustannusten vertailuun. Omassa opinnäytetyössäni painopiste on käyttäjätyytyväisyystutkimuksessa ja tämän lisäksi selvitän jäähdytysjärjestelmien käyttöaikaista huolto- ja kunnossapidon tarvetta.

## **1.3 Tutkimusmenetelmät**

### **1.3.1 Haastattelut**

Työssäni haastattelin LähiTapiola -kiinteistön huoltomiehiä liittyen jäähdytyksen käyttöaikaiseen huoltoon ja kunnossapitoon. Haastattelut toteutettiin marraskuussa 2013. LähiTapiola -kiinteistö Espoossa jakaantuu kahteen osaan PK1 ja PK2, joista toisessa jäähdytysmuotona käytetään huonekohtaisia jäähdytyspalkkeja, kun taas toisessa osassa järjestelmänä ovat jäähdytyspaneelit.

Haastatteluista laadittiin muistiot (liitteet 1–2), jotka tarkastettiin ja hyväksyttiin haastateltavilla. Koska kiinteistössä on käytössä kumpikin järjestelmä, voidaan uskoa, että huoltotarpeen ja kunnossapidon vertailua voidaan pitää mahdollisena. Kiinteistöjen huollosta vastaa Lemminkäinen Oy.



### 1.3.2 Sähköinen kysely

Sähköinen sisäilmastokysely (liite 3) laadittiin Työterveyslaitoksen valmiin kyselykaavakkeen pohjalta. Kysymyksiä muokattiin opinnäytetyön tavoitteenasettelua silmällä pitäen. Tarkoituksena oli kuitenkin saada Työterveyslaitoksen sisäilmastotutkimuksen 2002 vastausaineisto vertailukohteeksi toteutettavalle opinnäytetyöhön saadulle aineistolle (Sundman & Reijula 2002, 1235–1240).

Sähköinen kysely lähetettiin Helsingin seurakuntayhtymän kiinteistöjen käyttäjille, koska LähiTapiola -kiinteistöstä ei saatu suostumusta kyselyn toteuttamiselle. Kyselyt lähetettiin kahteen eri kiinteistöön, joissa toisessa oli käytössä jäähdytyspaneelit ja toisessa aktiivipalkkijäähdytys. Kyselyt päästiin toteuttamaan paneelikohteeseen marraskuussa 2013 ja palkkien kohdalla tammikuussa 2014.

## 2 LÄHTÖTIETOJA

Kappaleessa kerrotaan opinnäytetyössä käsiteltävien jäähdytysjärjestelmien ominaisuuksista ja teknisestä toiminnasta. Aluksi kerrotaan lämmönsiirtymisen perusteista, jonka jälkeen perehdytään lähemmin kattojäähdytysjärjestelmiin. Kattojäähdytysjärjestelmistä lähemmin esitellään vesijärjestelmiin luetut jäähdytyspaneelit ja -palkit.

### 2.1 Lämmönsiirtyminen

Lämpöä siirtyy kolmella eri tavalla; johtumalla, konvektiona ja lämpösäteilynä. Kiinteissä rakenteissa lämmönsiirtyminen tapahtuu johtumalla. Lämmönjohtumista tapahtuu lämmönsiirtoaineesta lämpöä siirtävään pintaan ja johtumisen voimakkuuteen vaikuttavat pintamateriaalit ja niiden lämmönjohtavuus. Lämmönsiirtyminen konvektiona tarkoittaa energian siirtymistä pinnan ja ilman tai nesteen välillä. Konvektio voi olla pakotettua tai vapaata. Ilmavyöhykkeiden tiheuserosta johtuva lämmönsiirtyminen on vapaata konvektiota kun taas pakotetussa konvektiossa paine-ero synnyttää lämmönsiirtymisen. Lämpösäteilyssä energia siirtyy pintojen välillä sähkömagneettisina aaltoina. Lämpösäteily ei vaikuta suoraan huoneilman lämpötilaan, vaan huoneen pintoihin. Kahden pinnan välinen lämpösäteilyvirta on riippuvainen säteilevän eli lämpimämmän pinnan emissiivisyydestä sekä pintojen välisestä näkyvyyskertoimesta. (Babiak, Olesen & Petrás 2009, 9–10.)

Opinnäytetyössäni käsittelen lähemmin jäähdytyskattojärjestelmää. Jäähdytyskattojärjestelmään kuuluvat kirjan, Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka, mukaan joko jäähdytyspalkein ja -paneelein toimivat jäähdytysjärjestelmät (Seppänen & Seppänen 2007, 204). Näissä järjestelmissä lämmönsiirtyminen tapahtuu pääasiassa luonnollisella konvektiolla ja säteilyllä. Aktiivipalkkien kohdalla lämmönsiirto tapahtuu pakotetun konvektion avulla.

## 2.2 Jäähdytyskattojärjestelmä

Ilmastoinnin tarkoituksena on ylläpitää sopivia lämpöoloja ja hyvää ilmanlaatua rakennuksessa. Ilmastoinnin mitoituksessa kesän jäähdytystilanne on yleensä määräävin ilmvirtojen ja laitteiden valinnan kannalta. Jäähdytysteho huoneeseen voidaan tuoda joko jäähdytetyn ilman tai jäähdytetyn veden avulla. Opinnäytetyöni käsittelee kahta huoneistokohtaista jäähdytysjärjestelmää, jäähdytyspaneeleita ja -palkkeja, jotka kuuluvat vesijärjestelmiin. (Seppänen & Seppänen 2007, 200–201.)

Vesijärjestelmässä jäähdytysteho tuodaan huoneeseen jäähdytetyn veden avulla. Tällöin ilmanvaihto johdetaan huoneeseen erillisenä. Vesi jäähdyttää huoneilmaa erityisessä konvektorissa tai paneelissa, missä huoneilman lämpö sitoutuu viileään veteen. (Seppänen & Seppänen 2007, 200–201.)

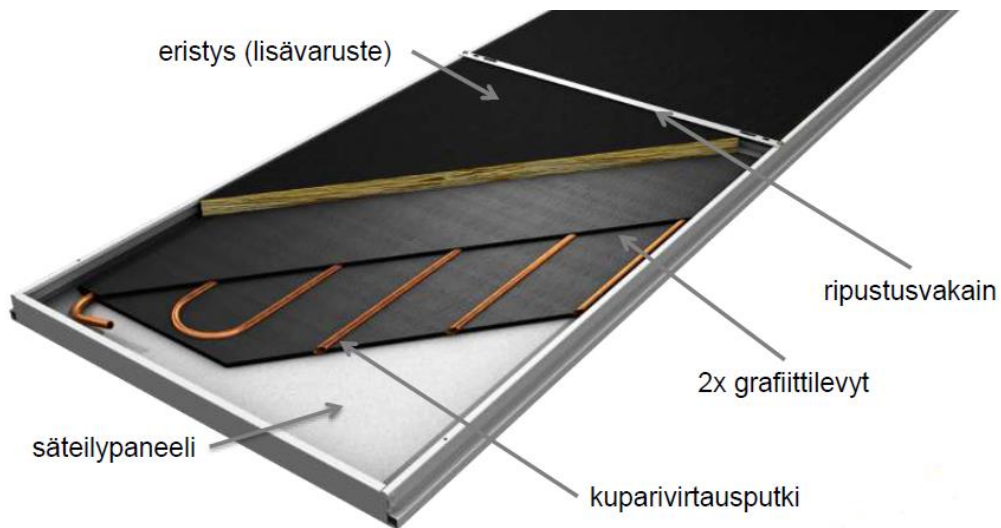
Seppänen (2004, 50–51) kertoo kirjassaan, Ilmastoinnin suunnittelu, että vesijärjestelmien jäähdytysteholla voidaan vaikuttaa lämpöoloihin aktiivisesti sekä passiivisesti. Jäähdytyspalkkijärjestelmä voidaan jakaa ominaisuuksiensa mukaan passiivi- ja aktiivipalkkeihin, kun taas paneelijärjestelmän toiminta on aina passiivista. Käsittelem näitä ominaisuuksia tarkemmin selittäessäni jäähdytyspaneelien ja -palkkien toimintaperiaatteita.

### 2.2.1 Jäähdytyspaneelit

Jäähdytyspaneelit ovat tasokattoelementtejä, jotka voidaan sijoittaa huonetilan kattoon osaksi alakattoa (Seppänen 2004, 51). Halli- ja varastotiloissa jäähdytyspaneelit asennetaan monesti suoraan kattorakenteisiin, vaakasuoraan rakenteiden alle. Jäähdytyspaneelit ovat paneeleja, joiden sisään on upotettu putkia (kuva 1). Jäähdytettäessä huoneilmaa paneelit keräävät lämpöä huoneilmasta itseensä ja näin laskevat ympäröivän tilan lämpötilaa. (Babiak, Olesen & Petrás 2009, 25.)

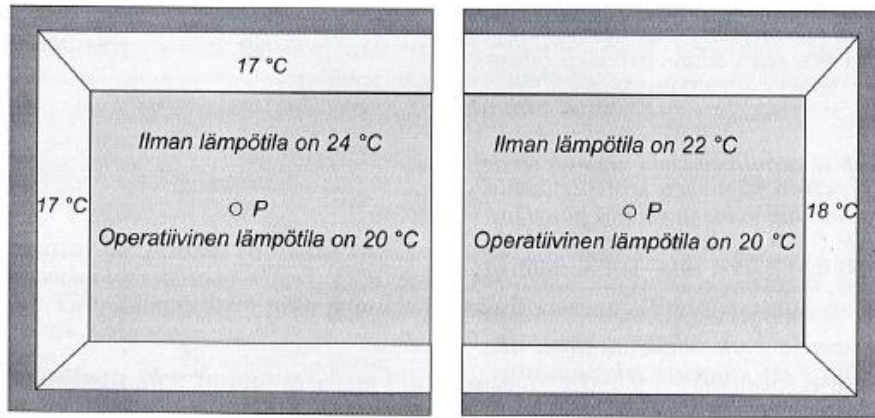
Paneeleissa valtaosa lämmöstä siirtyy säteilemällä (Seppänen 2004, 51). Paneelien ollessa säteily-yhteydessä lämpimiin huonepintoihin pinnat luovuttavat osan lämmöstään jäähdytyspaneelille ja siten pintalämpötila laskee. Noin 60 % jäähdytystehosta muodostuu tästä pintarakenteiden jäähtymisestä. Jäähdytystehosta 40 % perustuu kon-

vektioon, jossa lämmin huoneilma kohoaa tiheyseron johdosta jäähdytyspaneelin yläpuolelle luovuttaen lämpöä paneelille. Jäähtynyt ilma laskeutuu takaisin oleskeluvyöhykkeen ilmaan.



KUVA 1. Esimerkki kattopaneelista, jossa kupariset jäähdytysputket ovat upotettuina grafiittilevyyn (Itula Oy 2010, 16).

Paneelien jäähdyttäessä huoneen pintoja, huonelämpötila koetaan viileämmäksi kuin se todellisuudessa on. Näin voidaan pelkkään huoneilman jäähdytykseen perustuvaan järjestelmään verrattaessa säästää energiakustannuksissa. Jäähdytyspaneelija käytetään monesti suurissa tiloissa, kuten avotoimistoissa ja varastohalleissa. Koska lämmön siirtyminen tapahtuu pääosin säteilemällä, on paneelijärjestelmä usein energiatehokkaampi ratkaisu suurien tilojen jäähdyttämisessä. Pyrkimys on jäähdyttää tilojen pintoja, jotta sisälämpötila koettaisiin miellyttävänä. Kuvassa 2 nähdään, kuinka pintojen jäähdyttämisellä voidaan saavuttaa ihmisen aistima sopiva huonelämpötila. (Babiak, Olesen & Petráš 2009, 25–26.)

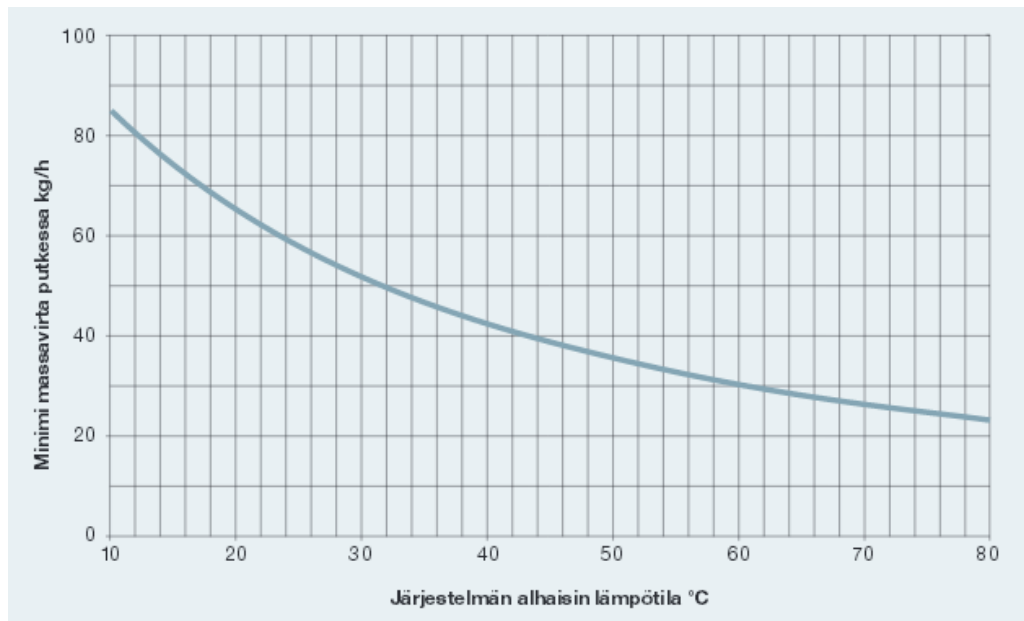


KUVA 2. Ihmisen aistimaan operatiiviseen lämpötilaan 20 °C päästään erilaisilla huoneilman ja rakennepintojen lämpötilayhdistelmillä (Harju 2008, 24).

Markkinoilta löytyy erityyppisiä jäähdytyspaneelityyppejä, mutta suosituin paneelijärjestelmä on alumiinipaneeleista rakennettu jäähdyttävä järjestelmä. Varustettaessa paneelit yläpuolisin eristyksin voidaan vähentää lämpöhäviöitä yläpuolisiin rakenteisiin (kuva 1). Yläpuolinen eriste myös toimii äänen absorptiota lisäävänä ja vähentää huoneen kaiuntaa. (Babiak, Olesen & Petrás 2009, 25.)

Paneelin ja putkien välinen liitântä vaikuttaa paljon niiden väliseen lämmönsiirtoon. Huonosti suunniteltu liitântä aiheuttaa paneelin pinnan ja jäähdytetyn veden lämpötilaeron kasvun ja jäähdytysteho laskee. Suunniteltaessa jäähdytyskattojen menoveden lämpötilaa tulee muistaa, että se jää kastepisteen yläpuolelle. Kondensoitumista saa esiintyä ainoastaan vain poikkeuksellisissa olosuhteissa ja paneelit tulee varustaa kastepisteantereilla. Automatisoinnilla kastepisteanhuri ehkäisee kondenssia käyttämällä säätötekniikkaa menolämpötilan nostamiseksi ja kostean ilman tulon keskeyttämiseksi. Minimi menoveden lämpötilana paneeleille suositellaan 14 °C. (Kurnitski 2012, 78; Itula Oy 2010, 34.)

Paneelien putkistossa tulee olla turbulenttinen virtaus tavoiteltujen jäähdytystehojen saavuttamiseksi. Vähimmäismassavirta riippuu järjestelmän alhaisimmasta lämpötilasta, joka jäähdytysjärjestelmässä tarkoittaa kylmän veden syöttölämpötilaa. Kuvassa 3 on esitetty minimimassavirta eri syöttöveden lämpötiloilla. Jos minimimassavirtaa ei saavuteta, teho saattaa laskea jopa 15 %.



KUVA 3. Jäähdytyspaneelin minimimassavirran riippuvuus järjestelmän alhaisimmasta lämpötilasta (Itula Oy 2010, 34).

Verrattaessa jäähdytyspaneeleita jäähdytyskonvektoreihin, tarvitaan paneeleita pinta-alaltaan huomattavasti enemmän, heikomman lämmönsiirron johdosta (Seppänen 2004, 51). Paneelien etuna on pieni varaava massa, jolloin jäähdytysaika on varsin lyhyt ja reagointiaika muuttuviin lämpötiloihin on nopea. Toisin kuin konvektoreista, paneelijärjestelmästä saadaan säteilylämmönsiirrosta johtuen täysin vedoton, jolloin myös pölyn siirtyminen ilmavirtojen johdosta vähenee. Paneelien huollon tarve on vähäinen ja käsittää ainoastaan paneelipintojen pyyhinnän, jotta lämmönsiirtoteho paneeleilla ei laske. (Kurnitski 2012, 79–80).

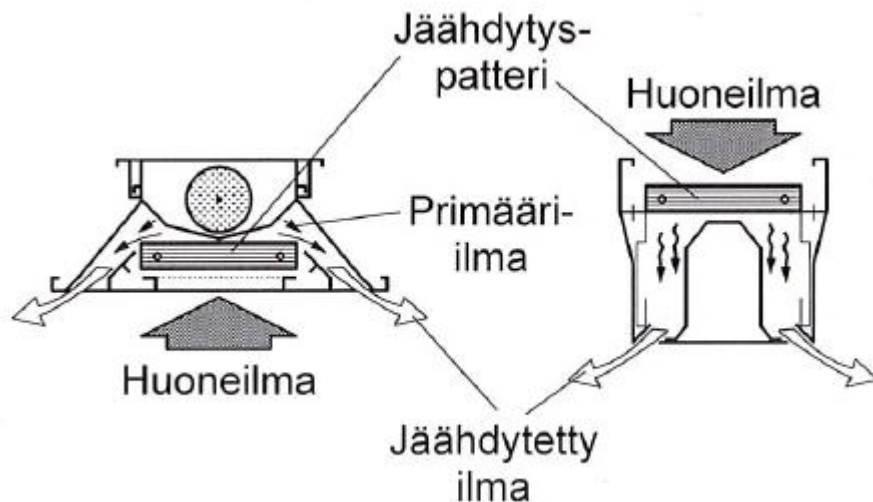
Huoneistojen ilmastointia suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon jäähdytyksen ja ilmanvaihdon yhteen sovittaminen. Hyvin suunniteltu ratkaisu voi lisätä jäähdytyspaneelien tehoa jopa 15 %, kun tuloilmavirrat suunnataan kulkemaan paneelia pitkin. Tällöin ilmavirtaukset tulee miettiä tarkkaan, jotta epäsuotuisaa ilmanliikettä ei pääse esiintymään tilassa työskenteleville. (Itula Oy 2010, 15.)

### 2.2.2 Jäähdytyspalkit

Ilmastointipalkit jäähdyttävät huonetilaa palkeissa kiertävän kylmän veden avulla. Jäähdytysvesiverkosto on suljettu järjestelmä kuten jäähdytyspaneeleissakin ja jäähdytetty vesi tuotetaan vedenjäähdytyskoneessa. Nykyään myös maakylmän käyttäminen on

lisääntymässä jäähdytysvesiverkoston veden jäähdyttämisessä. Kuten paneelienkin kohdalla, palkkien säätö voidaan toteuttaa huonekohtaisesti, jolloin käyttäjillä on mahdollisuus vaikuttaa työpisteensä lämpötilaan.

Jäähdytyspalkin toiminta perustuu konvektioon eli jäähdytyspatterin läpi virtaavaan huoneilmaan. Jäähdytyspalkki muodostuu jäähdytysveden kiertoputkesta ja siihen tiiviisti liitetystä lamelleista, joiden tarkoituksena on lisätä laitteen lämmönsiirtopintaa. Laitetta ympäröi kotelo, jonka ylä- ja alaosassa sijaitsevat ilmaraot. Ilmastointipalkit voidaan jakaa ominaisuuksiensa mukaan passiivi- ja aktiivipalkkeihin (kuva 4). Passiivisessa palkkijärjestelmässä lämmin huoneilma jäähtyy lämmön siirtyessä vapaan konvektion avulla jäähdytysveteen. Lisäksi palkin kylmä ulkopinta jäähdyttää säteilyn ja konvektion muodossa. Lämmönsiirrosta noin 80 % tapahtuu konvektiona ja noin 20 % säteilynä. Jäähdytyspalkin läpi voidaan tuoda myös tuloilmaa, jolloin puhutaan aktiivisesta palkkijärjestelmästä. Tällöin palkki toimii samalla tuloilmalaitteena. Lämmönsiirto on aktiivipalkkeissa passiivipalkkeja tehokkaampaa. (Seppänen 2004, 50–51.)



KUVA 4. Passiivisen ja aktiivisen ilmastointipalkin toimintaperiaate. Oikealla passiivipalkki, jossa ilma virtaa painovoimaisesti jäähdytyspatterin läpi. Vasemmalla aktiivipalkki, jossa tuloilma indusoi huoneilman virtauksen patterin lävitse. (Seppänen 2004, 51.)

Ilmastointipalkkien jäähdytysteho määräytyy huoneen lämpökuormien sekä huoneen tuloilman esikäsittelyasteen mukaan. Palkit soveltuvat hyvin tiloihin, joissa jäähdytystehontarve on suuri ja tarvittava tuloilmavirta on suhteellisen pieni, kuten toimistotiloissa. Soveltuvuus kosteisiin tiloihin on sen sijaan huono kondensointivaaran johdosta.

Seppänen kertoo kirjassaan, Ilmastoinnin suunnittelu (2004), että jäähdytyspalkin menoveden lämpötila mitoitetaan siten, että saadaan aikaan riittävän suuri keskimääräinen lämpötilaero jäähdytysveden ja huoneilman välille. Jäähdytyspalkit, kuten -paneelitkin, toimivat kastepisteen yläpuolella ja jäähdytetyn veden menolämpötilan sekä palkin pintalämpötila tulee olla huoneilman kastepistelämpötilaa korkeampi. Toimistorakennuksissa menoveden lämpötilaksi valitaan useimmiten 14 °C tai 15 °C. Palkit tulee aina varustaa kosteusanturein. Meno- ja paluueden lämpötilaero tulee olla vähintään 3 °C, jotta putkikoot eivät kasva liian suuriksi ja jäähdytysvesivirran tulisi olla turbulentsista, jotta lämmönsiirto olisi tehokasta.

Jäähdytyspalkit voidaan sijoittaa huonetiloihin usealla eri tavalla. Tavallisimmin ilmastointipalkit asennetaan jäähdytettävän huonetilan kattoon joko ilman alakattoa tai osaksi sitä. Sijoittelussa tulee ottaa huomioon eri taloteknisten järjestelmien yhteensovittaminen ja monesti yhteistyö arkkitehdin ja sähkösuunnittelijan kanssa on välttämätöntä. Aktiivipalkkien suunnittelussa ja sijoittelussa tulee erityisesti huomioida viileät ilmavirtaukset, jotta ne saadaan hallituiksi oikealla tavalla. Työpisteiden, seinien, ovien ja huonekalujen sijainnit tulisi huomioida tarkkaan suhteessa palkkien sijoittumiseen katossa. Myös palkkien sijoittaminen toisiinsa nähden tulee miettiä, jotta ilmavirrat eivät häiritse toisiaan ja aiheuta vedon tunnetta. (Seppänen 2004, 52–53.)

Teknisesti palkkijärjestelmä on yksinkertainen ja huollon tarve on vähäinen. Eri valmistajien suosittelemat huoltovälit palkkijärjestelmälle vaihtelevat välillä 1–3 vuotta ja huolto käsittää tällöin palkkien pintojen puhdistuksen ja lamellivälien imuroinnin. Huollon suorittamiseksi tulee olla perehtynyt palkkien toimintaperiaatteeseen, sillä lamellivälien imuroimiseksi tulee palkin etulevy avata. Myös ilmavirransäädin ja vesivirran säätöventtiilin toiminta tulee tarkistaa säännöllisin väliajoin. (Korkala & Laksola 2009, 63.)



### 3 TOIMISTOT JA HYVÄ SISÄILMA

Kappale jakaantuu kolmeen osioon. Alussa kerrotaan toimistotiloille tyypillisistä ominaisuuksista ja suunnittelun lähtökohdista. Tämän jälkeen käsitellään sisäilmastolle tyypillisiä ominaisuuksia ja niiden huomioon ottamista toimistotiloissa. Lopuksi sisäilma-olosuhteita käsitellään työn tuottavuuden kannalta sivuten eri tutkimuksin hankittua aineistoa.

#### 3.1 Toimistotilat

Toimistotiloissa tapahtuva työ on pääsääntöisesti fyysisesti kevyttä ja pääosin siistiä sisätyötä. Toimistotyöntekijät viettävät suurimman osan työpäivästään työpisteellään, tietokoneen ääressä ja tällöin rakennuksen sisäilman laadulla on tärkeä merkitys työntekijöiden hyvinvointiin ja työnlaatuun.

Toimistotilat määräytyvät organisaatioiden tilantarpeen ja työntekijöille parhaiten soveltuvien tilaratkaisuiden mukaan avotilatyypisistä ratkaisuista erillisiin toimistohuoneisiin perustuviin ratkaisuihin. Toimistotilojen suunnittelun lähtökohtana on työn luonne. Toisissa tehtävissä edellytetään vuorovaikutusta ja ryhmätöitä, kun taas osa töistä vaatii keskittymisrauhaa, yksityisyyttä ja säilytystilaa työpisteen lähellä. Myös asiakastapaamiset ja neuvottelut vaativat oman tyyppiset tilansa. (Nissinen 2003, 5.)

Ihmisten erilaisuus vaikuttaa osaltaan tilaratkaisuihin toimistoissa. Monesti vanhemmat ihmiset kaipaavat omaa rauhaa enemmän. Nuoremmat työntekijät usein arvostavat avotilatyypisten tilojen vuorovaikutteisuutta, jolloin oppiminen organisaation vanhemmilta ja kokeneemmilta työntekijöiltä mahdollistuu paremmin. Avotilatyypiset toimistotilaratkaisut ovat tulleet koko ajan yleisimmiksi ja perusteluna tälle ovat paremmat vuorovaikutusmahdollisuudet sekä tehokkaampi tilankäyttö. Avotoimistoissa työpistettä kohti varataan tilaa 2–3 m<sup>2</sup> vähemmän kuin perinteisessä huonetoimistossa. (Nissinen 2003, 5 ja 70.)

Toimistotiloille ja työpisteiden suunnittelulle on annettu ohjeistusta RT -kortissa 95–10717 (2000). Taulukossa 1 on esitetty toimistotyöpisteen vaatima tila ilman käytävä- ja

liikennetiloja. Tilantarve vaihtelee välillä 6–30 m<sup>2</sup> riippuen tilan työntekijöiden määrästä sekä työhuoneen tarkoituksesta. Useampia työpisteitä suunniteltaessa samaan tilaan on pohjapinta-alaa oltava vähintään 16 m<sup>2</sup>. Tällöin työpisteen tilavaraus on noin 8–9 m<sup>2</sup>/työpiste ja ratkaisussa tulee taata luonnonvalon saanti ja näkymä ulos kaikista työpisteistä. Taulukossa 1 peruslähtökohtana on, että alle 10 m<sup>2</sup>:n tiloja ei suunnitella vaan 6–8 m<sup>2</sup>:n työpisteen tilantarve esiintyy vain avotilojen yhteydessä.

TAULUKKO 1. Toimistopisteiden laskennallinen mitoitus. Pinta-aloissa ei käytävä- ja liikennetiloja. (RT 95–10717, 2.)

työhuoneen käyttötarkoitus	kalusteet <sup>1</sup>	työhuoneen koko m <sup>2</sup> työntekijöitähuone		
		1	2	3
- työpiste, avotila työpistekalustus	1, 2, 3, 4 (1,44 m <sup>2</sup> ...1,67 m <sup>2</sup> )	6...8	-	-
- työhuone, tavallinen työpistekalustus ja vierailijatuolit	1, 2, 3, 4, 5, 6 (3,44 m <sup>2</sup> ...3,67 m <sup>2</sup> )	10...13	16...18	22...25
- työhuone, keskikoko työpistekalustus ja neuvotteluryhmä	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8 (5,84 m <sup>2</sup> ...6,07 m <sup>2</sup> )	15...17	20	24...30
- työhuone, iso - edustava työpistekalustus, neuvottelu- ja istuskeluryhmä	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 (6,11 m <sup>2</sup> ...6,34 m <sup>2</sup> )	18...25	-	-

Taulukossa peruslähtökohtana on, että alle 10 m<sup>2</sup> suuruisia työhuoneita ei suunnitella muuta kuin poikkeustapauksissa.

<sup>1</sup>Taulukossa olevat kalusteet, kalusteiden mitat ja pinta-alat

1 Työpöytä	1600 × 800 mm	1,28 m <sup>2</sup>
2 Työtuoli (pyörillä)	600 × 600 mm	0,36 m <sup>2</sup>
3 Päätepöytä	900...1200 × 1200 mm	1,08 m <sup>2</sup> ...1,44 m <sup>2</sup>
4 Apupöytä	600 × 1000...1500 mm	0,60 m <sup>2</sup> ...0,90 m <sup>2</sup>
5 Arkistokaappi-hyllykkö	450 × 800 mm	0,36 m <sup>2</sup>
6 Asiakas- tai vieraspöytä	640 × 570 mm	0,36 m <sup>2</sup>
7 Vaatekomerotai-naulakko	450 × 600 mm	0,27 m <sup>2</sup>
8 Neuvotteluryhmä	1200... × 2000...mm	2,4...m <sup>2</sup>
9 Istuskeluryhmä	1600... × 2800...mm	4,5...m <sup>2</sup>

### 3.2 Sisäilmasto

Hyvä sisäilmasto ja ilmanvaihto edesauttavat tilojen käyttäjien kuin myös rakenteiden hyvinvointia ja terveyttä. Huono sisäilman laatu aiheuttaa epäpuhtauksien kuten homeiden kasvua rakenteissa ja lisää sairaustapauksia ja työkyvyn heikkenemistä aiheuttaen mittavia kuluja yhteiskunnalle. (Seppänen & Seppänen 2007, 15.) Sisäilmasto-olosuhteiden puutteellisuuteen on herätty ja vuonna 2009 ympäristöministeriö käynnisti viisivuotisen toimintaohjelman, Kosteus- ja hometalkoot, jonka tehtävänä on saattaa alkuun suomalaisen rakennuskannan tervehdyttäminen. (Kosteus- ja hometalkoot 2013.)

Vuonna 2008 julkaistun sisäilmastoluokituksen tavoitteena on rakentaa entistä terveellisempiä ja viihtyisämpiä rakennuksia. Luokitukset on tarkoitettu käytettäviksi asetettaessa sisäilmastotavoitteita tavanomaisiin työ- ja asuintiloihin. Sisäilmastoluokitus on tarkoitettu eritoten käytettäväksi apuna rakennus- ja talotekniseen suunnitteluun ja urakointiin sekä rakennustarviketeollisuuden uudisrakentamisessa. Soveltuvien osien luokituksista voidaan hyödyntää myös korjausrakentamisessa. Luokitus antaa sisäilmaston tavoite- ja suunnittelu-arvot, jotka täydentävät rakentamiseen liittyviä asiakirjoja, kuten Suomen rakentamismääräyskokoelmaa. (Sisäilmaluokitus; Säteri 2008, 1.)

Sisäilmastoluokkia on kolme; S1, S2 ja S3. Sisäilmaston laatuvaatimukset kasvavat S3-luokasta S1-luokkaan. S3-luokka vastaa tyydyttävää sisäilmastoa. Lämpöolot, ilmanlaatu ja valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. Sisäilmastoluokka S2 on määritelty hyvän sisäilmaston perustasoksi. S2-luokan tavoitteet kuvaavat hyviä lämpöoloja ja ilmanlaatua sekä ääni- ja valaistusolosuhteita. S1-luokan lämpöolot ja valaistus ovat säädettävissä yksilöllisemmin kuin luokassa S2 ja ihmisperäisten epäpuhtauksien määrä on pienempi. Olosuhteiden pysyvyys on S1-luokassa parempi kuin S2-luokassa. (Säteri 2008, 2.)

### 3.2.1 Lämpötila

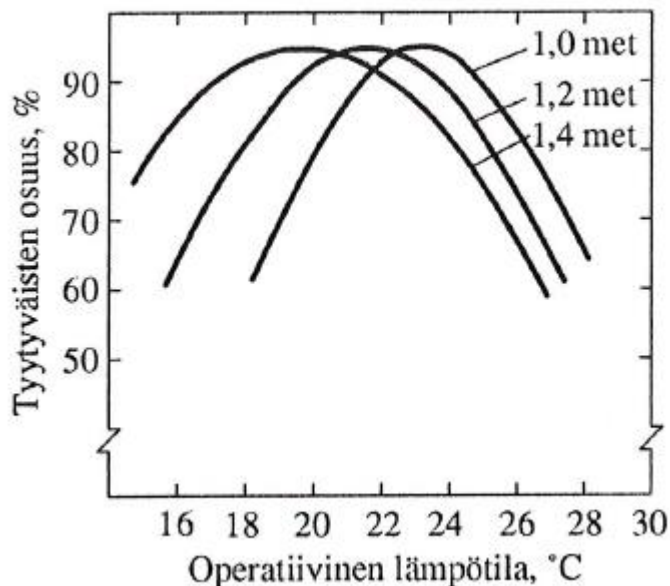
Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 (2012, 9) esitetään, että rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että kesäaikana huonelämpötilat eivät lämpene haitallisesti. Ensisijaisesti lämpötilaolojen hallinnassa käytetään rakenteellisia keinoja kuten aurinkosuojausta. Jos jäähdytysjärjestelmä on kuitenkin rakennettava, se suunnitellaan ja rakennetaan hyvällä hyötysuhteella toimivaksi.

Lämpötila on yksi sisäilman tärkeimmistä tekijöistä. Lämpötilan ihanearvosta poikkeaminen aiheuttaa epäviihtyvyyttä ja poikkeaman kasvaessa se alkaa rasittaa ihmisen elimistöä vaikuttaen terveydentilaan. Korkean lämpötilan kuormittavuutta elimistölle voidaan verrata ruumiillisen työn kuormittavuuteen. Sopimattoman lämpötilan vaikutukset voivat olla suoria tai välillisiä. Yksinään korkea lämpötila voi nostaa kehon sisäosien lämpötilaa ja aiheuttaa nestevajauksen ja lämpöuupumisen. Toimistotyössä kuitenkin korkean lämpötilan välilliset vaikutukset ovat yleisempiä. Sopimaton sisälämpötila aiheuttaa helposti erilaista oireilua ja epäviihtyvyyttä. Lämpötilan nousu lisää ilman

kuivuuden tunnetta ja materiaalien epäpuhtauspäästöjä ja vaikuttaa ihmisen henkiseen ja fyysiseen suoriutuskykyyn. (Seppänen & Seppänen 2007, 12, 15.)

Ihmisen kokemaan lämpöaistimukseen vaikuttaa huoneen lämpötila, lämpösäteily, ilman virtausnopeus ja kosteus sekä ihmisen toiminta ja vaatetus. Rakennuksen lämpötilat ja ilmastointijärjestelmä tulee suunnitella siten, että lämpötila on optimaalinen. Optimaalisella lämpötilalla tarkoitetaan lämpötilaa, johon suuren joukon enemmistö on tyytyväinen. Tyytyväisyyteen vaikuttavat ihmisten yksilöllinen vaatetus ja lämmöntuotanto. Yksittäisen henkilön kohdalla optimilämpötila on tilanne, jossa henkilön lämpöaistimus on neutraali. (Seppänen 2004, 2.)

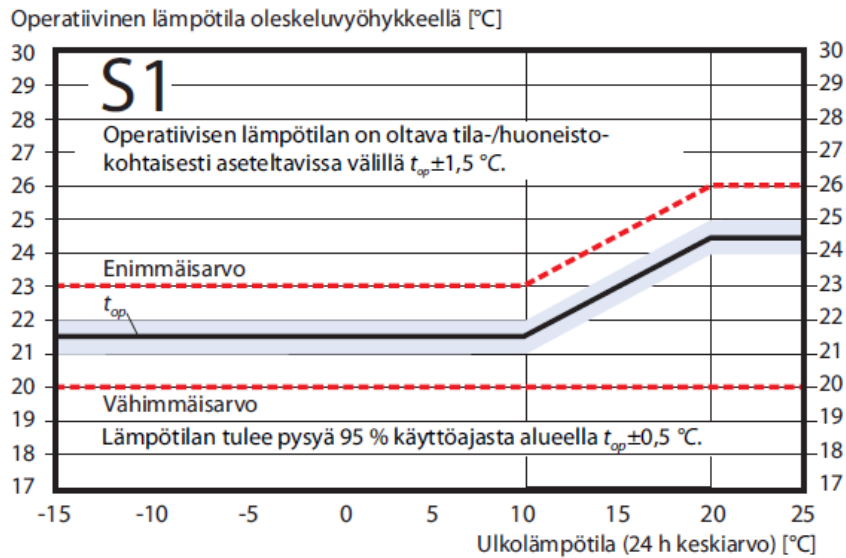
Optimaalinen lämpötila ilmaistaan yleensä operatiivisena lämpötilana, johon vaikuttavat ilman lämpötila ja huoneen pintojen lämpötilat. Kuvassa 5 esitetään lämpöoloihin tyytyväisten osuus suhteessa operatiiviseen lämpötilaan. Eri käyrät esittävät aineenvaihdunnan lämmöntuottoa, joka esitetään suureella met. Kuvan 1,2 met-arvoa vastaa toimistotyön aineenvaihdunnan lämmöntuottoa. Arvo 1 vastaa rauhallista istumista ja 1,4 met voidaan nähdä kevyenä seisomatyönä.



KUVA 5. Tyytyväisten osuus suhteessa operatiiviseen lämpötilaan ja aineenvaihdunnan lämmöntuottoon (Seppänen 2004, 4).

Kuvasta 5 voidaan päätellä, että toimistotyöhön sopiva lämpötila on noin 21,5 °C. Myös Rintamäki (2012) ohjeistaa artikkelissa, Mikä on sopiva lämpötila toimistossa?, toimistojen tavoitelämpötilaksi talvella 21,5 °C ja kesällä 24,5 °C. Eri vuodenaikojen tavoite-

lämpötilaan sisällä vaikuttaa ihmisten vaatetuksen erot ulkolämpötilan muutoksen johdosta. Kuvassa 6 nähdään Suomen suositus, kuinka huonelämpötilan tulisi seurata ulkolämpötilan vuorokausikeskiarvoa. Tällöin otetaan huomioon vaatetuksen erot eri vuodenaikoina.



KUVA 6. Sisäilmastoluokassa S1 mukainen operatiivisen lämpötilan optimiarvo sekä ylä- ja alaraja ulkolämpötilan vuorokausikeskilämpötilasta riippuvana (RT 07-10946 2008, 6).

Toimistotyö nähdään kevyenä istumatyönä. Tällöin lämmöntuotanto on työntekijöillä vähäistä ja lämpötilojen pienetkin muutokset havaitaan selvästi. Poikkeamat lämpötilassa vaikuttavat helposti ihmisten viihtyvyyteen. Mitattaessa ihmisten tyytyväisyyttä lämpöoloihin tulee muistaa, että yksilöllisten erojen johdosta parhaimmillaan 85 % työntekijöistä on tyytyväisiä lämpötilaan työpisteellään. Tähän seikkaan voidaan vaikuttaa huonekohtaisella lämpötilan säädöllä. Kenttämittausten pohjalta on havaittu, että  $\pm 2 \text{ °C}$  säätömahdollisuus riittää kattamaan yksilöllisistä eroista johtuvan lämpötilan säätötarpeen. (Seppänen 2004, 6.)

### 3.2.2 Veto

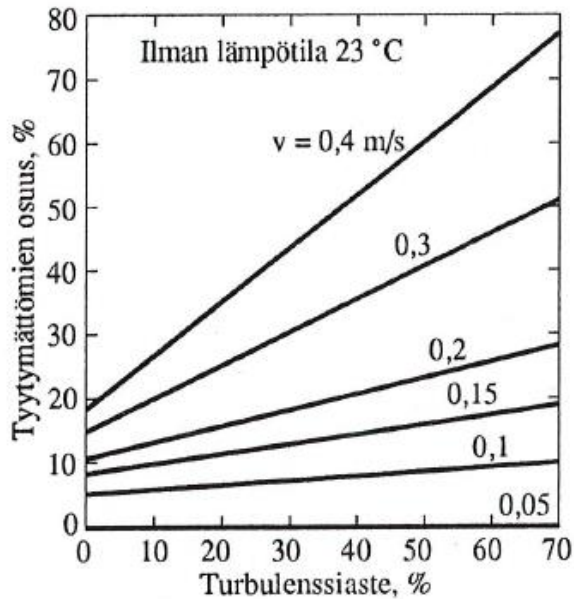
Seppänen (2008, 25) selittää vedon tunteen selkeästi kirjassaan Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Veto on aistimus, joka syntyy ihon paikallisesta liian voimakkaasta jäähtymisestä. Vedon tunteen aiheuttaa lämmönsiirtyminen ja tunteeseen vaikuttavat ilman lämpötilan säteilemällä tapahtuva lämmönsiirto sekä ilman liike.

Vedon aistii herkemmin, jos huoneen lämpötila on alhaisempi kuin lämpöneutraali vastaava optimilämpötila. Jos taas lämpötila on korkeampi kuin optimi, voidaan ilmavirtaus aistia miellyttävänä sen tehostaessa kehon jäähtymistä. Kun ilman keskinopeus kasvaa ja lämmönsiirtyminen tehostuu, syntyy vedon tunne. Sisäilmastoluokitus 2008 on antanut ilman virtausnopeudelle ohjearvoja, jotka ovat nähtävillä taulukossa 2 (RT 07-10946 2009, 6).

TAULUKKO 2. Ilman liikenopeuden tavoitearvot (RT 07-10946 2009, 6).

Suure	Ilman liikenopeus m/s		
	S1	S2	S3
$t_{\text{ilma}} = 21 \text{ °C}$	<0,14	<0,17	0,2 (talvi)
$t_{\text{ilma}} = 23 \text{ °C}$	<0,16	<0,20	
$t_{\text{ilma}} = 25 \text{ °C}$	<0,20	<0,25	0,3 (kesä)

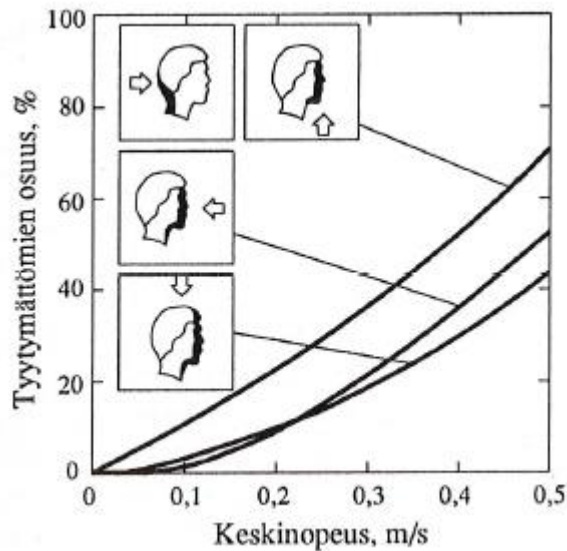
Myös ilman nopeuden vaihtelut ja ilmavirtauksen lämpötila aiheuttavat vedon tunnetta (Seppänen 2004, 9). Ilman liikkeen vaihteluita ilmaistaan turbulenssiasteella, joka määrittellään vaihtelun keskihajonnan suhteena keskinopeuteen. Mitä suurempi ilman liikkeen vaihtelu eli turbulenssiaste on, sitä helpommin ilman liike aistitaan vedon tunteena. Ilmavirtauksen lämpötilalla on myös merkitystä aistimuksen suuruuteen. Kuvassa 7 nähdään turbulenssiasteen vaikutus tyytymättömien osuuteen 23 °C lämpötilassa. Ilman lämpötilan noustessa tyytymättömien osuus pienenee ja lämpötilan laskiessa osuus suurenee. (Seppänen 2001, 20.)



KUVA 7. Turbulenssiasteen ja ilman virtausnopeuden vaikutus vetoa tuntevien määrän osuuteen huonelämpötilassa 23 °C (Seppänen 2001, 20).

Toimistotiloissa merkittävin veto-ongelmien aiheuttaja on yleensä jäähdytys. Jäähdytyksen ja tuloilman aiheuttamat viileät ilmavirrat aiheuttavat helposti vedon tunteen. Viileät tuloilmasuihkut voivat törmätä rakenteisiin, valaisimiin tai suuntautua suoraan kohti työpistettä. Myös toisiinsa törmäävät ilmavirrat voivat olla hallitsemattomia. Tuloilmavirtojen suuntaus tulisikin huomioida tarkkaan toimistotiloissa. Huomio on myös kiinnitettävä suuriin ikkunapintoihin, jotka voivat vaikuttaa vedon tunteen esiintymiseen. Talvella kylmät ikkunat ovat merkittävä vedon aiheuttaja, kun taas kesällä lämpimät ikkunapinnat nostavat operatiivista lämpötilaa. (Työterveyslaitos 2011)

Ihminen aistii vetoa eri tavoin eri kehonosillaan. Herkimmin vedon aistii niskassa. Kuvasta 8 voidaan havaita, että niskaan ja kasvoihin alhaalta päin kohdistuva veto koetaan selvästi epämiellyttävämpänä kuin suoraan kasvoihin tai päälakeen kohdistuva ilmavirtaus.



KUVA 8. Vetoa tuntevien osuus ilmavirtauksen suunnasta ja nopeudesta riippuvana turbulenssiasteen ollessa 5 % (Seppänen 2001, 21).

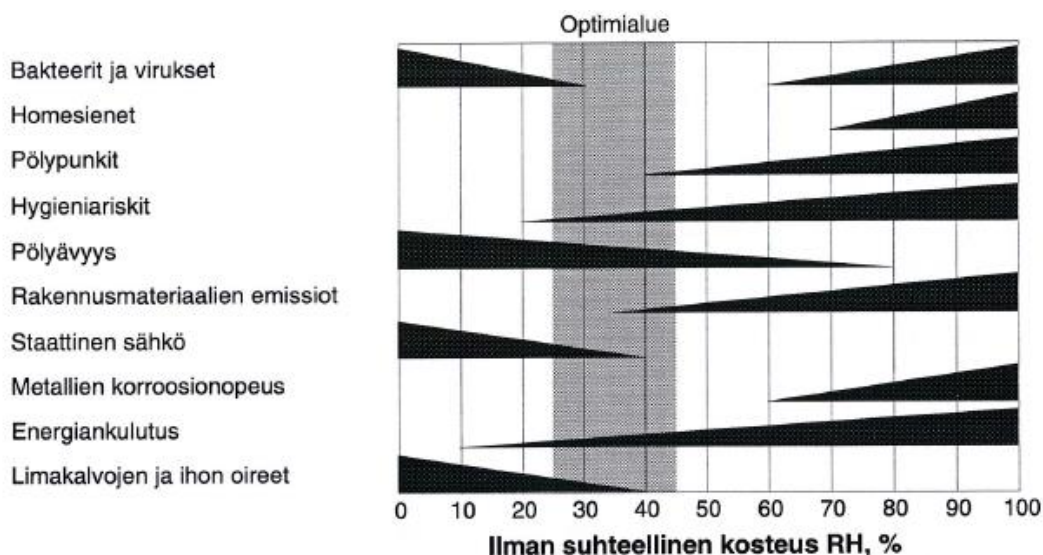
### 3.2.3 Kosteus

Sisäilman kosteus vaikuttaa lämpötilan kokemiseen, hikoilun tehokkuuteen sekä hengitykseen. Kosteudella on myös vaikutus pölyn leviämiseen ilmassa, bakteerien leviämiseen ja kasvuun sekä ihon ja limakalvojen kosteustasapainoon. Vaikutukset työviihtyvyyteen ja terveyteen voivat siis olla joko välittömiä tai välillisiä. Kosteuden vaikutus lämpöviihtyvyyteen eroaa työn raskauden mukaan. Kevyessä istumatyössä vaikutukset eivät ole yhtä suuria kuin raskaassa työssä, jossa suuri kosteus vaikeuttaa hien haihtumista ihon pinnalta ja lämmön luovutus ympäristöön huononee. (Työturva 2008)

RT-kortissa 95–10718 (2000) suositeltavana ilman suhteellisen kosteuden arvona pidetään noin 25 % – 45 %. Sekä liian kostea että kuiva ilma vaikuttavat haitallisesti ihmiseen ja voivat muun muassa aiheuttaa allergioita. Liian kuiva sisäilma kuivattaa silmiä ja limakalvoja sekä lisää pölyn leviämistä ja edelleen aiheuttaa hengitystiesairauksien esiintyvyyttä. Liian kuivalla ilmalla on havaittu yhteys lisääntyneeseen riskiin saada ylempien hengitysteiden infektio. On myös huomattu, että hengitysallergikot kärsivät enemmän kuivassa ilmassa. Ilmeisesti hengitysilmän epäpuhtaudet vaikuttavat enemmän kuivassa kuin kosteassa ilmassa. Kuvassa 9 on esitetty eri mikrobeille suotuisat ja epäsuotuisat kasvun ja esiintymisen edellytykset eri suhteellisen kosteuden arvoilla.



Ilman korkea kosteuspitoisuus, yli 45 %:in suhteellinen kosteus, sen sijaan edistää pölypunkkien, sienten ja muiden mikrobien elinmahdollisuuksia (Seppänen 2008, 24). Tämän vuoksi varsinkin rakennusvaiheessa on huomioitava, että kaikkien rakennusaineiden tulee olla riittävän kuivia ennen päällysteiden asentamista, jotta rakenteisiin ei jää kosteutta. Liika kosteus on suotuisa ympäristö homeen esiintymiselle. Home aiheuttaa rakenteiden tuhoutumista sekä terveyshaittoja ihmisille. (RT 95-10718, 5.)



KUVA 9. Ilman suhteellisen kosteuden merkitys eri mikrobien kasvuun ja esiintymiseen (Torikka, Hyypöläinen, Mattila & Lindberg 1999, 25).

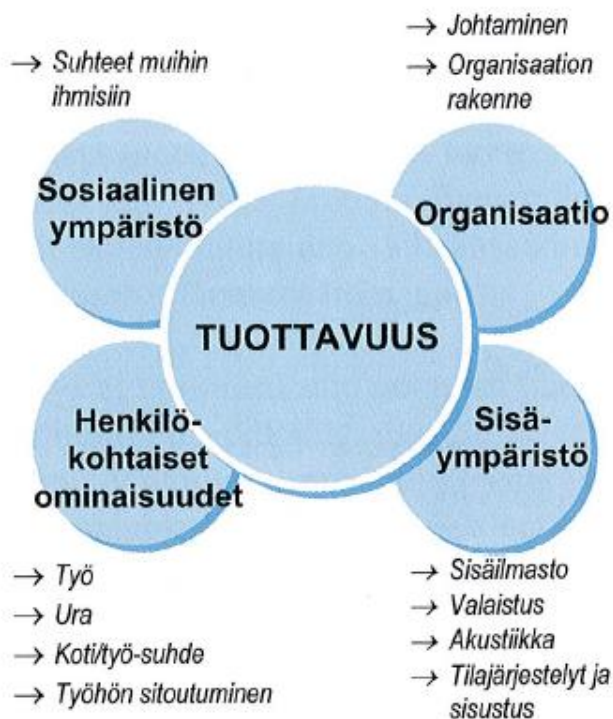
### 3.3 Sisäilmasto ja tuottavuus

Toimistotyössä, kuten monessa muussakin työssä, työn tuottavuuteen on alettu kiinnittää huomiota. Tuottavuuden arviointi on varsin hankalaa palvelu- ja tietoyhteiskunnassa verrattaessa sitä tuotantotyöhön, jossa työprosessit ohjaavat suunnittelua ja työntekijöille muodostuu selkeät roolit ja työtehtävät. Toimistojen tilasuunnittelussa tuottavuustavoitteeksi voi helposti nousta mahdollisimman monen työntekijän mahdolluttaminen samoihin tiloihin. Tällöin työympäristön vaikutus työn tuottavuuteen jää toissijaiseksi. (Nissinen 2003, 26.)

Toimistotyö on monesti hyvinkin moninaista ja välttämättä toista samanlaista työtä ei ehkä koskaan tule olemaan. On kuitenkin löydetty tuottavuuteen liittyviä tekijöitä, joita voidaan mitata. Näitä tekijöitä ovat työtehtävään kuluva aika, valitukset ja niiden määrä, poissaolot sekä virheiden määrät. On kuitenkin vaikeaa erottaa, missä määrin nämä joh-

tuvat työympäristöstä ja missä määrin muista tekijöistä, kuten työntekijän persoonasta, mielialasta, omasta yksityiselämästä tai yrityksen toimintatavoista. Yksilötyön tuottavuuteen liittyy suuri joukko eri tekijöitä, joiden syy-seuraussuhteet ovat monimutkaisia. (Nissinen 2003, 27.)

Toimistotyön tuottavuudesta on laadittu tutkimuksia, joilla on todistettu, että sisäilmas- to-olosuhteilla on sekä suoria että välillisiä vaikutuksia työn tuottavuuteen. Sisäilmaston lämpö- ja ääniolosuhteet sekä valaistus vaikuttavat työntekijöiden viihtyvyyteen ja ter- veyteen. Kehno sisäilman laatu vaikuttaa myös rakenteiden hyvinvointiin ja ongelmien esiintyminen edelleen lisää ilman epäpuhtauksia ja aiheuttaa työntekijöille terveyshait- toja. (Seppänen & Seppänen 2007, 11.) Laskelmin on voitu osoittaa, että rakennuskoh- taiset parannustoimenpiteet kannattavat, jos huomioidaan hyvän sisäympäristön muka- naan tuomat myönteiset vaikutukset. Jos ympäristö on miellyttävä, vähenevät sairaus- poissaolot ja työn tehokkuus ja tuottavuus paranevat. Työntekijöiden vaihtuvuus sekä terveydenhoitokustannukset pienevät ja rakennusten hoitokustannukset vähenevät. (Seppänen 2006, 1.) Sisäympäristön parantamisen on arvioitu lisäävän työn tuottavuutta jopa 6 % (Seppänen 2006, 5). Jotta sisäympäristön tuottavuusvaikutuksia voitaisiin ar- vioida, tulee muut tekijät kuvassa 10 vakioida.



KUVA 10. Sisäympäristö on vain yksi työsuorituksen vaikuttava tekijä (Seppänen 2006, 6).

Sisäympäristön laatua voidaan pitää hyvänä, kun tilan käyttäjät ovat siihen tyytyväisiä eikä siitä aiheudu terveyshaittoja. Sisäympäristö ei saa häiritä sisätiloissa oleskelevaa ja sen tulisi olla niin hyvä, ettei siihen tarvitse kiinnittää huomiota. (Seppänen 2006, 7.)

Tulen seuraavaksi käsittelemään lähemmin sisäilmaston kustannustehokkaista parannustoimenpiteistä huonelämpöolojen kontrollointia, ilmanvaihdon säätämistä sopivaksi, sisäympäristön henkilökohtaisen säädettävyyden parantamista sekä hajujen ja päästöjen leviämisen estämistä. Sivuan myös kiinteistön ylläpitoon liittyviä seikkoja, kuten ilmastointilaitteiden ja -kanavien puhdistamisen sekä huoneiden siivouksen tehostamista.

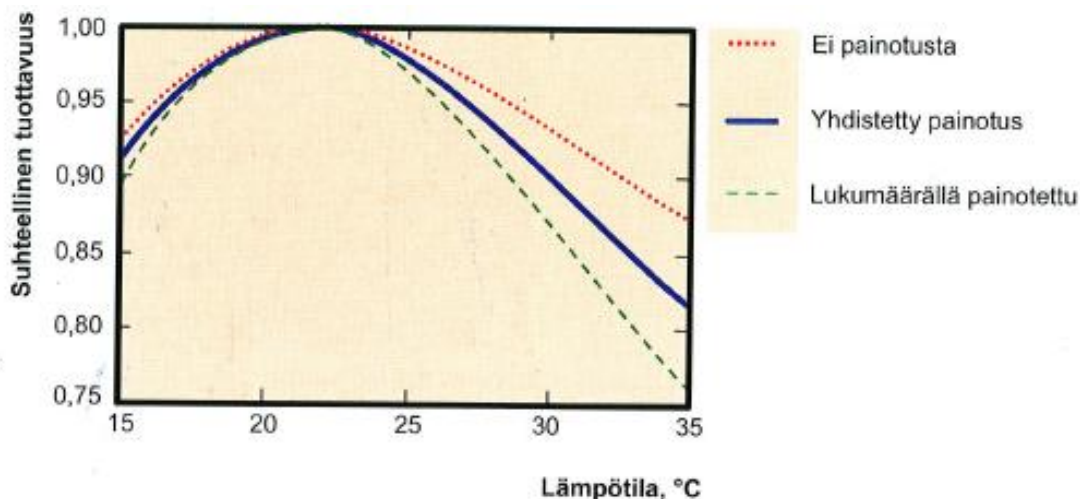
### 3.3.1 Lämpöolot

Ongelmat lämpöolosuhteissa ovat hyvin tyypillisiä rakennuksissa. Ongelmat voivat joutua jäähdytys- tai lämmitysjärjestelmän liian pienestä tehosta, korkeista sisäisistä tai ulkoisista kuormista tai huonosta tai viallisesta ohjaus- ja säätöjärjestelmästä. Rakennussuunnittelulla, käytöllä ja huollolla on myös oleellinen merkitys rakennuksen lämpöolojen hallinnassa.

Liian korkea lämpötila aiheuttaa lyhytaikaisten poissaolojen lisääntymistä ja työsuoritusten huononemista. Haitalliset vaikutukset näkyvät talvella jo lämpötiloilla 23–25 °C ja korkean lämpötilan suorat vaikutukset työsuorituksiin näkyvät selvästi lämpötilan kohotessa yli 25 °C. Kesäaikana korkeita lämpötiloja kannattaa pyrkiä alentamaan työn tuottavuuden ylläpitämiseksi. (Seppänen 2006, 10.)

Liian alhainen lämpötila vaikuttaa ensiksi ääreisverenkiertoon, sormien ja käsien lämpötilaan, heikentäen niiden voimaa ja näppäryyttä. Tämä vaikeuttaa varsinkin tekstinkäsittelytyötä hidastaen ja lisäten virheiden määrää. Alhainen lämpötila voi helposti tuntua vielä epä mukavammalta ilman liikkeiden ja kylmien pintojen jäähdyttävyyden johdosta.

Seppänen on (2006) on analysoinut kaikkia vuoden 2004 loppuun mennessä julkaistuja tutkimuksia liittyen lämpötilojen vaikutukseen työsuorituksissa. Kuvassa 11 on nähtävissä analyysin tuloksia. Suoritukset paranevat aina lämpötilan noustessa alhaisista arvoista lämpötilaan 20–23 °C, jonka jälkeen ne rupeavat uudelleen huononemaan lämpötilan jatkaessa kohoamista. Maksimi arvonsa työsuoritukset saavat lämpötilassa 21,8 °C.



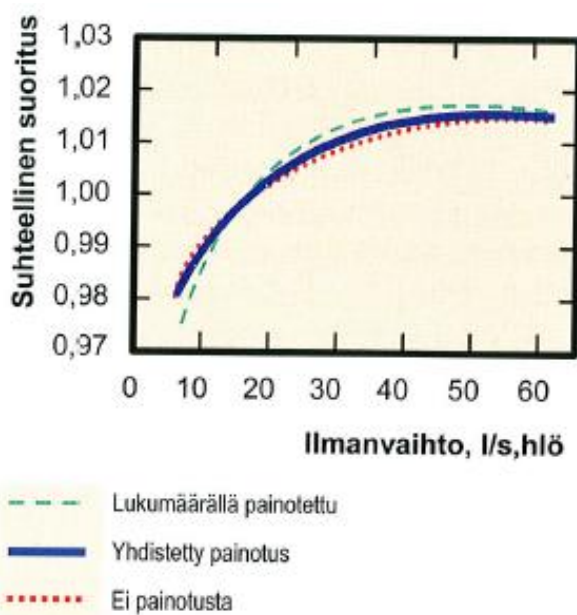
KUVA 11. Toimistotyön suhteellinen tuottavuus lämpötilasta riippuvana (Seppänen 2006, 18).

### 3.3.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon riittämättömyydellä on selvä yhteys ja vaikutus työntekijöiden terveyteen ja työn tuottavuuteen. Ilmanvaihdon määrä vaikuttaa sisäilman laatuun ja työntekijöiden hyvinvointiin, ajatustyöhön ja keskittymistasoon (Wargocki & Seppänen 2006, 18). Kehno ilmanvaihto lisää sairusrakennusoireiden esiintyvyyttä sekä sairauspoissaoloja ja vaikuttaa välillisesti tätä kautta tuottavuuteen. Ilmanvaihdolla on myös merkitystä tartuntatautien leviämisen kannalta. Suorat vaikutukset huonosta ilmanvaihdosta työn tuottavuuteen näkyvät varsinkin silloin, kun tiloissa on havaittavissa epäpuhtauslähteitä. Epäpuhtauslähteiden vaikutuksista tuottavuuteen kerrotaan enemmän kappaleessa 3.3.4. (Seppänen 2006, 11.)

Sisäilmastoluokituksen 2008 mukaisesti riittävä ilmanvaihdon määrä sisäilmasto luokan S1 toimisto tiloissa on 14–16 dm<sup>3</sup>/s (RT 07-10946 2008, 14). Ilmanvaihdon määrä voidaan laskea myös tilaneliöiden pohjalta, jolloin suositeltava ilmanvaihto on 1,5–2 dm<sup>3</sup>/s tilaneliölle. Tämä vastaa myös Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 (2012, 26) ohjeistusta 1,5 dm<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup> toimistohuoneille ja vastaaville tiloille. Sisäilmastoluokituksesta (2008) poiketen Seppänen (2006) näkee riittävän ilmanvaihdon määrän olevan 20–25 dm<sup>3</sup>/s henkeä kohden. Tekemänsä meta-analyysin pohjalta Seppänen tulee tulokseen,

että työsuoritukset huononevat 90 % todennäköisyydellä ilmanvaihdon ollessa pienempi kuin  $17 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{hlö}$  (kuva 12).



KUVA 12. Suhteellinen työsuoritus riippuvana ilmanvaihdon suuruudesta. Referenssi arvona työsuoritus ilmanvaihdolla  $17 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{hlö}$  (Seppänen 2006,21).

Seppänen (2006, 11–12) kertoo suositeltavan ilmanvaihtomäärän toteutuvan Suomessa keskimäärin hyvin, mutta ilmanvaihto jakaantuu rakennuksissa epätasaisesti. Tällöin osa työntekijöistä kärsii liian pienestä ja osa liian suuresta ilmanvaihdosta. Ilmanvaihdon perussäätö tulisi tehdä tavoitetason mukaisesti huomioiden tilojen henkilö- tai neliömäärä. Hyvin tehty perussäätötyö pienentää monesti energian käyttöä ja parantaa työntekijöiden terveyttä ja työn tuottavuutta.

### 3.3.3 Yksilöllinen säädettävyys

Tutkimuksin on havaittu, että sisäilmaston henkilökohtainen säätömahdollisuus vähentää sairauspoissaolojen määrää. Yksilösuoritusten määrä on korkeampi toimistotiloissa, joissa henkilöstö voi itse vaikuttaa sisäympäristöolosuhteisiinsa. On arvioitu, että työntekijän päästessä vaikuttamaan ympäröivään sisälämpötilaan  $\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , työsuoritukset paranevat noin 7 %. (Wargocki & Seppänen 2006, 23.)

Ihmisen kokema sisäilmasto on hyvin henkilösidonnaista, jolloin sisäilmaston yksilöllisen säätömahdollisuuden merkitys työntekijälle korostuu. Sisäilmaston henkilökohtainen säädettävyys voi siis vaikuttaa paljonkin työsuorituksiin ja tuottavuuteen. Aiheesta on kuitenkin varsin vähän tutkimustietoa ja selkeitä riippuvuussuhteita ei voida tarkasti esittää.

### **3.3.4 Kiinteistön ylläpito**

Kiinteistön ylläpidolla ja siivouksella on oma merkityksensä henkilöstön viihtyvyyteen ja työntuottavuuteen. Ilmastointi ei aina toimi tyydyttävällä tavalla ja oireilua ja epäviihtyvyyttä havaitaan monesti myös hyvin ilmastoiduissa rakennuksissa. Ilmastointikoneiden likaisuus voi aiheuttaa terveydellisiä haittoja siinä missä muutkin epäpuhtaus-tekijät. Ilmastointilaitteiden pitäminen puhtaana ja toimitilojen yleisestä puhtaudesta huolehtiminen parantaa sisäilman laatua sekä osaltaan vaikuttaa energian säästöön ja työsuoritusten laatuun. (Seppänen 2006, 12.)

Sisäilman laatua arvioidaan ensisijaisesti eri aistein ja ilmanvaihdolla on ollut tärkeä osa aistittujen epäpuhtauksien laimentamisessa. Aistittuun sisäilman laatuun vaikuttavat pääsääntöisesti rakennuksen sisäiset epäpuhtauslähteet, ilmanvaihdon määrä, ulkoilman laatu sekä ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus. Huono ilmanlaatu vaikeuttaa keskittymistä ja ärsyttää aisteja sekä aiheuttaa allergiaoireita työntekijöillä (Wargocki & Seppänen 2006, 19). Myös epämiellyttävien hajujen esiintymisen on todettu huonontavan työsuoritusta. Sisäilman laatua parannettaessa tulee ensisijaisesti vähentää ilmanlaatua huonontavia tekijöitä, kuten hajuja aiheuttavia epäpuhtauslähteitä. Tämän seurauksena kiinteistön ylläpidon ja sisätilojen siivouksen merkitys korostuvat osana työn laadun ja tuottavuuden edistäjinä. (Seppänen 2006, 12 ja 22.)

## 4 HUOLTOTARVE

Kappaleessa tulen käsittelemään, kuinka päädyin valitsemaan toiseksi tutkimusmenetelmäksi strukturoidun haastattelun. Tämän jälkeen analysoin tutkimukseni haastatteluiden aineistoa. Haastattelut suoritettiin marraskuun 2014 aikana Espoon LähiTapiolan kiinteistöjen PK1 ja PK2 kiinteistövastaaville. Jäähdytys on kiinteistöissä PK1 toteutettu jäähdytyspaneelin (kuva 13), kun taas PK2:ssa on pääsääntöisesti käytössä jäähdytyspalkit (kuva 14). Kiinteistöjen hoidosta ja huollosta vastasi Lemminkäinen Oy. Tarkastelussa painotukseni on kiinteistöjen jäähdytyksen huollossa ja asiakastyytyväisyydessä, jotka vaikuttavat järjestelmien käytönaikaisiin kustannuksiin. Haastatteluista laadittiin muistiot (liitteet 2–3), jotka ovat jälkikäteen tarkastettu, korjattu ja hyväksytetty haastateltavilla.

### 4.1 Strukturoitu haastattelu

Halusin selvittää jäähdytysjärjestelmien käyttöaikaista huoltotarvetta haastattelun avulla. Tutkimushaastattelut voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään: strukturoitu haastattelu, teemahaastattelu ja avoin haastattelu. Omaksi tutkimusmenetelmäksi valitsin strukturoidun haastattelun ja haastattelukysymykset toimitettiin etukäteen haastateltaville. Tällöin haastateltavat pystyivät tutustumaan ja hakemaan tietoa jo etukäteen esitettyihin kysymyksiin. Tutkimusmenetelmänä haastattelu soveltui aineiston keräämiseen parhaiten, koska haastattelussa kysymyksiä ja vastauksia on mahdollista tarkentaa ja selittää. Myös vastausten tarkkaa suuntaa oli vaikea arvioida etukäteen ja haastattelussa kyettiin tarpeen mukaan esittämään lisäkysymyksiä ja syventää saatavaa tietoa. (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 2005, 194–198.)

Koska haastattelut suoritettiin kahdelle eri LähiTapiola -kiinteistön huoltomiehelle, valittiin haastattelumuodoksi strukturoitu haastattelu. Näin pyrin varmistamaan, että kummallekin haastateltavalle esitettiin samat kysymykset ja vastaukset olivat verrattavissa toisiinsa. Strukturoitu haastattelu myös mahdollisti haastateltavien ottaa jo etukäteen selvää kiinteistöön liittyvistä tiedoista, joita haastattelussa käsiteltiin.

## 4.2 LähiTapiola, PK1

LähiTapiolan kiinteistössä PK1 on käytössä jäähdytyspaneelit IV-koneiden tuloilman jäähdytyksen rinnalla. Kesäajan jäähdytys huomioiden kiinteistössä on myös taajuusmuuttajalla ohjattu yötuuletus laskemassa kesäajan energiakustannuksia. Aurinkosuojaukseen on kiinnitetty huomiota valitsemalla ikkunoihin selektiivilasit ja asentamalla sälekaihtimet.

Lisäjäähdytystarpeesta vastaavien paneelien rinnalla toimivat osassa aula- ja kokoustiloja puhallinkonvektorit. Jäähdytyspaneelit ovat tyyppiä Zehnder Carboline. Paneelit on integroitu kiinteistön toimitilojen alaslaskettuun kattoon (kuva 13). Jäähdytysvesi tuotetaan kiinteistön erillisillä jäähdytyskoneikoilla, jotka sijaitsevat rakennuksen vesikatolla, konehuoneissa. Koska jäähdytyskoneikot tuottavat koko kiinteistön eri jäähdytysjärjestelmiin tarvittavan viileän veden, on pelkkien paneelien jäähdytyskustannusta mahdoton selvittää. Jäähdytettävää pinta-alaa kiinteistössä on noin 24 000 m<sup>2</sup>.



KUVA 13. PK1 -kiinteistössä Zehnder Carboline -jäähdytyspaneelit ovat integroituina alaslaskettuun kattoon.

Työntekijöillä on mahdollisuus säätää huonelämpötilaa vyöhykkeittäin paneelin termostaatilla, jonka vaikutusalue avokonttorin puolella on kolme paneelia. Säätö siis vaikuttaa 1–3 työntekijän työpisteen lämpötilaan.



Jäähdytysjärjestelmä oli otettu käyttöön tammikuussa 2012, jolloin haastattelun aikaan järjestelmän takuu-aika ei ollut vielä umpeutunut. Jäähdytysvesiverkostoon ja jäähdytysjärjestelmään on jouduttu tekemään useita huolto- ja säätötoimenpiteitä takuutöinä. Venttiileitä on vaihdettu jumiutuneiden karojen vuoksi. Myös jäähdytyspaneelien toimilaitteita on vaihdettu asennusvaiheessa virheellisten sähkökytkentöjen johdosta. Käyttäjien palautteen avulla huomattiin myös ongelmia lämmityksen ja jäähdytyksen virheellisestä kytkennästä. Järjestelmät oli kytketty ristiin; eli lisättäessä lämmitystarvetta jäähdytys tehostui ja tarvittaessa jäähdytyksen tehostamista tilan lämpötila alkoi nousta. Järjestelmän ohjauksessa ja mitoituksessa on ollut myös puutteita kiinteistöhuollon mukaan. Palautetta käyttäjiltä oli tullut paljon ja työtunteja varsinkin automaatio-ongelmien selvittämiseksi on kerääntynyt useita. Työtuntimäärää on mahdotonta arvioida.

Tiedusteltaessa jäähdytyspaneelien huollosta selvisi, että paneelit eivät kuulu huoltosuunnitelman piiriin. Jäähdytyspaneelit ovat varsin huoltovapaita ja kaipaavat ainoastaan paneelin pinnan pyyhinnän. Tätä pintojen siivousta ei oltu resursoitu kenellekään, vaan ne siivotaan erillistyönä siivoojien toimesta. Kiinteistön noin 900 jäähdytyspaneelia ei oltu vielä kertaakaan puhdistettu.

### **4.3 LähiTapiola, PK2**

LähiTapiolan kiinteistössä PK2 jäähdytyksestä vastaa pääsääntöisesti Halton CCC-aktiivipalkit. Neuvottelu- ja aulatilojen sekä kopiointitilojen jäähdytykseen sen sijaan on valittu puhallinkonvektorit. Kuten PK1 -kiinteistössä, myös PK2:ssa jäähdytys toimii ilmanvaihtokoneen jäähdytyksen rinnalla. Toisin kuin PK1 -kiinteistössä, kesäaikainen yötuuletus ei ole mahdollinen. Kesäajan lämpökuorman pienentämiseksi aurinkosuojaukseen on kiinnitetty huomiota ja ikkunoissa on selektiivilasit sekä sälekaihtimet. Jäähdytettävää pinta-alaa kiinteistössä on lähes saman verran kuin PK1:ssä, noin 24 000 m<sup>2</sup>. Jäähdytysvesi tuotetaan kuudella erillisellä jäähdytyskoneikolla koko kiinteistön jäähdytysjärjestelmiin, joten myöskään palkkikohteessa energiakustannuksia on mahdotonta määrittää ainoastaan jäähdytyspalkkien osalta.



KUVA 14. PK2 -kiinteistön Halton CCC -jäähdytyspalkit ovat integroituina avotoimiston alaslaskettuun kattoon.

Kiinteistön PK2 palkkijäähdytysjärjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2010 ja suljetussa jäähdytysvesiverkostossa ei ole tänä aikana esiintynyt huoltotarpeita. Kuten jäähdytyspaneelienkin osalla, jäähdytyspalkit eivät kuulu säännöllisten huoltojen piiriin. Huoltotoimenpiteet kuuluvat automaatiosta vastaaville ja huollot tehdään, jos vikoja järjestelmässä esiintyy. Vuonna 2011 kiinteistön jäähdytyspalkkien ilmavirtauksia on jouduttu säätämään Halton Oy:n toimesta, jotta työpisteille saatiin miellyttävät sisäilmasto-olosuhteet.

Kiinteistön käyttäjillä on mahdollisuus vaikuttaa huonelämpötiloihin huonekohtaisella säädöllä. Avotoimistossa tämä kuitenkin vaikuttaa useamman työntekijän työpisteen sisäilmasto-olosuhteisiin. Kiinteistön käyttäjiltä on tullut paljon palautetta sisäilmasto-olosuhteista, varsinkin työpisteen vetoisuudesta. Työpisteet sijaitsevat suoraan palkkien alapuolella ja vedon tunteen pienentämiseksi kiinteistöhuolto on joutunut säätämään jäähdytyspalkkien peltejä sekä tulppaamaan suuttimia. Palautteen johdosta jäähdytysvesiverkoston venttiilejä on myös suljettu kokonaan nostamalla huonetermostaatin perusasetusta 21 °C:sta 24 °C:een.

Jäähdytyspalkkien huoltoon kuuluu laitevalmistajien mukaan palkkien säännöllinen puhdistaminen, pintojen puhdistus ja lamellivälien imurointi. Kuten PK1 -kiinteistön jäähdytyspaneelien osalla, ei myöskään jäähdytyspalkkien puhdistamista PK2 -kiinteistössä ole resursoitu kenellekään. Kiinteistön 1250 jäähdytyspalkkia puhdiste-

taan erillistyönä siivoojien toimesta, iv-kanavien puhdistuksen yhteydessä. Jäähdytyspalkkien siivousta ei voida suorittaa normaalina toimistotyöaikana ja tähän mennessä puhdistusta ei ole vielä kertaakaan suoritettu.

#### 4.4 Haastatteluiden yhteenveto

Haastattelussa tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon järjestelmissä on havaittavissa ongelmia ja huollon tarvetta. Tämän selvittämiseksi käyttäjätyytyväisyydellä ja laitteiston puhtaanapidolla on tärkeä merkitys, jos halutaan vertailla huolto ja kunnossapitokustannuksia. Haastatteluiden kautta pyrin pääsemään selvyteen, kuinka usein kiinteistövastaava saa rakennuksen käyttäjiltä palautetta jäähdytyksestä ja joutuu selvittämään ja ratkaisemaan järjestelmästä joutuvia vikatiloja ja epämiellyttäviä sisäilmasto-olosuhteita.

Haastattelut osoittivat, että kummassakin sekä paneeli- että palkkijärjestelmän kohdalla kiinteistöjen käyttäjät olivat varsin aktiivisia palautteen antajia. Kohteet poikkesivat jonkin verran järjestelmien käyttöiän puolesta, mikä varmasti ainakin jäähdytyspaneelien kohdalla oli havaittavissa. Kiinteistön PK1 jäähdytyspaneelijärjestelmässä oli vielä takuuaikaisia huoltoja. Järjestelmän ja sen automatisoinnin ja ohjauksen vikatilat haluttiin saada selvitettyiksi ja korjatuiksi, jolloin käyttäjien palaute on ensiarvoisen tärkeää.

PK2 -kiinteistössä, jossa jäähdytysjärjestelmänä oli aktiivipalkit, käyttäjien palaute liittyi suurimmaksi osaksi vedon tunteen kokemiseen. Palkkien sijainti suoraan työpisteen yläpuolella aiheutti vetoisuutta ja kiinteistöhuollon oli työolojen parantamiseksi säädettävä palkkien säätöpeltejä ja tulpattava suuttimia.

Sekä jäähdytyspaneelit että -palkit eivät kuuluneet säännöllisten huoltojen piiriin. Kumpaakin järjestelmää pidetään varsin huoltovapaana, mutta järjestelmien säännöllisellä puhdistamisella voidaan vaikuttaa niiden lämmönsiirtokykyyn ja jäähdytystehoon. Varsinkin jäähdytyspalkkien osalta puhdistuksella on tärkeä merkitys jäähdytystehon ylläpitämiseksi ja ilman epäpuhtauksien estämiseksi. Suljetun järjestelmän puhdistamista ei ollut kummassakaan kiinteistössä resursoitu kenellekään, jolloin se jää tekemättä.

Tarkasteltaessa jäähdytysjärjestelmien huoltotarvetta, on hyvä ottaa huomioon varsinkin suljetuissa järjestelmissä esiintyvät kierto- ja korroosio-ongelmat. TPI-Control Oy on suorittanut kartoitustutkimuksen koskien suljettujen jäähdytysvesiverkostoiden ongelmia. Yhteiseksi tekijäksi tutkimuksessa havaittiin verkostoissa esiintyvä mikrobikasvusto. Mikrobikasvusto esiintyy varsinkin järjestelmissä, jotka ovat osan vuodesta pois päältä. Tällöin vesi seisoo putkistossa. Jos putkistoon on päässyt ilmaa, ilman ja veden välille syntyy jännite, joka aiheuttaa putken korroosiota. Korroosion ja mikrobikasvuston ehkäisemiseksi putkisto tulisi suunnitella ja asentaa huolellisesti sekä varmistaa, että putkipinnat ja lämmönsiirtoneste ovat puhtaita alusta lähtien. Putkiston laajennusten ja muutosten yhteydessä tulee verkoston ja kiertonesteen kunto tarkistaa ennen kuin verkosto suljetaan uudelleen. Jo syntyneen mikrobikasvuston tuhoamiseksi on menetelmiä, kuten putkiston lämpökäsittely, suodatus, UV-valo ja kemikaalit. Bakteerikasvuston tuhoaminen on kuitenkin vaikeaa suljetusta kiertovesiverkostosta. (Pihlajamaa & Paavilainen 2007, 12.)

## 5 ASIAKASTYYTYVÄISYYS

Tässä osiossa käsitellään tutkimuksen asiakastytyväisyyskyselyä ja tarkastellaan sähköisellä kyselyllä saatua aineistoa liittyen kesäajan paneeli- ja palkkijäähdytykseen. Aineistoa verrataan Työterveyslaitoksen teettämään sisäilmastokyselyyn vuosina 1996–1999, johon vastasi tuolloin 11 154 toimistotyöntekijää 122 työpaikasta (Sundman & Reijula 2002). Vertailuaineiston avulla voidaan arvioida opinnäytetyön tutkimusaineistoa ja sen tuloksia peilattuna valtakunnalliseen tutkimukseen.

### 5.1 Sähköinen kysely

Opinnäytetyöhön valittiin haastatteluiden rinnalle tutkimusmenetelmäksi sähköinen kysely asiakastytyväisyyden tutkimiseksi. Sähköisen kyselyn valintaan vaikutti se, että se on muita kyselymuotoja, postikyselyä ja kontrolloitua kyselyä, nopeampi ja helpompi toteuttaa (Hirsijärvi, Remes & Sajavaara 2005, 185). Kysely tehtiin yleiskatsauksena, jolloin se toimitettiin laajalle osallistujajoukolle. Tutkimusmenetelmänä yleiskatsaus on halpa ja nopea tapa saada tietoa laajasta joukosta käyttäjiä. Menetelmä oli opinnäytetyöhön soveltuva, koska sen tavoitteena on kuvata nykyinen tilanne, kuten vallitseva mielipide. (Vanhala 2005, 18–19.)

Opinnäytetyön sähköinen kyselykaavake (liite 3) laadittiin Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyn pohjalta. Kyselyssä painopiste oli jäähdytyksessä ja siihen vaikuttavissa sisäilmasto-olosuhteissa ja tämän vuoksi ei oireiluun ja sairastavuuteen liittyviä kysymyksiä esitetty. Kyselyssä haluttiin kuitenkin ottaa huomioon psykologiset ja sosiaaliset seikat. Ihminen nähdään fyysis-, psyykkis-, sosiaalisena, jolloin kaikki nämä osa-alueet vaikuttavat hänen hyvinvointiinsa ja viihtyvyyteen. Ongelmat ja puutteet toisella tasolla vaikuttavat helposti myös muihin alueisiin, jolloin fysiologiset olosuhteet voivat huonon työilmapiirin vuoksi vaikuttaa huonoilta. Tämä toimii myös toiseen suuntaan; hyvä työilmapiiri auttaa jaksamaan vaikka sisäilma tai lämpöolosuhteet olisivat laadultaan huonot.

Kyselyn laadinnassa pyrittiin kiinnittämään huomiota sanamuotoihin sekä kysymysten kontekstiin, jotta vastaukset olisivat vastaajien todellisia mielipiteitä. Aineiston ana-

lysoinnin helpottamiseksi suurin osa kysymyksistä laadittiin niin, että vastausvaihtoehdot annettiin valmiina. Avoimia kysymyksiä esitettiin vain muutama, silloin kun vastausten luokittelua ei voitu toteuttaa ja toivottiin vastaajan omakohtaista palautetta. (Vanhala 2005, 26–27.)

Kysely jaettiin kolmeen osioon. Ensimmäisessä osassa kysytään vastaajan taustatietoja. Toisen osion kysymykset käsittelevät ihmisen psyykkis-sosiaalista puolta työjärjestelyiden osalta. Kolmannessa osassa tiedustellaan asioita liittyen fyysiseen ympäristöön ja jäähdytykseen sekä tiedustellaan vastaajan mahdollisuuksia vaikuttaa työympäristönsä lämpötilaan tai ilmastoon.

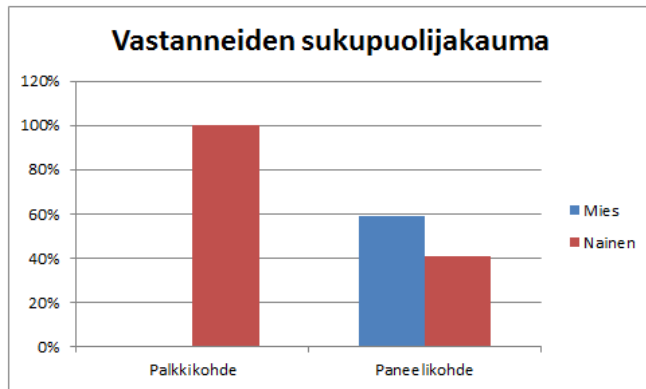
Sähköinen kysely toimitettiin vastaajille sähköpostin avulla. Kysely laadittiin Google Drive -ohjelmalla, ja vastaukset käsiteltiin Microsoft Office Excel -työkalulla. Vastaajien määrän kasvattamiseksi kyselylomakkeesta pyrittiin saamaan helposti täytettävä ja sanamuodoiltaan selkeä. Lomakkeen sisältö laadittiin selkeäksi. Kysely haluttiin toteuttaa nimettömänä, jotta luottamuksellisuus säilyi. Vastaajien kesken arvottavaksi Itula Oy lahjoitti Shampanja-pulloja, joiden arvontaan osallistuakseen vastaaja pystyi ilmoittamaan sähköpostiosoitteensa. Vastaukset käsitellään prosenttiosuuksin kyseessä olevan vastaajaryhmän lukumäärästä.

### **5.1.1 Kyselyaineisto**

Sähköinen kysely lähetettiin kahden eri Helsingin seurakuntayhtymän kiinteistön käyttäjille tavoittaen yhteensä 108 vastaajaa. Vastaajista 50 työskenteli kiinteistössä, jossa jäähdytysjärjestelmänä oli jäähdytyspaneelit ja 58 vastaajaa työskenteli kiinteistössä, jossa toimistotilojen jäähdytys toteutettiin aktiivipalkeilla. Vastauksia paneelikohteesta saatiin 22 kpl ja vastausprosentiksi tuli täten 44 % ja palkkikohteesta vastauksia tuli 27 kpl ja vastausprosentti oli 47 %. Vastausprosentti kokonaisuudessaan kyselylle oli 45 %. Vanhala (2005, 31) kirjoittaa, että sähköpostin liitetiedostoihin suhtaudutaan varauksella ja tämän vuoksi voi rajoittaa vastaajien määrää. Tänä päivänä sähköiset kyselyt ovat varsin yleisiä ja myös tämä voi olla osasy syy vastausprosentin jäämiseen alle 50 %.

Vastanneista ainoastaan yksi työskenteli omassa työhuoneessaan, eli aineisto kuvastaa avokonttorissa työskentelijöiden mielipidettä työjärjestelyistä ja työympäristöstä. Suurin

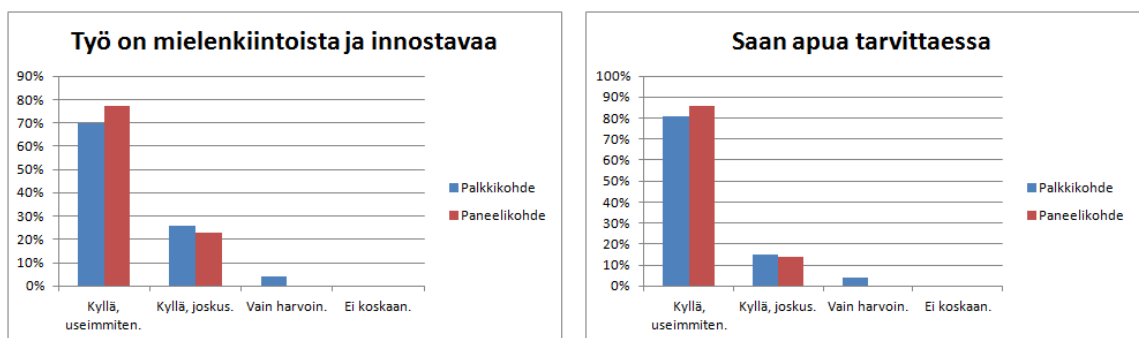
osa kiinteistön käyttäjistä oli työskennellyt samassa kiinteistössä yli vuoden, jolloin vastaajilla oli käsitys myös kesäajan sisäilmastosta. Sukupuolijakauma kahden eri kiinteistön käyttäjissä oli eroa. Palkkikohteessa kaikki 27 vastaajaa olivat naisia, kun taas paneelikohteessa vastaajien sukupuoli jakautui miesvastaajiin 60 % ja naisvastaajiin 40 % (kuva 15).



KUVA 15. Kyselyyn vastanneiden sukupuolijakauma.

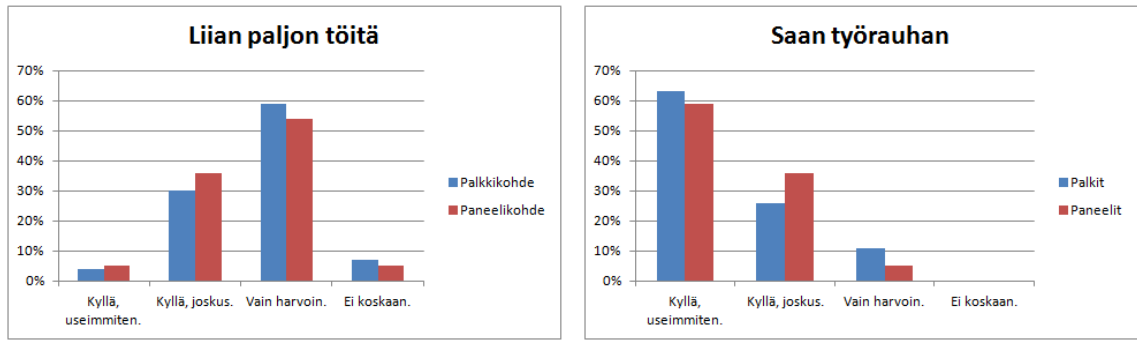
### 5.1.2 Työjärjestelyt

Vastaukset jakaantuivat työjärjestelyiden osalta hyvin samansuuntaisesti kummankin kiinteistön käyttäjien kesken. Oma työ nähtiin pääsääntöisesti mielekkäänä ja innostavana sekä apua saatiin tarvittaessa kollegoilta (kuva 16).



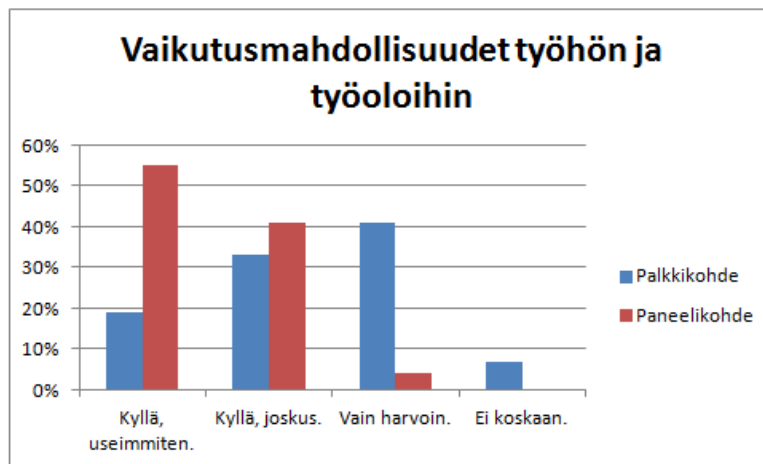
KUVA 16. Vastanneiden kokemus työn mielekkyydestä ja innostavuudesta sekä avunsaannin mahdollisuudesta kollegoilta.

Kuvasta 17 nähdään, että myöskään työrauhan saamisesta ei valitettu. Kummankin kiinteistön käyttäjät olivat varsin tyytyväisiä työmääräänsä. Liikaa töitä oli vain harvoin tai joskus.



KUVA 17. Kahden eri kiinteistön käyttäjien kokemus työn määrästä ja työrauhan saannista

Työjärjestelyiden osalta ainoat erot vastausten jakaantumisessa liittyivät vaikutusmahdollisuuksiin omaan työhön ja työoloihin. Kuva 18 osoittaa, että paneelikohteessa suurin osa, 55 %, koki, että heillä oli useimmiten vaikutusmahdollisuuksia työhönsä ja työoloihinsa. Sen sijaan palkkikohteessa 41 % koki vaikutusmahdollisuuksia olevan vain harvoin ja 33 % vastasi niitä olevan joskus. Paneelikohteen kiinteistön käyttäjät kokivat siis vaikutusmahdollisuutensa paremmiksi kuin palkkikohteen vastaajat.



KUVA 18. Vastaajien kokemus vaikutusmahdollisuuksiinsa vaikuttaa työhönsä ja työoloihin.

Vastaukset työjärjestelyihin liittyviin kysymyksiin olivat varsin samansuuntaisia ja niiden pohjalta voidaan olettaa vastaajien olevan varsin tyytyväisiä työhönsä ja sen sisältöön. Vastausten pohjalta voidaan olettaa niiden varsin vähäinen vaikutus sisäilmasto-olosuhteita koskeviin kysymyksiin. Ainoastaan viimeisen kysymyksen, vaikutusmahdollisuudet työhön ja työoloihin, voidaan nähdä heijastuvan työympäristöä koskeviin kysymyksiin.



### 5.1.3 Työympäristö

Vastaajien kokemuksia työympäristöstään selvitettiin kysymyksiin, jotka liittyivät sisäilmasto-olosuhteisiin toimistotiloissa. Vastausten jakaantumisessa eri kysymyksiin suhteen oli vaihtelua enemmän kuin työjärjestelyissä. Suurimmat erot vastauksissa kahden eri kiinteistön käyttäjien kesken esiintyivät kysymyksissä, jotka koskivat vedon tunteen, ilman kuivuuden ja pölyjen ja hajujen esiintymistä.

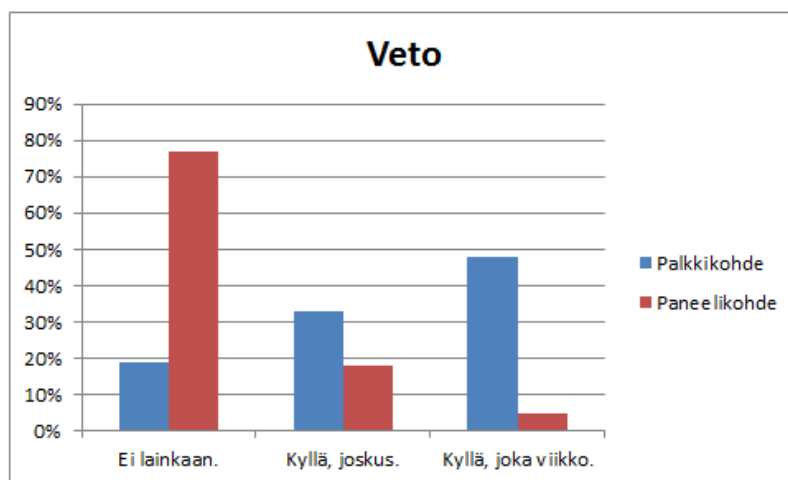
Vedon tunnetta esiintyi selkeästi enemmän palkkikohteen käyttäjien tuntemuksissa. Paneelikohteessa eivät useimmat vastaajat, 77 %, tunteneet vetoa, kun taas palkkikohteessa 48 % tunsi vetoa viikoittain (kuva 19).

*”Mielestäni toimii hyvin, ei vedon tunnetta ja lämpötila pysyy siedettävänä.” (paneelikohte)*

*”Avokonttorissamme on hyvin vetoisaa.” (palkkikohte)*

*” – – suurin osa väliseinissä olevissa säätönapuloista on säädetty kaikkein lämpimimmälle, myös kesäisin, koska osa ihmisistä kärsii vedosta. Itse kärsin kuumuudesta ja huonosta sisäilmasta – – ” (palkkikohte)*

*”Tila on todella viileä ja vetoinen.” (palkkikohte)*



KUVA 19. Vastaajien vedon tunteen kokeminen.

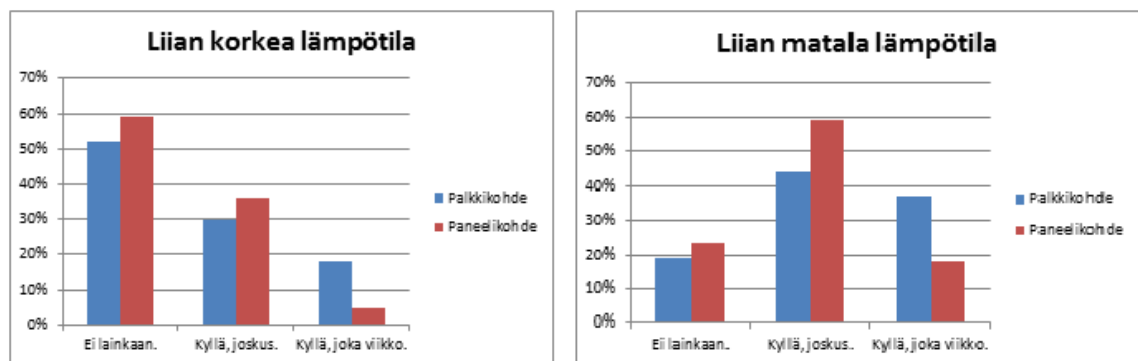
Kuvassa 20 nähdään, että liian kylmän ja kuuman lämpötilan kokemukset olivat samansuuntaisia kummankin kiinteistön käyttäjillä. Liian korkeaa lämpötilaa aistittiin vähän, noin puolet kiinteistöiden käyttäjistä eivät olleet kokeneet sisäilmasto liian lämpimäksi ollenkaan. Liian matalaksi lämpötilan olivat kokeneet useammat. Kummankin kiinteistön vastaajista 80 % oli kokenut joskus tai viikoittain lämpötilan liian matalaksi.

*”Kesällä lämpötilaero suhteessa ulkolämpötilaan liian suuri.” (paneelikohte)*

*”Yleensä toimistolla on kylmä, mutta on sopiviakin päiviä silloin tällöin. Kesällä sisällä kuitenkin tarvitsee enemmän vaatteita kuin ulkona.” (paneelikohte)*

*”Tosi usein kylmä ja paleltaa.” (palkkikohte)*

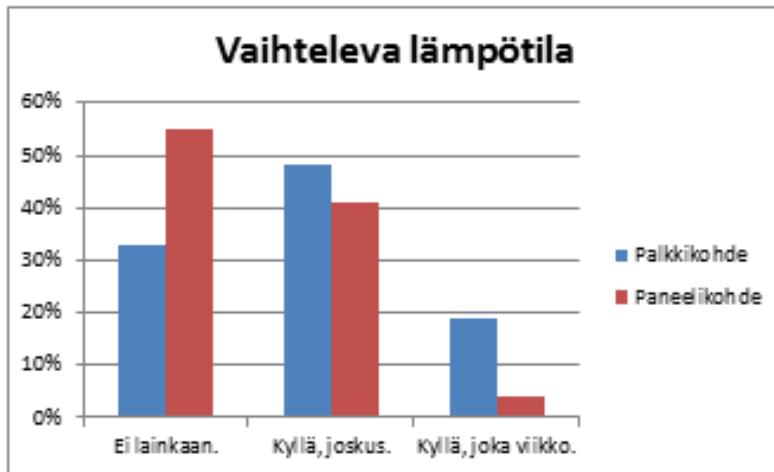
*”Avokonttorin ongelma on että osa ihmisistä palelee, osa kärsii kuumuudesta. – – ” (palkkikohte)*



KUVA 20. Vastaajien kokemukset liian korkeasta tai matalasta lämpötilasta työpiisteel-  
lään.

Lämpötilan vaihtelevuuden kokemukset olivat palkkikohteen työntekijöille tutumpia (kuva 21). Paneelikohteen käyttäjien vastaukset jakaantuvat lähes tasan joskus esiintyviin lämpötilavaihtelevuuksiin tai vaihtelua ei koettu lainkaan. Palkkikohteen vastauksissa hajonta oli hieman suurempaa ja 20 % koki vaihteluita viikoittain.

*”Kesällä 2013 oli hyvin vaihtelevat ilmasto-olosuhteet, välillä kylmä, välillä kuuma ja koko ajan vetoa.” (palkkikohte)*

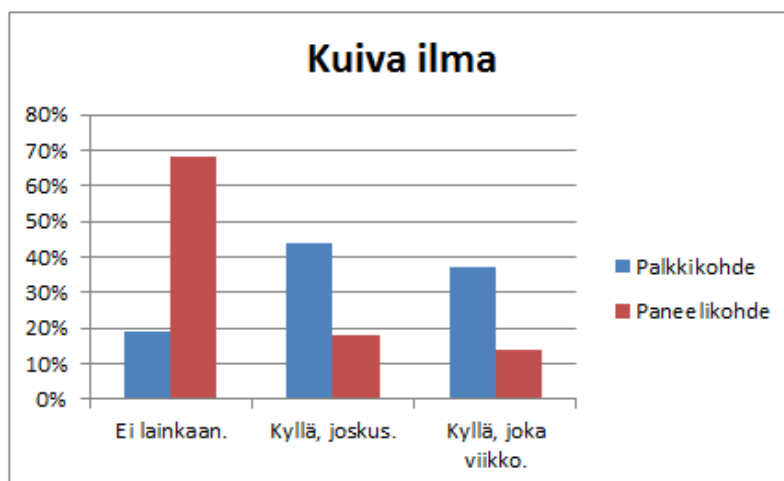


KUVA 21. Vaihtelevan lämpötilan kokeminen toimistotiloissa.

Ilma koettiin palkkikohteessa kuivaksi useammin kuin paneelikohteessa, jossa kuivuuden tunnetta ei monikaan vastaajista, 68 %, ollut kokenut ollenkaan. Palkkikohteessa enemmistö oli kokenut ilman kuivuutta, 80 %, joskus tai viikoittain (kuva 22).

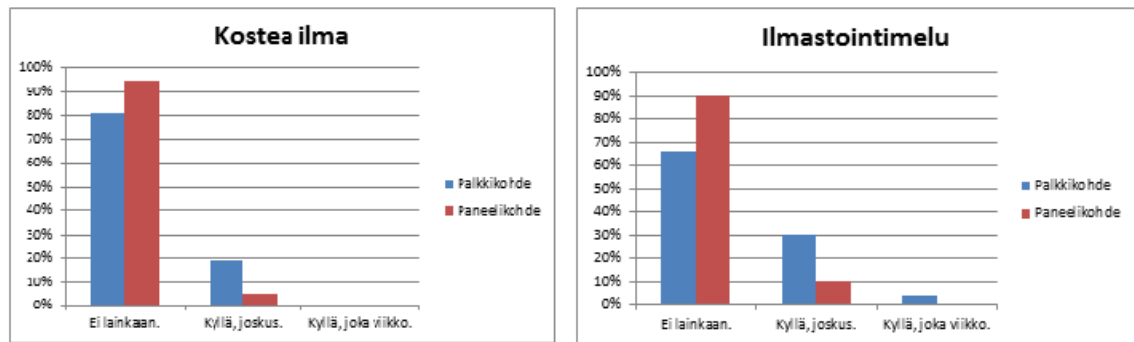
*”Sisäilma on erittäin kuiva jonka totean välillä ärsyttävänä kuivana yskänä iltpäivisin.” (palkkikohte)*

*” – – hyvin usein silmäni tuntuvat kuivilta.” (palkkikohte)*



KUVA 22. Vastaajien kokemus sisäilman kuivuudesta.

Kuvasta 23 voidaan todeta, että sisäilman kosteuden kokemukset olivat kummankin kiinteistön käyttäjillä vähäiset. Myöskään ilmastoinnin melu ei tuntunut vastaajien mielestä häiritsevältä. Hajontaa vastauksissa ilmastoinnin melusta oli palkkikohteessa vähän enemmän verrattaessa paneelikohteeseen. Hajonta ei ollut kuitenkaan merkittävää.



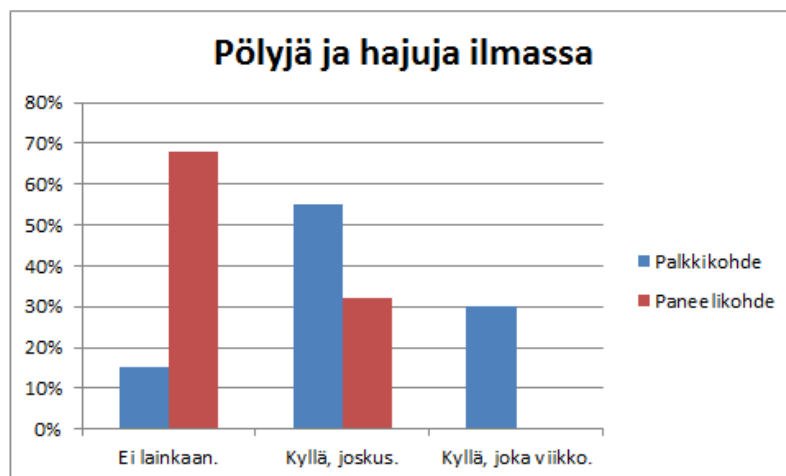
KUVA 23. Vastaajien kokemukset ilman kosteudesta ja ilmastoinnin melusta.

Pölyjä ja hajuja esiintyi enemmän palkkikohteessa kuin paneelikohteessa (kuva 24). Palkkikohteessa työntekijöistä yli puolet, 55 %, tunsu häiritseviä hajuja ja pölyä joskus ja 15 % vastaajista viikoittain. Paneelikohteen kiinteistön käyttäjistä enemmistöä, 68 %, hajut ja pölyt eivät häirinneet lainkaan.

*”Maisemakonttorissamme on kokolattiamatto, matolle tullaan ulkokengissä. Matto on hyvin pölyinen, likainen ja haisee. Aiheuttaa mm. yskää joka hellittää työpäivän jälkeen. – – ” (palkkikohde)*

*”Keskusrekisteriin tuli kokolattiamatto remontin yhteydessä. Nykyään aivastelen joka päivä usein ja silmät kuivuvat jatkuvasti.” (palkkikohde)*

*”Sisäilmaa voisi parantaa siivouksen tasoa nostamalla. – – ”(palkkikohde)*



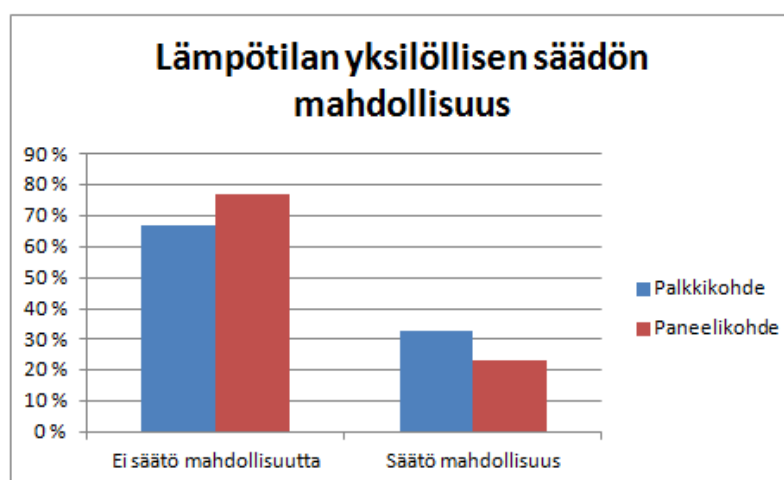
KUVA 24. Vastaajien kokemus pölyjen ja hajujen esiintyvyydestä sisäilmassa.

Kyselyyn vastaajista enemmistö, palkkikohteessa 67 % ja paneelikohteessa 77 %, ei nähnyt itsellään olevan lämpötilan säätöön mahdollisuutta (kuva 25). Suurin osa lopuista vastaajista, joilla säätöön oli mahdollisuus, näkivät kuitenkin säädön hankalana. Säätö vaikuttaa usein myös muiden työntekijöiden viihtyvyyteen.

*”Avotoimistossamme on muutamia säätöyksiköitä, joilla voi vaikuttaa jäähdytyksen määrään kesäaikana.” (paneelikohde)*

*”Meillä on ilmastointipaneelit useimpien työpisteiden päällä, jonka lämpötilaa pystyy säätämään itse. Ne vaikuttavat kuitenkin monen henkilön työpisteisiin ja -oloihin ja joskus tulee paljon sanaharkkaa siitä, onko lämpötila liian korkea vai matala.” (palkkikohde)*

*”Työpöydän päässä pyöritettävä säädin, mutta se vaikuttaa noin neljään istumapaikkaan, joten sillä ei voi kaikkien lämpötilaa miellyttää.” (palkkikohde)*

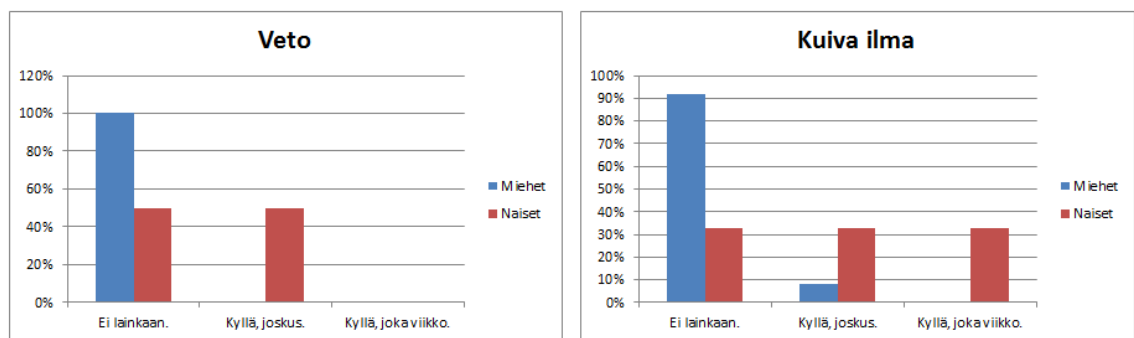


KUVA 25. Vastaajien mahdollisuus itse säätää lämpötilaa työpisteellään.

## 5.2 Kyselyn yhteenveto

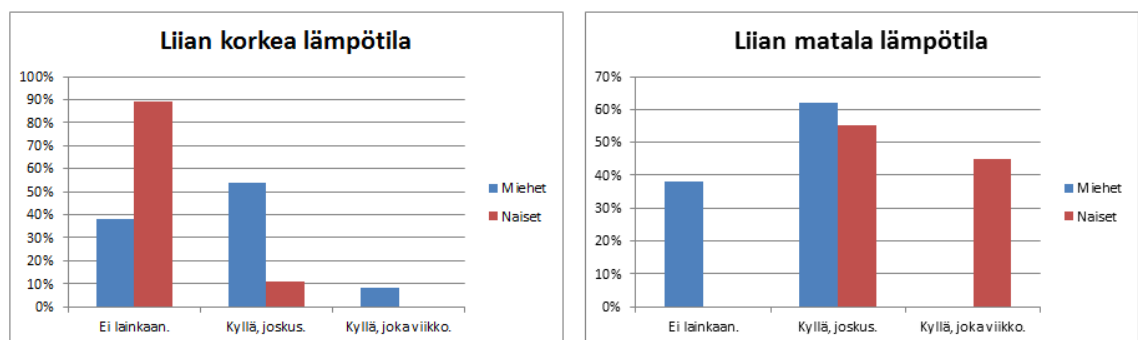
Kyselyn aineisto antoi hyvin kuvaa avotoimiston työolosuhteista. Vastausotos ja -prosentti vastasivat hyvin paljon toisiaan sekä paneeli- että palkkikohteessa. Ainoa selkeä ero kahden eri kiinteistön käyttäjien kesken oli vastaajien sukupuolijakaumassa. Paneelikohteen vastaajat olivat kaikki naispuolisia, kun taas palkkikohteessa 60 % vastaajista oli miehiä. Työterveyslaitoksen teettämän sisäilmastokyselyn (2002) tuloksissa

nähtiin miesten ja naisten välisissä vastauksissa eroa kuivan ja tunkkaisen ilman, pölyn ja lian ja vedon vaikutuksissa. Naiset kokivat olosuhdehaittoja yleisemmin kuin miehet. (Sundman & Reijula 2002, 1237.) Sukupuolieroja lämpöviihtyvyyden kokemiseen tukee myös Karjalaisen (2012) tutkimus, jossa todetaan naisten olevan tyytymättömämpiä kuin miehet sisäilman lämpöolosuhteisiin (Karjalainen 2012, 93–97). Myös opinnäyte-työni paneelikohteen vastauksissa on eroja nais- ja miesvastaajien kesken. Miehiä vedon tunne ja kuiva ilma ei ärsyttänyt samassa määrin kuin naisia (kuva 26). Pölyjen ja hajujen kohdalla vastaukset olivat hyvin samansuuntaiset vastaajien sukupuolesta riippumatta.



KUVA 26. Paneelikohteen vastaajien sukupuolijakaumat vedon ja kuivan ilman tuntemusten kohdalla.

Kuva 27 osoittaa myös, että liian korkean ja lämpimän ilman tuntemuksissa on paneelikohteessa eroa sukupuolen mukaan. Miesvastaajat tunsivat useammin sisäilman lämpötilan korkeaksi, kun taas naiset mielsivät lämpötilan useammin liian matalaksi. Voidaan siis nähdä vastaajien sukupuolella olevan merkitystä sisäilmasto-olosuhteita tiedusteltaessa.



KUVA 27. Paneelikohteen vastaajien sukupuolijakaumat liian korkean ja matalan lämpötilan tunteen kohdalla.

Verrattaessa sähköisen kyselyn vastauksia kahden eri kiinteistön käyttäjien välillä, voidaan huomata, että erot eivät ole suuria työjärjestelyihin liittyvissä kysymyksissä. Ainoa selkeä ero nähtiin kysymyksessä työntekijän vaikutusmahdollisuuksista omaan työhön ja työoloihin. Palkkikohteen työntekijät näkivät vaikutusmahdollisuutensa pienemmiksi, jonka voidaan nähdä heijastuvan sisäilmasto-olosuhteisiin liittyviin vastauksiin. Kyselyn vastauksista voidaan havaita, että paneelikohteen kiinteistön käyttäjät ovat sisäilmasto-olosuhteisiinsa astetta tyytyväisempiä kuin palkkikohteessa työskentelevät. Tämä on havaittavissa myös vastaajien vapaamuotoisen palautteen kautta.

*”Toimistossa on erittäin hyvä sisäilmasto.” (paneelikohte)*

Kuten Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyssä, myös opinnäytetyöni sähköisen kyselyn vastauksissa, yleisimmiksi työympäristön haittatekijöiksi ja samalla kahden eri kiinteistön selkeimmiksi vastausten eroiksi osoittautuivat vedon, pölyjen ja hajujen sekä kuivan ilma tuntemukset (Sundman & Reijula 2002, 1237). Myös liian matala lämpötila ja lämpötilan vaihtelut koettiin kesäaikana epämiellyttäväiksi. Aineistoni siis osoittaa samansuuntaisia tuloksia verrattaessa vastauksia valtakunnalliseen tutkimukseen.

Sähköisen kyselyn tulosten analysoinnissa on huomioitava kyselyn toteutusajankohta. Kysely päästiin toteuttamaan vasta marraskuussa 2013 ja tammikuussa 2014, jolloin kesäaikaiset kokemukset jäädytyksestä olivat varmasti osin vastaajilta unohtuneet. Lisäksi luokiteltujen kysymyksien ongelmana on vastaajien tunneperäisten kokemusten vaikutus vastauksiin. Mitä kauemmas ajallisesti vastaajan on muistettava, sitä korostuneempi on riski tunneperäisyyden korostumiseksi. Ihminen muistaa paremmin viimeaikaiset kokemukset ja niiden vaikutus vastauksessa korostuu. (Vanhala 2005, 28–29.)

Arvioitaessa tulosten todenmukaisuutta, on hyvä myös muistaa, että ihmisten väliset yksilölliset erot vaikuttavat paljon vastauksiin. Rintamäki kirjoittaa artikkelissaan, Mikä on sopiva lämpötila toimistossa?, että parhaimpiinkin sisäilmasto-oloihin tyytyväisiä on enintään 85 % työntekijöistä. Tämä virhemarginaali siis kuuluu ottaa huomioon tulosten analysoinnissa.

## 6 POHDINTA

Olen opinnäytetyössäni pyrkinyt selvittämään kahden eri jäähdytysjärjestelmän, jäähdytyspaneelien ja -palkkien, käyttöaikaista huollon tarvetta ja asiakastyytyväisyyttä. Tutkimusaineisto kerättiin sekä strukturoiduin haastatteluin että sähköisen kyselyn avulla. Haastattelu- ja kyselyaineisto tukivat toisiaan ja aineiston kautta kykenin tekemään päätelmiä paneeli- ja palkkijäähdytyksen huollon tarpeesta ja käyttäjäturvallisuudesta.

Haastatteluiden kautta merkittävimmäksi seikaksi nousi jäähdytysjärjestelmien puhdistuksen laiminlyöminen. Suljetut jäähdytysjärjestelmät eivät kuuluneet säännöllisten huoltotoimenpiteiden piiriin kuin kylmäkoneikoiden osalta. Säännölliset puhdistukset kuitenkin ylläpitävät järjestelmien jäähdytystehot tarpeenmukaisena. Määräaikaista puhdistusta ei oltu resursoitu kenellekään, joten se jää helposti kokonaan suorittamatta. Puhdistuskustannukset aktiivipalkkien kohdalla ovat suuremmat, koska työmäärä ja puhdistuksen ajoittaminen normaalin toimistotyön ulkopuolelle tulevat maksamaan enemmän. Tarkkaa kustannusvertailua on kuitenkin mahdotonta esittää.

Kummassakin haastattelussa ilmeni, että käyttäjien palautteen määrä oli suuri. Jäähdytyspalkkikohteessa käyttäjät valittivat paljon vedon tunteen esiintyvyydestä ja liian alhaisesta lämpötilasta. Jäähdytyspaneelien kohdalla palaute liittyi monesti suurempiin ongelmiin järjestelmässä. Jäähdytyspaneelilla oli vielä takuu-aikaa jäljellä, joka vaikutti varmasti palautteen määrään. Takuu-aikana käyttäjäpalaute nähdään ensiarvoisen tärkeänä, jotta järjestelmästä saadaan toimiva kokonaisuus.

Sähköinen kysely oli suunnattu erityisesti keräämään aineistoa jäähdytyspaneelien ja -palkkien käyttäjäturvallisuudesta. Vastausprosentti ja vastaajien lopullinen määrä kahdessa eri Helsingin seurakuntayhtymän kiinteistöissä oli lähes samansuuruinen. Selkein ero vastaajissa oli sukupuolijakauma eri kohteiden kesken. Paneelikohteessa mies- ja naisvastaajia oli lähes samansuuruinen osuus vastaajista, kun taas palkkikohteessa vastaajat olivat kaikki naisia. Tämä vaikutti osaltaan kyselyvastauksiin. Naiset tuntevat miehiä useammin vedon tunnetta ja häiritsevien hajujen ja pölyjen esiintyvyyttä kuin miehet. Samoin naisvastaaja kokee sisälämpötilan helposti viileämmäksi kuin miesvastaaja.



Opinnäytetyöni kyselyaineistossa ei nähty työjärjestelyiden ja työympäristöön liittyvien kysymysten välillä riippuvuutta. Vastaajat olivat pääsääntöisesti kummassakin kiinteistössä tyytyväisiä työhönsä. Ainoastaan vaikutusmahdollisuuksissa omaan työhön ja työoloihin vastaajat olivat paneelikohteessa tyytyväisempiä kuin palkkikohteessa. Työympäristöä koskevissa kysymyksissä sen sijaan oli enemmän eroja kahden eri kiinteistön vastaajien kesken. Palkkikohteessa vedon tunnetta, ilman kuivuutta ja pölyjen ja hajujen esiintymistä koettiin useammin kuin paneelikohteessa. Myös haastatteluiden kautta saatu aineisto tuki päätelmää, että palkkikohteissa ongelmaksi voi helposti koitua vedon esiintyminen. Aktiivipalkkien kautta ohjattu tuloilma aiheuttaa helposti vetoa, jos ilmasuihkuja ei suunnata oikein työpisteisiin nähden. Tuloilmavirtaukset myös sekoittavat sisäilmaa, joka saattaa aiheuttaa ilman kuivuuden tunnetta ja pölyjen ja hajujen esiintymistä.

Jäähdytysjärjestelmien huoltotarvetta selvitetessä olisi ollut parempi valita kiinteistöt, joissa jäähdytysjärjestelmät olisivat olleet kauemmin käytössä. Varsinkin jäähdytyspaneelien kohdalla takuuajan voimassaolo vaikutti palautteen määrään ja järjestelmää ei oltu saatu toimimaan vielä halutun tasoisesti ohjauksen ja automaation osalta. Koska kummin Lähitapiola -kiinteistön suljettu jäähdytysjärjestelmä oli varsin uusi, ei puhdistusta ollut vielä kertaakaan suoritettu. Tämän vuoksi puhdistuksista aiheutuneet kustannukset olivat mahdotonta selvittää.

Sähköisen kyselyn aineistoa analysoitaessa on huomioitava ajankohta jolloin kysely suoritettiin. Tavoitteena oli saada tietoa kesäaikaisesta jäähdytyksestä, mutta kyselyt päästiin toteuttamaan vasta talvella. Tämä vaikutti varmasti vastauksiin, koska muistikuvat kesäolosuhteista helposti muuttuvat ajan kuluessa ja nykyhetkellä on suuri vaikutus vastaajien kokemukseen sisäilmaolosuhteista. Kyselyaineisto olisi voinut olla myös kattavampi ja palkkikohteesta olisi ollut hyvä saada myös vastauksia mieskäyttäjiltä. Tällöin sukupuolisidonnaisuus vastauksissa ei olisi ollut niin merkittävä.

Opinnäytetyöni tutkimusaineisto antoi käsityksen avotoimiston jäähdytyspaneelien ja -palkkien huoltotarpeesta ja käyttäjätyytyväisyydestä. Aineiston kautta voidaan tehdä päätelmiä siitä, että toimistot joissa on käytössä jäähdytyspaneelit, sisäilmasto-olosuhteet ovat miellyttävämmät ja tasaisemmat. Myös huollontarve ja huollosta koituvat käyttökustannukset ovat alhaisemmat jäähdytyspaneelien kohdalla.

## LÄHTEET

Babiak, J., Olesen, B. & Petráš, D. 2009. Rakennusten pintalämmitys ja -jäähdytys. Brysseli: REHVA-Eurooppalaisten LVI-yhdistysten liitto.

Harju, P. 2008. Ilmastointitekniikan oppikirja 1. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky.

Hirsijärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2005. Tutki ja kirjoita. 11. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Itula Oy 2010. Zehnder Carboline. Kattolämmitys- ja -jäähdytysjärjestelmä. Suunnittelijan esite/Tekniset tiedot. Luettu 7.1.2014.

<http://www.itula.fi/arch/Esitteet/Carboline%20esite%202010.pdf>

Karjalainen, S. 2012. Lämpöviihtyvyydessä on selvä sukupuoliero: naiset ovat tyytyväisempiä kuin miehet. Sisäilmastoseminaari 2012. SYI Raportti 30. Luettu 12.3.2014. [http://whm12.louhi.net/~sisailma/wp-content/uploads/2013/06/sem2012\\_raportti-nettiin.pdf](http://whm12.louhi.net/~sisailma/wp-content/uploads/2013/06/sem2012_raportti-nettiin.pdf)

Korkala, T. & Laksola, J. 2009. Ilmastointi - Hoito ja huolto. 4. painos. Helsinki: Kiinteistöala Kustannus Oy.

Kosteus- ja hometalkoot. 2013. Helsinki: Ympäristöministeriö. Luettu 31.10.2013. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Ohjelmat\\_ja\\_strategiat/Kosteus\\_ja\\_hometalkoot](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Ohjelmat_ja_strategiat/Kosteus_ja_hometalkoot)

Kurnitski, J. 2012. Energiämääräykset 2012. Opas uudisrakennusten energiämääräysten soveltamiseen. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy.

Nissinen, K. 2003. Toimitilojen tehokkuuden ja toimivuuden mittaaminen työpistetarastelun perusteella. Yhteenvetoraportti. Oulu: VTT Rakennus ja yhdyskuntatekniikka.

Palonen, J. & Kurnitski, J. 2007. Asuntojen jäähdytys. Teoksessa: Talotekniikkaa kaikille. Espoo: Sähköinfo Oy.

Pulliainen, J. 2011. Lämmitys ja jäähdytysjärjestelmien elinkaarikustannusvertailun selvitys toimistorakennuksessa. Talotekniikan koulutusohjelma. Mikkelin ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Pihlajamaa, P. & Paavilainen, K. 2007. Haitallista elämää suljetuissa jäähdytysvesiverkostoissa – biokorroosio jyllää. AX-Uutiset 2007. Tampere: AX-Suunnittelu.

Rintamäki, H. 2012. Mikä on sopiva lämpötila toimistossa? Työterveyslaitos: Työpiste. Luettu 1.11.2013.

[http://tyopiste.ttl.fi/Duunitohtorit/Sivut/Mika\\_on\\_sopiva\\_lampotila\\_toimistossa.aspx](http://tyopiste.ttl.fi/Duunitohtorit/Sivut/Mika_on_sopiva_lampotila_toimistossa.aspx)

RT 07-10946 2008. Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Espoo: Sisäilmayhdistys Ry.

RT 95-10718, 2000. Toimistotilat, työpistesuunnittelu ja -mitoitus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 95-10717, 2000. Toimistotilat, tilasuunnittelu ja -mitoitus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmaluokitus. Helsinki: Sisäilmayhdistys. Luettu 31.10.2013.

<http://www.sisailmayhdistys.fi/sisailmastoluokitus/>

Seppänen, O. 2001. Rakennusten lämmitys. 2. painos. Helsinki: Suomen LVI-liitto.

Seppänen, O. (toim.) 2004. Ilmastoinnin suunnittelu. Helsinki: Suomen LVI-liitto.

Seppänen, O. 2008. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. 2. painos. Helsinki: Suomen LVI-liitto.

Seppänen, O. 2006. Sisäympäristön terveys- ja tuottavuusvaikutukset. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.

Seppänen, O. & Seppänen, M. 2007. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Espoo: SIY Sisäilmatieto Oy.

Sundman, C. & Reijula, K. 2002. Sisäilmaongelmien tutkiminen työpaikoilla kyselyn avulla. Lääkärilehti 11/2002.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D3 2012. Rakennusten energiatehokkuus. Ympäristöministeriö. Luettu 19.1.2014. [http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Suomi.pdf)

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 2012. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Ympäristöministeriö. Luettu 19.1.2014. [http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf)

Säteri, J. 2008. Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön uudet tavoitearvot. Helsinki: Sisäilmayhdistys.

Torikka, K., Hyypöläinen, T., Mattila J. & Lindberg R. 1999. Kosteusvauriokorjausten laadunvarmistus. Tampere: Tampereen teknillinen korkeakoulu, Rakennustekniikan osasto. Julkaisu 99.

Työterveyslaitos. Ilman lämpötilanhallinta. Päivitetty: 9.6.2011. Luettu: 1.11.2013.

<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/ilmastointi/toimistoilmastointi/lampotila/sivut/default.aspx>

Työturva. Lämpöolot ja sisäilma. Päivitetty 26.11.2008. Luettu 29.11.2013.

[http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/lampoolot\\_ja\\_sisailma](http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/lampoolot_ja_sisailma)

Vanhala, T. 2005. Kyselylomakkeet käytettävyytutkimuksessa. Käytettävyytutkimuksen menetelmät, 17-36. Luettu 15.1.2014. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteiden laitos B-2005-1. <http://www.cs.uta.fi/usabsem/luvut/2-Vanhala.pdf>

Wargoocki, P. & Seppänen, O. 2006. Indoor Climate and Productivity in Offices. 2. edition. Brysseli: REHVA, Federation of European Heating and Air-conditioning Associations

## LIITTEET

### Liite 1. Haastattelumuistio, PK 1

1 (2)

Paula Veikkolainen

21.11.2013

Tampereen Ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyö

Yhteistyössä: Itula Oy, HC-Engineerings Oy

### HAASTATTELU

Jäähdytyksen käyttö- ja huoltokustannukset, jäähdytyspaneelit

LähiTapiola, Revontulentie 7, Erkki Vuorio

#### Tutustuminen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeeseen

##### Tarkistetaanko venttiileitä?

Venttiileitä on tarkistettu takuutöinä ja ongelmatilanteissa.

##### Kenelle resursoitu pintojen siivous (+palkeissa lamellien imurointi)?

Pintojen siivousta ei ole resursoitu kenellekään. Kiinteistössä on noin 900 kpl jäähdytys-paneelija ja ne siivotaan erillistyönä siivoajien toimesta. Siivousta ei ole kertaakaan suoritettu.

#### Tutustuminen LVI-piirustuksiin

##### Jäähdytettävä pinta-ala (m<sup>2</sup>)?

Jäähdytettävää pinta-alaa kiinteistössä on noin 23870 m<sup>2</sup>.

#### Onko jäähdytysvesiverkostoissa esiintynyt vikoja tai huollontarpeita?

Venttiileissä on ollut vikoja, karat jumiutuneet. Toimilaitteita vaihdettu alussa paljon, mutta johtui virheellisestä sähkökytkennästä.

#### Minkä ikäinen on nykyinen jäähdytysjärjestelmä?

Jäähdytysjärjestelmä on otettu käyttöön tammikuussa 2012.

#### Mitkä kiinteistön jäähdytyspaneelit tai – palkit ovat tuotetyypiltään/merkiltään?

Kiinteistössä on jäähdytyspaneelit, Zehnder Carboline. Aula- ja osassa kokoustiloja on puhallinkonvektorit.

(jatkuu)

**Onko jäähdytysvesiverkostolle, paneeleille tai palkeille tehty huoltotoimenpiteitä?**

Useita takuutöitä on tehty jäähdytysverkostolle.

**Tehdäänkö säännöllisiä huoltoja? Kuinka usein?**

Jäähdytyspaneelit eivät kuulu huoltosuunnitelmaan.

**Kauanko huoltoon on kulunut työtunteja?**

Selvittelytyöhön on (jäähdytys ja automaatio) kulunut todella paljon aikaa, jonka työtunteja on vaikea arvioida

**Onko jäähdytyksestä tullut palautetta toimistotyöntekijöiltä?**

Palautetta on tullut paljon. Ohjauksessa ja mitoituksessa on ollut ongelmia. Lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaus oli kytketty aluksia ristiin, jolloin lämmitettäessä jäähdyttänyt ja päinvastoin. Palautetta on tullut paljon, viikoittain.

**Onko työntekijöillä mahdollisuutta itse säätää huonelämpötiloja?**

Työntekijöillä on mahdollisuus säätää huonelämpötiloja. Säädön vaikutusalue on noin kolme paneelia avokonttorin puolella.

**Onko toimistotiloja palvelevassa IV-koneessa jäähdytystä?**

IV-koneikoissa on jäähdytys.

**Onko rakennuksessa toiminnassa yötuuletus ja jos on, niin millä teholla tuuletus on (täys- tai puoli-teho)?**

IV-koneikkoihin on taajuusmuuttajalla ohjattu yötuuletus.

**Miten rakennuksessa on huomioitu aurinkosuojaus?**

Kiinteistössä on selektiivilasit sekä sälekaihtimet

**Onko mahdollista saada kulutustietoja jäähdytyksestä?**

Jäähdytyksen sähkönkulutus on koneikkokohtaisesti eli erillistä paneelien kulutusta ei ole tiedossa.

**Millä tavoin jäähdytysvesi tuotetaan jäähdytysvesiverkostoon?**

Kiinteistössä on erilliset jäähdytyskoneikot, jotka hoitavat koko kiinteistön jäähdytyksen.

Haastateltava on antanut luvan nimensä julkaisemiseen opinnäytetyössä. Haastattelun yhteydessä on annettu kuvauslupa ja opinnäytetyöhön saa liittää valokuvia kiinteistön jäähdytysjärjestelmästä.

## Liite 2. Haastattelumuistio, PK 2

1 (2)

Paula Veikkolainen

20.11.2013

Tampereen Ammattikorkeakoulu

Opinnäytetyö

Yhteistyössä: Itula Oy, HC-Engineerings Oy

**HAASTATTELU**

Jäähdytyksen käyttö- ja huoltokustannukset, jäähdytyspalkit

LähiTapiola, Revontulentie 1, Yrjö Lehto

**Tutustuminen kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeeseen****Tarkistetaanko venttiileitä?**

Palkkien venttiilit tarkistaa automaatiosta vastaavat, satunnaisesti kun ilmenee vikatiloja.

**Kenelle resursoitu pintojen siivous (+palkeissa lamellien imurointi)?**

Pintojen siivousta ei ole resursoitu kenellekään. Kiinteistössä on 1247 kpl jäähdytyspalkkeja ja ne siivotaan erillistyönä siivoajien toimesta, iv-kanavien puhdistuksen yhteydessä. Siivousta ei voida tehdä työaikana ja sitä ei ole vielä kertaakaan suoritettu.

**Tutustuminen LVI-piirustuksiin****Jäähdytettävä pinta-ala (m<sup>2</sup>)?**

Jäähdytettävää pinta-alaa kiinteistössä on noin 24013 m<sup>2</sup>. Kiinteistön bruttoala 71557 m<sup>2</sup>, kerrosala 35387 m<sup>2</sup> ja kellari 34267 m<sup>2</sup>

**Onko jäähdytysvesiverkostoissa esiintynyt vikoja tai huollontarpeita?**

Suljetussa jäähdytysvesiverkostossa ei ole esiintynyt huollontarpeita. Huollot hoitavat automaatiosta vastaavat.

**Minkä ikäinen on nykyinen jäähdytysjärjestelmä?**

Jäähdytysjärjestelmä on otettu käyttöön vuonna 2010.

**Mitkä kiinteistön jäähdytyspaneelit tai – palkit ovat tuotetyypiltään/merkiltään?**

Kiinteistössä on jäähdytyspalkit, Halton CCC-ilmastointipalkki. Aula- ja kopiointitiloissa, sekä neuvottelutiloissa on puhallinkonvektorit.

(jatkuu)

**Onko jäähdytysvesiverkostolle, paneeleille tai palkeille tehty huoltotoimenpiteitä?****Tehdäänpö säännöllisiä huoltoja? Kuinka usein?**

Säännölliset huollot koskevat ainoastaan jäähdytyskoneikkoa ja huollot suoritetaan Carrierin toimesta 2 x vuosi. Palkeille ja suljetulle verkostolle ei ole säännöllisiä huoltoja.

Palkkien ilmavirtauksia on jouduttu säätämään (Halton 2011), jotta työpisteille saadaan miellyttävät sisäilmasto-olosuhteet. Peltejä on säädetty ja suuttimia tulpattu myös työntekijöiden palautteen johdosta.

**Kauanko huoltoon on kulunut työtunteja?**

Jäähdytyskoneikon huoltoon työtunteja menee 24.

**Onko jäähdytyksestä tullut palautetta toimistotyöntekijöiltä?**

Palautetta on tullut varsinkin vetoisuudesta, koska työpisteet sijaitsevat suoraan palkkien alla. Kevät ja syksy ovat haasteellisimmat ajankohdat. Vedontunteen pienentämiseksi on säädetty palkkien peltejä ja tulpattu suuttimia.

**Onko työntekijöillä mahdollisuutta itse säätää huonelämpötiloja?**

Työntekijöillä on mahdollisuus vaikuttaa huonelämpötiloihin huonekohtaisella säädöllä. Jäähdytysvesiverkoston venttiilejä on myös suljettu kokonaan työntekijöiden palautteen johdosta. Tuloilman lämpötilaan ei voida vaikuttaa.

Huonetermostaatin perusasetusta nostettu esim. 21 °C:sta 24 °C:een jolloin jäähdytysventtiili menee kiinni.

**Onko toimistotiloja palvelevassa IV-koneessa jäähdytystä?**

IV-koneikoissa on jäähdytys.

**Onko rakennuksessa toiminnassa yötuuletus ja jos on, niin millä teholla tuuletus on (täys- tai puoliteho)?**

IV-koneikkoihin olisi mahdollista saada yötuuletus-toiminto, mutta kiinteistön automaatio ei mahdollista yötuuletusta. Vapaaäähdytys on käytössä.

**Miten rakennuksessa on huomioitu aurinkosuojaus?**

Kiinteistössä on selektiivilasit sekä sälekaihtimet

**Onko mahdollista saada kulutustietoja jäähdytyksestä?**

Jäähdytyksen sähkönkulutus on koneikkokohtaisesti eli palkkien kulutusta ei ole tiedossa erikseen.

**Millä tavoin jäähdytysvesi tuotetaan jäähdytysvesiverkostoon?**

Kiinteistössä on 6 erillistä jäähdytyskoneikkoa, Carrier 30 HXC (260,140,090), jotka palvelevat koko kiinteistön jäähdytystä. Kylmäaineena R 134a.

Haastateltava on antanut luvan nimensä julkaisemiseen opinnäytetyössä. Haastattelun yhteydessä on annettu kuvauslupa ja opinnäytetyöhön saa liittää valokuvia kiinteistön jäähdytysjärjestelmästä.

## Sisäilmasto ja jäähdytys

Hei!

Olen Tampereen ammattikorkeakoulun 4. vuosikurssin LVI-talotekniikan opiskelija. Teen opinnäytetyön aiheesta, Jäähdytyspaneelien ja -palkkien käyttökustannukset ja asiakastyytyväisyys toimistotiloissa. Tutkimus toteutetaan yhteistyössä Itula Oy:n ja HC-Engineering Oy:n kanssa.

Asiakastyytyväisyyttä mitataan sähköisellä lomakkeella, jonka pohjana on osin käytetty Työterveyslaitoksen laatimaa sisäilmastokyselyä. Toivon, että teiltä liikenee aikaa vastata n. 7 minuuttia kestävään kyselyyn liittyen kesäajan sisäilmastoon ja jäähdytykseen työpaikallanne. Vastaukset käsitellään nimettöminä ja vastanneiden kesken arvomme kolme shampanjapulloa. Osallistuaksesi arvontaan kyselyn lopussa tiedustellaan sähköpostiosoitettanne.

Kiitos jo etukäteen vastauksestanne.

Paula Veikkolainen

Paula Veikkolainen

Opiskelija

[paula.veikkolainen@eng.tamk.fi](mailto:paula.veikkolainen@eng.tamk.fi)

p. 040 544 3520

Mika Komulainen

Toimitusjohtaja, DI

[mika.komulainen@hc-engineering.fi](mailto:mika.komulainen@hc-engineering.fi)

p. 050 575 6225

Hannu Janhunen

Toimitusjohtaja

[hannu.janhunen@itula.fi](mailto:hannu.janhunen@itula.fi)

p. 0400 564 917



Continue »

Powered by  
 Google Drive

This content is neither created nor endorsed by Google.

[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

(jatkuu)



## Sisäilmasto ja jäähdytys

\* Required

### 1. Taustatiedot

**Rakennus \***

Työpaikkasi osoite tai rakennuksen nimi, jossa työskentelet.

**Työnantaja \***

**Työtehtävä \***

**Syntymävuosi \***

**Sukupuoli \***

- Nainen  
 Mies

**Kuinka monta vuotta olet työskennellyt nykyisessä kiinteistössä? \***

- 0 - 0,5 v  
 0,5 - 1 v  
 yli 1 v

« Back

Continue »

Powered by  
 Drive

This content is neither created nor endorsed by Google.

[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

(jatkuu)

## Sisäilmasto ja jäähdytys

\* Required

### 2. Työjärjestelyt

Osoissa 2. ja 3. tarkoituksena on kartoittaa työolojasi viimeisen puolen vuoden aikana.

\*

	Kyllä, useimmiten.	Kyllä, joskus.	Vain harvoin.	Ei koskaan.
Onko työsi mielestäsi mielenkiintoista ja innostavaa?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Onko sinulla liian paljon työtä?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Onko sinulla mahdollisuuksia vaikuttaa työhösi tai työoloihisi?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Saatko apua kollegoiltasi tarvittaessa?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Saatko työrauhan?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

#### Millainen on työtilasi? \*

- Oma työhuone
- Jaettu työhuone (1-3 hlö)
- Avokonttori

« Back

Continue »

Powered by  
 Drive

This content is neither created nor endorsed by Google.

[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

(jatkuu)

## Sisäilmasto ja jäähdytys

\* Required

### 3. Työympäristö

Onko sinua haitannut työpaikallasi jokin seuraavista tekijöistä kesäkaudella 2013? \*

	Kyllä, joka viikko.	Kyllä, joskus.	Ei lainkaan.
Veto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Liian korkea lämpötila	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Liian matala lämpötila	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vaihteleva lämpötila	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kuiva ilma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kosteaa ilmaa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pöly ja hajut	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ilmastoinnista aiheutuva melu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

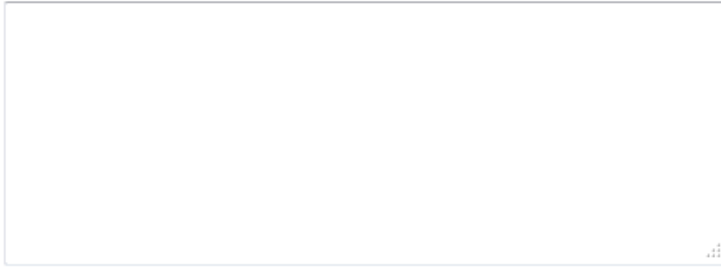
Pystytkö itse säätämään työympäristösi lämpötilaa/ilmastoa? \*

- En  
 Kyllä


Jos pystyt säätämään työympäristösi lämpötilaa/ilmastoa, niin millä tavoin?

(jatkuu)

Palautetta liittyen toimistotilan sisäilmastoon.



**Kiitos osallistumisestasi kyselyyn! Mikäli haluat osallistua kolmen shampanjapullon arvontaan kirjoita sähköpostiosoitteesi alla olevaan kenttään. Tallentaaksesi vastauksesi paina tämän jälkeen alla olevaa "Lähetä"-painiketta.**



« Back

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

Powered by  


This content is neither created nor endorsed by Google.

[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

## Sisäilmasto ja jäähdytys

Vastauksesi on tallennettu.

Lämmin kiitos osallistumisestasi kyselyyn!

Vastaukset käsitellään nimettöminä ja arvonnassa voittaneille ilmoitamme henkilökohtaisesti.

Paula Veikkolainen

Create your own form

