


KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus

Kristiina Sorsa  
Riku Pajander

VERTAILEVA SISÄILMATUTKIMUS KOLMESSA  
UUDISRAKENTEISESSA PÄIVÄKODISSA JOENSUUSSA

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2018

	<p><b>OPINNÄYTETYÖ</b>  <b>Joulukuu 2018</b>  <b>Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan</b>  <b>koulutus</b></p> <p>Tikkarinne 9  80200 JOENSUU  +358 13 260 600</p>
<p><b>Tekijät</b>  Kristiina Sorsa, Riku Pajander</p>	
<p><b>Nimeke</b>  Vertaileva sisäilmatutkimus kolmessa uudisrakenteisessa päiväkodissa Joensuussa</p> <p><b>Toimeksiantaja</b>  Mikko Matveinen Karelia-AMK</p>	
<p><b>Tiivistelmä</b></p> <p>Opinnäytetyö saatiin toimeksiantona Karelia-ammattikorkeakoululta. Opinnäytetyö koostui sisäilmatutkimuksesta kolmeen joensuulaiseen päiväkotiin. Päiväkodit olivat rakennettu eri rakennusteknisiä ratkaisuja käyttäen. Mittaustuloksilla selvitettiin, eroaako saadut arvot tai käyttäjien kokemus sisäilmasta päiväkotien välillä. Tutkimuksessa ei selvinnyt selkeitä eroja sisäilman suhteen rakennuksissa käytettyjen materiaalien vuoksi</p> <p>Sisäilmamittausten lisäksi kerättiin sisäilmakysely, jonka perusteella saatiin rakennuksen pääasiallisten käyttäjien kokemus sisäilman laadusta. Kyselyt kerättiin henkilökunnalta ja lapsilta mittausten viimeisenä päivänä, jonka jälkeen siirryttiin seuraavaan kohteeseen. Mittaukset kestivät 5 päivää kerrallaan.</p> <p>Mittaustulosten ja kyselyiden perusteella kaikkien kolmen päiväkodin sisäilma on hyvä. Kyselyiden yleisilmapiiriä voidaan pitää positiivisena ja mittaustulosten keskiarvot pysyvät hyvin raja-arvoissa. Hammaslahden ja Hukanhaidan päiväkodit ovat valmistuneet vuoden 2018 aikana ja Pataluodon päiväkotit syyskuussa 2017. Sen vaikutusta arvioitiin mitattavien tarkastelussa ja tuloksena oli, että vaikka arvot olisivatkin koholla tasaantuvista arvoista, ne eivät ylitä raja-arvoja.</p>	
<p><b>Kieli</b>  suomi</p>	<p>Sivuja 86  Liitteet 13  Liitesivumäärä 15</p>
<p><b>Asiasanat</b>  opinnäytetyö, sisäilmamittaus, päiväkotit, sisäilmakysely</p>	



**THESIS**  
**January 2018**  
**All Degree Programmes**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author (s)  
Kristiina Sorsa, Riku Pajander

Title  
A comparative indoor study of three new kindergartens in Joensuu.

Commissioned by  
Mikko Matveinen Karelia UAS

**Abstract**

The thesis was commissioned by Karelia University of Applied Sciences. The thesis work consisted of indoor air study in three kindergartens in Joensuu. The kindergartens were built by different building solutions. The measurements were used to find out whether the measurements of the buildings or the subjective experiences of indoor air between the main users of the kindergarten were different. No clear differences in indoor air were found due to the materials used in the buildings.

In addition to indoor air measurements an indoor air inquiry was made to study the user experience of the indoor air quality in the buildings. The inquiries were made for the staff and children on the last day of the measurements before moving to the next kindergarten. The measurements took five days at a time.

According to the measurements and the inquiries, the indoor climate of all three kindergartens is good. The general tone of the inquiries can be considered positive and the averages of the measurement results are well within the official limit values. The kindergartens in Hammaslahti and Hukanhauta were completed in 2018 and Pataluoto's kindergarten was completed in September 2017. Its effect was evaluated in the measurement errors and the result was that even if the values were high from the equilibrium values, they did not exceed the limit values.

Language

Finnish

Pages 86

Appendices 13

Pages of Appendices 15

Keywords

thesis, indoor air measurements, kindergarten, indoor air survey

# Sisältö

1	Johdanto .....	6
2	Tietopohja, lait, asetukset ja määräykset .....	7
2.1	Tietopohja.....	7
2.2	Terveydelliset raja-arvot.....	8
2.3	Ilmamäärä.....	10
2.4	Suhteellinen kosteus .....	11
2.5	Lämpökuormat .....	13
2.6	Met ja Clo .....	14
2.7	Rakennuksen ääniympäristö .....	15
3	Laskukaavat.....	15
3.1	Laskukaavoja hiilidioksidipitoisuuden ja ilmanvaihdon väliselle yhteydelle .....	15
3.1.1	Hiilidioksidikuormitus tilaan .....	16
3.1.2	Tilan ulkoilmavirran suunnitteluarvo .....	17
3.2	Kosteuslisä.....	17
4	Mittarit.....	18
4.1	Yhdistelmämittari GrayWolf IAQ.....	18
4.2	Ilmamäärämittari Swema 3000 .....	19
5	Suunnittelu ja toteutus .....	20
5.1	Mitattavien tilojen esittely .....	21
5.2	Kysely ja haastattelu.....	24
6	Tulokset.....	24
6.1	Mittaustulokset .....	25
6.2	Päiväkotien laskelmat.....	25
6.2.1	Hammaslahden päiväkodin lepohuoneen hiilidioksidilaskut .....	25
6.2.2	Hammaslahden päiväkodin luokkahuoneen hiilidioksidilaskut .....	26
6.2.3	Hammaslahden päiväkodin askarteluhuoneen hiilidioksidilaskut .....	27
6.2.4	Hammaslahden päiväkodin henkilökunnan taukotilan hiilidioksidilaskut .....	28
6.2.5	Hukanhaudan päiväkodin lepohuoneen hiilidioksidilaskut.....	28
6.2.6	Hukanhaudan päiväkodin luokkahuoneen hiilidioksidilaskut .....	29
6.2.7	Hukanhaudan päiväkodin askarteluhuoneen hiilidioksidilaskut.....	30
6.2.8	Hukanhaudan päiväkodin henkilökunnan taukotilan hiilidioksidilaskut.....	30
6.2.9	Pataluodon päiväkodin lepohuoneen hiilidioksidilaskut.....	31
6.2.10	Pataluodon päiväkodin luokkahuoneen hiilidioksidilaskut .....	31
6.2.11	Pataluodon päiväkodin askarteluhuoneen hiilidioksidilaskut.....	32
6.2.12	Pataluodon päiväkodin henkilökunnan taukotilan hiilidioksidilaskut.....	33
6.3	Hiilidioksidimittaukset .....	34
6.4	TVOC-mittaukset .....	38
6.5	Suhteellisen kosteuden mittaukset.....	41
6.6	Kosteuslisälaskut .....	48
6.7	Lämpötilamittaukset .....	48
6.8	Mittavirheet.....	53
6.9	Kysely ja haastattelu tulokset.....	54
6.10	Yhteenvedo kyselytuloksista .....	75
6.11	Kokonaisyhteenvedo .....	80
7	Pohdinta.....	83
	Lähteet .....	85

## Liitteet

- Liite 1 Kyselylomake
- Liite 2 Hammaslahden askarteluhuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 3 Hammaslahden taukotila (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 4 Hammaslahden lepohuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 5 Hammaslahden luokkahuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 6 Hukanhaudan askarteluhuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 7 Hukanhaudan taukotila (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 8 Hukanhaudan lepohuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 9 Hukanhaudan luokkahuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 10 Pataluodon askarteluhuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 11 Pataluodon taukotila (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 12 Pataluodon lepohuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)
- Liite 13 Pataluodon luokkahuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)

## 1 Johdanto

Erilaiset rakennus- ja pintamateriaalit, rakennuksessa oleva tekniikka ja rakennuksen ikä vaikuttavat kokemaamme sisäilmaan. Sisäilmansäädökset ovat muuttuneet vuoden 2018 aikana. Tämän opinnäytetyön tietoperustana ovat uudet, sekä vanhat säädökset. Tutkielmassa perehdytään Tervo Oy:n rakentamiin päiväkoteihin. Tutkittavia kohteita on kolme, ja ne sijaitsevat Joensuun alueella. Päiväkodit eroavat rakenteellisilta ominaisuuksiltaan. Pataluodon päiväkotiki on betonirakenteinen, Hukanhaudan päiväkotiki on clt-rakenteinen ja Hammaslahden päiväkotiki puurakenteinen. Tarkoituksena on selvittää, millaisia eroja on näiden kolmen rakennuksen välillä sisäilman laadun suhteen sekä verrata arvoja viranomaisten määräyksiin. Tutkittavat kohteet ovat lasten päiväkotikiä, joten tarkastelemme mittauksia ja arvoja päiväkotikiä näkökulmasta.

Aineiston keräämiseksi käytetään sekä kvantitatiivista että kvalitatiivista menetelmää. Aineisto kerätään mittaamalla ja kyselyllä. Kyselyn tulokset sekä mittauksien tulokset löytyvät luvusta 6, josta löytyvät myös tulosten tarkasteluosio ja loppupäätelmä. Mittaukset on suoritettu yhdistelmämittarilla Graywolf IAQ sekä ilmamäärämittarilla Swema 3000. Mitattavat huoneet ovat vastaavassa käytössä jokaisessa kohteessa.

Idea opinnäytetyön aiheesta lähti Rakennusliike Tervo Oy:ltä. Rakennusliike Tervo esitti Karelia-ammattikorkeakoulun Timo Pakariselle mahdollisuuden tutkia sisäilmaa vastavalmistuneista päiväkodeista. Tutkimuksen tarkoituksena on vertailla sisäilman laatua erilaisissa rakennusteknisissä ratkaisuissa. Toimeksiantajana Karelia-ammattikorkeakoulun puolesta toimi Mikko Matveinen. Tutkimuksessa selviää käyttäjien tyytyväisyys rakennuksien nykyisillä mitoitusarvoilla.

## 2 Tietopohja, lait, asetukset ja määräykset

Tutkielman teoriana toimii viranomaisten ohjeistukset tutkittaville epäpuhtauksille. Sisäilmastoluokitus 2018 ei ollut julkaistu kokonaisuudessaan, kun päiväkodit on suunniteltu vaan suunnitteluhetkellä on ollut sitä edeltävä D2-rakennusmääräyskokoelma, sekä Sisäilmastoluokitus 2008. Päiväkotien suunnitteluperusteena oli sisäilmaluokka S2. Lähteinä hyödynnetään alan kirjallisuutta, muun muassa Olli Seppäsen ja Esa Sandbergin kirjoittamia teoksia. Teosta Sisäilmasto ja LVI-tekniikka (2007) voidaan pitää sisäilmanvaihdon perusteoksena. Voimassa olevat asetukset ja määräykset ovat vertailuarvoina käsiteltävässä tutkimuksessa. Tutkimuksen näkökulma perustuu sisäilman laatuun, joten mittaustuloksia verrataan viranomaisten toimenpiderajoihin sekä sisäilmaluokituksen S2-arvoihin, joita päiväkodeissa on käytetty. Opinnäytetyössä perehdytään myös mitoituservoihin, joita rakennusmääräyskokoelmasta löytyy. Ohjeistuksen apuna on kh-kortisto ja lvi-kortisto, joita on käytetty apuna analysoinnissa. Tutkittavia ominaisuuksia ovat huonelämpötila, hiilidioksidipitoisuus (CO<sub>2</sub>), haihtuvat orgaaniset yhdisteet (voc) ja ilmamäärät huoneissa. Lisäksi otamme huomioon ääniympäristön kyselyiden avulla.

### 2.1 Tietopohja

Ilmanvaihdon on selkeästi aistittavia vaikutuksia ilman laatuun. Hyväksyttävällä sisäilmalla on myönteisiä vaikutuksia rakennuksessa oleskeleviin ihmisiin. Sisäilman aistittua laatua on yleisesti käytetty ilmanvaihtosäädösten perusteena Pohjois-Amerikassa ja Euroopassa. Sisäilman laatu on vaikea mitata, joten sisäilmanvaihdon suuruutta käytetään yleisesti ilmanlaadun ilmaisijana. Tiloissa, joissa henkilöitä on paljon, käytetään ilman laadun ilmaisijana hiilidioksidipitoisuutta, jonka suuruus riippuu henkilöiden määrästä. Tähän vaikuttaa aineenvaihdunnan hiilidioksidin tuotto. Hiilidioksidipitoisuudet eivät sellaisenaan ole vaarallisia, mutta se indikoi aistitun ilman laatua, koska ihmiset ovat hiilidioksidin pääasiallinen lähde. [1, 6.]

Hiilimonoksidi eli häkä on peräisin hiiltä sisältävien aineiden epätäydellisestä palamisesta. Lähteinä ovat usein pakokaasut, kaasuliedet ja tupakointi. Sisätiloihin johtuva häkä vaatii yleensä toimenpiteitä, esimerkiksi parkkipaikan uudelleen järjestelyä. Sisäilman ilmanottoaukon sijoittelulla voidaan vaikuttaa siihen, miten hiilimonoksidia tulee sisäilmajärjestelmiin. Esimerkiksi parkkipaikkojen läheisyyttä tulisi välttää autojen saasteiden vuoksi. Hiilimonoksidin hengittäminen on hengenvaarallista ja se voi aiheuttaa päänsärkyä, pahoinvointia ja hengenahdistusta. [2.]

Haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä eli voc-yhdisteillä on huonelämpötilassa merkittävä höyrynpaine. Voc-yhdisteet voidaan kaasukromatografisin menetelmin todentaa sekä kvantifioida sisäympäristöstä tai ulkoilmasta. WHO:n määritelmän mukaan voc-yhdisteiden sulamispiste on normaalilämpötilaa alhaisempi ja kiehumispiste 50–260 celsiusastetta. Höyrynpaine kylläisillä voc-yhdisteillä on suurempi kuin 10–2 kPa. Huomioiden analysointimenetelmästä johtuvat variaatiot ja siksi tarkkaa kiehumispisteväliä ei ole annettu. Tvoc-nimitys tarkoittaa voc-yhdisteiden kokonaispitoisuutta. [3, 1.]

Ilmamäärät mitaamme Swema 3000 -mittarilla. Mittareilla mitataan neljästä erillisestä huoneesta sisäilman muuttuja ja Swema 3000 -ilmamäärämittarilla mitaamme ilmanvaihtolaitteiden päätelaitteista puhaltamat sisäilmat. Näillä arvoilla pystymme määrittämään huoneistojen sisäilman laatua. [1.]

## **2.2 Terveydelliset raja-arvot**

Rakennusten terveellisyyttä arvioitaessa pitää muistaa, että sisäilman laadun luokitusten ylittyminen ei nykytietämyksen mukaan aiheuta välitöntä vaaraa. Sisäilma ei täytä terveydensuojelain vaatimuksia, jos hiilidioksidipitoisuus ylittää  $2700 \text{ mg/m}^3$  (1500 ppm). Huoneilma saattaa tuntua tunkkaiselta hiilidioksidipitoisuuden ylittäessä 1200 ppm. Ulkoilmavirran tulisi siis olla ainakin 4 litraa henkilölle, että hiilidioksidipitoisuus ei nousisi suuremmaksi kuin  $2700 \text{ mg/m}^3$ . Kun sisäilmasta halutaan poistaa tai vähentää epäpuhtauksia tulisi ulkoilmaa olla



yleensä 8–10 litraa henkilöä kohden. [4, 22.] Ilmanvaihdon raja-arvot ja suunnitteluperusteet löytyvät d2 rakennusmääräyskokoelmasta, sekä vuonna 2018 voimaan tulleet arvot sisäilmaluokitus 2018:sta.

Ympäristöministeriö on asettanut sisäilman laadulle asetuksen 1009/2017 pykälässä 5 hiilidioksidipitoisuuden esiintyvyydelle hetkelliseksi enimmäisarvoksi huoneillassa  $1450 \text{ mg/m}^3$  suurempi kuin ulkoilman pitoisuus [5, 3]. Ulkotilan hiilidioksidipitoisuus saadaan Ilmatieteen laitokselta ja se on noin 400 ppm vuonna 2018. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuudet nousevat noin 2 ppm vuodessa. Tämän tutkielman laskuissa on käytetty arvoa 405 ppm. [6.] ”Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (asetus 545/2015 8§) kertoo, että sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on  $2100 \text{ mg/m}^3$  ( $1150 \text{ ppm}$ ) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.” Suomen rakentamismääräyskokoelman 15§:ssä esitetään haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpiderajaksi huoneilmassa  $400 \text{ µg/m}^3$  sekä 17§:ssä mainitaan, ettei hiilimonoksidia saa esiintyä kuin  $7 \text{ mg/m}^3$  hetkellisesti. [7.]

Sisäilmaluokitus 2018 ohjeistaa, että hiilidioksidipitoisuuden olosuhteiden pysyvyys tulisi olla noin 90 %, kun hiilidioksidipysyvyyttä tarkastellaan yhden tunnin liukuvan keskiarvon avulla. Pienhiukkasten tavoitearvo on keskimääräinen pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana. [8.]

Ympäristöministeriön asettamassa 4§ kerrotaan huonelämpötiloille suunnitellut suunnitteluarvot. Yleinen huonetiloihin suunniteltu lämpötila-arvo, joka on koettu mieltuisammaksi oleskella, on 21 celsiusastetta. Lämmityskaudella huonelämpötilaksi sallitaan 20–25 celsiusastetta ja lämmityskauden ulkopuolella 20–27 celsiusastetta ennen kuin toimenpideraja ylittyy. [5, 3.]

Työterveyslaitos on tutkinut hiilidioksidin raja-arvoja ja antanut siitä tarkemmat selvitykset. Altistuminen alle 2 %:n ( $20000 \text{ ppm}$ ) hiilidioksidipitoisuuksille lyhytaikaisesti ei ole todettu olevan haitallista terveydelle. Korkeita pitoisuuksia harvem-

min ilmenee rakennusten tyypillisessä käytössä, mutta työterveyslaitoksen mukaan ”hiilidioksidipitoisuuden ylittäessä 7,5 % (75 000 ppm) on sen huomattu huonontavan henkistä suorituskykyä, aiheuttaen sekavuutta, näköhäiriöitä ja levottomuutta. Hiilidioksidipitoisuuden ylittäessä 10 % aiheuttaa se hengenahdistusta, kovaa päänsärkyä, kuulon heikentymistä, oksentelua, pahoinvointia, tukehtumisen tunnetta, hikoilua, tokkuraista oloa ja tajuttomuuden noin 15 minuutin kuluessa. Hapenpuutteen oireita alkaa ilmetä, kun happipitoisuus laskee alle 18 %:n”. [9.]

### 2.3 Ilmamäärä

Sisäilmastoluokituksen päivityksestä huolimatta esitellään ilmamääriä päiväkotien valmistumisajankohdan takia päiväkotien osalta voimassa olevan Sisäilmastoluokituksen 2008 mukaisesti, mutta vertailun vuoksi esittelemme uudistuneet sisäilmastoluokat. Sisäilmastoluokitus 2008:n mukaan ”tilojen ulkoilmavirrat suunnitellaan standardin EN-15251:2007 liitteen B menetelmä B1.2 mukaisesti.” [10.] Sisäilmastoluokitus 2018 mukaan ”tilojen ulkoilmavirrat suunnitellaan standardin SFS-EN 16798-3:2017 mukaisesti.” Sisäilmastoluokitukset 2008 ja 2018 määrittelevät ulkoilmavirtojen normaalin käyttötilanteen mitoitusarvot tiloissa, jotka täyttävät erittäin vähäpäästöisen rakennuksen kriteerit (taulukko 1). Huone- lämpötilan hallinta tai varautuminen muuntojoustoon saattavat edellyttää suurempia ilmavirtoja. [11, 15–17; 12.]

**Taulukko 1. Päiväkotien ryhmätilojen ilmamäärät sisäilmaluokitusten 2018 ja 2008 mukaan.**

Luokitus	Ilmamäärät (l/per. henkilö)
S1 (2018)	12
S2 (2018)	8
S3 (2018)	6
S1 (2008)	12
S2 (2008)	9
S3 (2008)	6

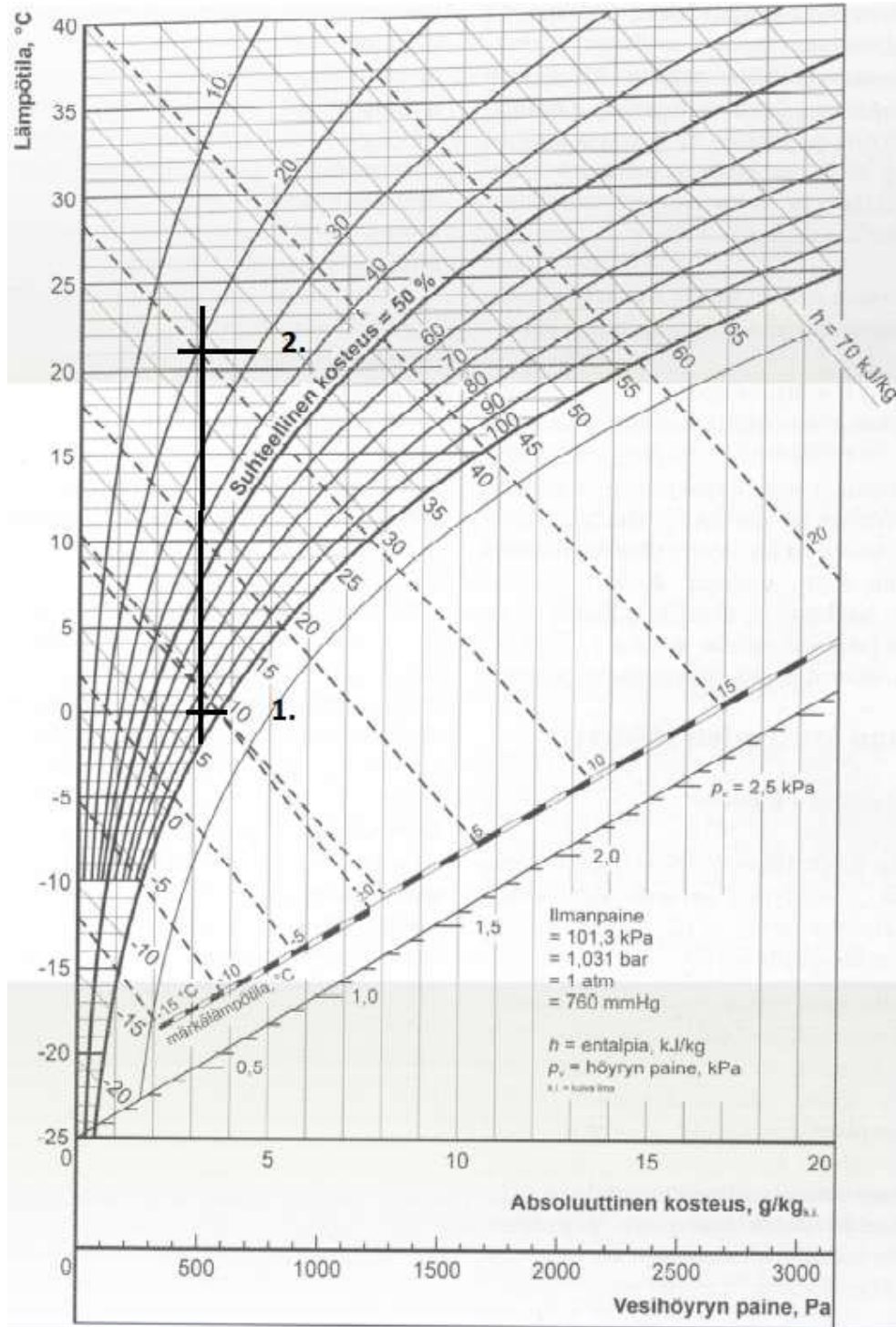
Kohteinamme ovat päiväkodit, joten ilmamäärän tarpeen vaihtelevuus ja tilojen käyttötarkoitukset on huomioitava ilmanvaihdon mitoituksessa. Tärkeintä on

suunnitella riittävä ilmanvaihto lapsi- ja henkilömäärää kohden koko rakennukselle siten, että jokaiseen osaan rakennusta virtaa ulkoilmaa vähintään  $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}$  huonekohtaista neliötä kohden. [11, 9.] Molemmissa vaihtoehdoissa mitoitetaan taide- ja taitoaineiden tilat toiminnan mukaan siten, että vähimmäisulkoilmavirta on  $8 \text{ dm}^3/\text{s}$  henkilöä kohden [11, 8].

## 2.4 Suhteellinen kosteus

Ilmankosteuteen vaikuttavat absoluuttinen kosteus, suhteellinen kosteus sekä lämpötila. Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus ovat toisiinsa verrannollisia. Suhteellinen kosteus nousee, kun sisäilman lämpötilaa lasketaan. Talvella huoneilma on kuivempaa kuin kesällä. Sisäilman kosteuden tavoitetaso määräytyy tilojen käyttötarkoituksen mukaan. Vaikka käyttötarkoitus sallisikin korkean sisäilman kosteuden, ei kosteus silti saa tiivistyä rakenteisiin, niiden pinnoille tai ilmanvaihtojärjestelmään. [7; 8, 7.] Kosteuden tarkastelu tapahtuu tässä tutkimuksessa mittaamalla ja silmämääräisesti.

Ilmatieteen laitoksen ilmoittama keskimääräinen suhteellinen kosteus lokakuulle 2018 Joensuun alueella on 87 % [13]. Mollierin diagrammista (kuva 1) voidaan katsoa suhteellisen kosteuden määrä tietyssä lämpötilassa. Ilmatieteenlaitoksen ilmoittama keskimääräinen suhteellinen kosteus lokakuulle 2018 Joensuun alueella on 87 %. Pisteessä 1 on Lämpötila  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ , joka oli noin keskimääräinen ulkolämpötila mittausten aikana ja Joensuun 87 %:n suhteellinen kosteus. Pisteessä 2 on suhteellinen kosteus ideaali lämpötilassa  $21 \text{ }^\circ\text{C}$ , jolloin suhteellisen kosteus on noin 21 %. Mittaustulokset tukevat tätä tulosta; niistä tarkemmin luvussa 6 Tulokset. Tämä tarkoittaa kiteytettynä sitä, että lämmin ilma sitoo kosteutta enemmän kuin kylmä ilma. [8, 7.]



Kuva 1. Mollier-diagrammi. [8.]

Sisätilojen kosteudelle ei ole annettu tavoitearvoa, koska pakkashuippujen aikana suhteellinen kosteus voi laskea hyvinkin alhaiseksi. Ilmanvaihdon kostutusta käytettäessä suhteellisen kosteuden tulee olla alle 60 % sisätiloissa, eikä siitä saa aiheutua kosteus- ja mikrobivaurioiden riskiä. Erityistä huomiota on

myös käytettävä siihen, etteivät kostutuslaitteet lisää ilman epäpuhtauksia. [8, 7.] Kohteissa ei ole kostutusta.

## 2.5 Lämpökuormat

Ilmastoinnin erääksi tärkeimmäksi tehtäväksi voidaan luokitella jäähdytys eli lämpökuorman poistaminen. Huoneiden lämpötila nousee helposti liian korkeaksi, joten ylimääräisen lämmön vaikutus tulee huomioida. Hyvä lämmöneristys ja samanaikaisesti lisääntynyt sähkönkäyttö ovat johtaneet siihen, että esimerkiksi toimistohuoneet tarvitsevat jäähdytystä talvellakin. Ylimääräisen lämmön syntymistä ei kokonaisuutena voida välttää, mutta rakennussuunnittelulla tähän voidaan vaikuttaa. Huoneet voidaan luonnollisesti jäähdyttää ulkoilmalla erityisesti talvella. [14, 182–183.]

Rakennuksissa oleva ylimääräinen lämpö on peräisin sähkönkäytöstä, auringonsäteilystä ja ihmisistä. Merkittävin lähde on yleensä auringon säteily. Sähkönkäyttö muodostuu toimistokoneista, valaistuksesta ja riippuen tilan käyttötarkoituksesta, myös muista sähkölaitteista. Ihmisistä aiheutuva lämpökuorma on merkittävä niissä tiloissa, joissa on paljon henkilökuormaa, kuten päiväkodeissa, koululuokissa ja kokoustiloissa. Lämpökuormat voidaan jakaa rakennusmääräyskokoelma d3:n mukaan päiväkodeissa seuraavasti: 14 W/m<sup>2</sup> ihmiset (ei sisällä kosteuteen sitoutunutta lämpöä, kokonaislämmönluovutus saadaan jakamalla kertoimella 0,6), 18 W/m<sup>2</sup> valaistus, 8 W/m<sup>2</sup> kuluttajalaitteet ja noin 50 W/m<sup>2</sup> auringon valolle. Lämpökuorman vähentäminen ja samalla jäähdytystarpeen vähentäminen on mahdollista seuraavin keinoin:

- rakennuksen ikkunapinta-alan huomiointi
- ikkunoiden suuntaus
- ikkunalasin auringon säteilyn läpäisyominaisuudet
- ympäristön varjostus
- rakennuksen varjostavat osat
- rakenteellinen aurinkosuoja
- aurinkosuojaustuotteet. [14, 182–183.]

Laskennallinen kesäajan huonelämpötila ei saa ylittää jäähdytysrajan arvoa 27 celsiusastetta käyttötarkoitukseluokassa 2 ja jäähdytysarvoa 25 celsiusastetta käyttötarkoitukseluokissa 3–8 enemmän kuin 150 astetuntia kesäkuun 1. päivän ja elokuun 31. päivän välisenä aikana suunnitteluratkaisun mukaista ilmavirtaa käyttäen. Päiväkodit kuuluvat luokkaan 6. Rakennuksen käyttötarkoitus määritty sen mukaan, mihin sen suurinta osaa käytössä olevasta pinta-alasta käytetään. Käyttötarkoitukset löytyvät tarkemmin ”Asetuksesta uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017.” Lämpökuormien sisäistä vaihtelua huomioidaan dynaamisella laskentatyökalulla olosuhdesimulaatiossa; tämä antaa indikaation siitä, tarvitaanko rakennuksessa aurinkosuojauksen suunnittelua tai jäähdytysjärjestelmää. Päiväkodeissa on käytössä yöjäähdytys, jota käytetään ilmanvaihtokoneelta automaation ehtojen täytyessä. Yöjäähdytys aktivoituu huonelämpötilan noustessa liian korkeaksi kellon ollessa keskiyöstä aamukuuteen (00–06). Yöjäähdytys ei ollut käytössä mittausten aikana. [15.]

## 2.6 Met ja Clo

Ihmisen aistimaan lämpöviihtyvyyteen vaikuttavat ympäristötekijöiden lisäksi henkilön aineenvaihduntakyky sekä aktiivisuustaso ja pukeutuminen. Toisin sanottuna ihminen pystyy monella eri tavalla vaikuttamaan tyytyväisyyteensä sisäympäristöstä esimerkiksi pukeutumalla ympäristöolojen mukaisesti ja lisäämällä tai vähentämällä aktiivisuutta. Tyytyväisyys sisäilmaan tehostaa ihmisen toimintakyvykkyyttä toimia tilanteissa virkeänä. [12, 38–39.] Lämmönsiirtyminen ihmisen ja ympäristön välillä tapahtuu kolmella eri tavalla: konvektiona ilmaan, säteilyinä ympäröiviin pintoihin ja uloshengitettynä vesihöyryinä tai hikoiluna riippuen ympäristöoloista ja aineenvaihdunnan tehosta. Ihmisen aktiivisuus vaikuttaa siihen, kuinka paljon lämpöä ihmiskeho luovuttaa ympäristöön ja tämä on otettava huomioon rakennuskohtaisessa suunnittelussa. Aineenvaihdunnan aikaansaama lämmöntuotto voidaan ilmoittaa watteina (W), mutta yleisempi tapa on käyttää met-yksikköä, joka kuvaa kokonaislämpötehoa puhuttaessa ihmisestä. Yksi met vastaa aikuisella keskikokoisella miehellä 105 wattia, kun pituus on 1,75 m, paino 75 kg ja ihon pinta-ala 1,8 m<sup>2</sup>. Tästä aiheesta on olemassa ihmiseen aktiivisuustasoa kuvaavia taulukkoja, joissa on valmiiksi selvitetty met-

arvot eri kokoisille ja sukupuolta oleville ihmiselle. [12, 43.] Ihmiskehosta syntyvän lämpöenergian siirtymistä voidaan säädellä vaatteiden avulla, jolloin ympäristöön siirtyy vähemmän lämpöä. Vaatetuksen lämmöneristävyuden yksikkönä käytetään clo:ta, jossa yksi clo vastaa 0,158 m<sup>2</sup>K/W. Vaatetuksen lämmöneristävyydelle on olemassa taulukoita, joissa on selvitetty erilaisien vaatekerrosten lämmöneristävyuden kyky. [12, 44–45.]

## **2.7 Rakennuksen ääniympäristö**

Ympäristöministeriön asetuksen 796/2017 mukaan tilat tulee äänieristää tilan käyttötarkoituksen mukaan. Erityisesti opetustiloissa tulee huomioida sekä suunnittelussa että toteutuksessa riittävä puheenerotettavuus tilan käyttötarkoituksen parhaan saavutettavuuden kannalta. Äänen eteneminen rakenteissa tulee estää, jottei ääni kulje huoneesta toiseen. Asetuksessa säädetään ääneneristyksestä, melun- ja värinätorjunnasta sekä ääniolosuhteista. Asetuksessa selvitetään, että rakenteiden ääneneristävyuden ja taloteknisten laitteiden on oltava asennuksiltaan sekä äänitasoiltaan sellaisia, että rakennuksessa oleskelevien lepo taikka uni ei häiriinny sekä rakennuksen käyttötarkoituksen mukainen toiminta on ääniolosuhteiden puolesta mahdollista. [16, 1–2.]

## **3 Laskukaavat**

Tässä luvussa esitellään kaavat, joita käytetään opinnäytetyössä. Käsien laskennoissa selvitetään ensin tarvittavat lähtötiedot, jotta voidaan laskea tiloille taikka rakennukselle vaadittavat suunnitteluarvot, joita sitten vertaillaan mittaamalla saatuihin tuloksiin.

### **3.1 Laskukaavoja hiilidioksidipitoisuuden ja ilmanvaihdon väliselle yhteydelle**

Selvitettäessä tilan käyttäjien tuottamaa hiilidioksidin määrää tarvittavan ilmanvaihdon kannalta, pois suljetaan tilassa olevien laitteiden ja kojeiden aiheuttama

lämpökuorma sekä niistä aiheutuvat hiilidioksidi päästöt. Tutkittavaksi jää ihmisen aineenvaihdunnasta ja uloshengityksestä aiheutuva hiilidioksidi määrä, jonka tuotanto on riippuvainen henkilön aktiivisuus tasosta sekä henkilökohtaisista ominaisuuksista. Kohteinaamme ovat päiväkodit, joten tarkastelemme hiilidioksidipitoisuutta tästä näkökulmasta. Kaavojen avulla lasketaan huoneen sopivuus käyttäjämääriin nähden.

### 3.1.1 Hiilidioksidikuormitus tilaan

Tuloilman määrä lasketaan hiilidioksidipitoisuuden perusteella. Laskukaavoissa huomioidaan: ihmiskehon keskimääräinen pinta-ala, fyysinen aktiivisuus, hengitysosamäärä, tilan ulkoilmavirran suunnitteluarvot sekä ulkoilmavirran hiilidioksidipitoisuus.

$$V_{CO_2} = RQ * \frac{0,00276 * A_{keh} * M}{0,23 * RQ + 0,77}, \quad (1)$$

missä  $V_{CO_2}$  on yhden henkilön hiilidioksidituotto tilavuusvirtana ( $dm^3/s$ ),  $RQ$  on hengitysosamäärä,  $A_{keho}$  on kehon keskimääräinen pinta-ala ( $m^2$ ) ja  $M$  on fyysinen aktiivisuus ( $met$ ). [17, 5.]

Hengitysosamäärä eli RQ tulee englannin kielestä (respiratory quotient) ja tarkoittaa ihmisen tuottaman hiilidioksidin määrän ja hapenkulutuksen välistä suhdetta. Hengitysosamäärän arvo vaihtelee 0,7-1,0 välillä. Mitoituslaskennassa käytetään standardiarvona hengitysosamääränä 0,83. [17, 5.]

Ihmiskehon keskimääräiselle pinta-alalle on DuBois:n kehittämä kaava, jossa huomioidaan henkilön paino ja pituus. Arvot keskimääräisen kokoiselle suomalaiselle on esitetty ympäristöministeriön 2017 julkaisemassa loppuraportissa, joka on tehty suomalaisten lasten kasvukäyrien 2011 vuoden perusteella.

$$A_{keho} = (W^{0,425} * H^{0,725})/139,2, \quad (2)$$

missä  $W$  on henkilön paino ( $kg$ ) ja  $H$  on henkilön pituus ( $cm$ ). [17, 5.]



### 3.1.2 Tilan ulkoilmavirran suunnitteluarvo

Tilan ulkoilmavirran suunnitteluarvo saadaan hiilidioksidikuormituksen perusteella kaavalla 3, jossa tarkasteluajana oletetaan tilaan tulevan ja huoneesta lähtevän hiilidioksidivirtojen olevan yhtä suuret. Kun oletetaan, että tilan ulko- ja poistoilmavirrat ovat yhtä suuret ( $q_{ulko} = q_{poisto}$ ) ja korvausilmavirta on nolla ( $q_{korvaus} = 0$ ) saadaan kaava 3 yksinkertaisempaan muotoon kaavaan 4.

$$q_{ulko} * C_{ulko} + q_{korvaus} * C_{korvaus} + G = q_{poisto} * C_{poisto} , \quad (3)$$

$$q_{ulko} = \frac{G}{C_{poisto} - C_{ulko}} , \quad (4)$$

missä  $q_{ulko}$  on ulkoilmavirta ( $dm^3/s$ ),  $q_{korvaus}$  on korvausilmavirta ( $dm^3/s$ ),  $q_{poisto}$  on poistoilmavirta ( $dm^3/s$ ),  $C_{ulko}$  on ulkoilman hiilidioksidipitoisuus ( $ppm$ ),  $C_{korvaus}$  on korvausilman hiilidioksidipitoisuus ( $ppm$ ),  $C_{poisto}$  on poistoilman hiilidioksidipitoisuus ( $ppm$ ) ja  $G$  on henkilöiden hiilidioksidituotto tilaan ( $dm^3/s$ ). Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvo saadaan Ilmatieteen laitoksen mittausaseman sivuilta, jossa ilmoitetaan nykyiset, että aiemmat saadut hiilidioksidipitoisuus arvot. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on tarkistettava erikseen, koska arvo vaihtelee vuoden aikojen välillä. [17, 6.]

### 3.2 Kosteuslisä

Olosuhdemittauksia voidaan pitää rakennuksen kuntotutkimusta tehtäessä perusmittauksina. Näihin kuuluvat lämpötila ja suhteellinen kosteus. Kattavaa olosuhdetutkimusta tehdessä edellytetään pitkäaikaista seurantamittausta. Niiden perusteella voidaan laskea kosteuslisän määrä, sisätilojen lämpöolosuhteita sekä talotekniikan toimivuutta. Ennen mittauksia tulee tarkastaa päätelaitteiden toimivuus. Kosteuslisä 1–3 grammaa kuutiossa on tyyppillinen asuinhuoneistoille, noin < 2 grammaa kuutiossa toimistorakennuksille ja 5 grammaa kuutiossa suunnittelun mitoitusarvo. [18, 33, 62.]

Kosteuslisä huoneen käytönaikaiselle ajalle on mahdollista laskea kaavalla 5, jolla saadaan laskettua kosteuslisä  $X_i$ .

$$X_i = X_e + G/(n * V) + (1 - e^{(-n*t)}) , \quad (5)$$

jossa  $X_e$  on ulkoilman kosteus,  $G$  on kosteustuotto ihmisistä,  $n$  on ilmanvaihtoluku 1/h,  $V$  on tilavuus kuutiossa,  $e$  on neperin luku ja  $t$  on aikaväli. Ihminen tuottaa kosteutta 40 grammaa tunnissa. [19.]

## 4 Mittarit

Sisäilman laadun tutkimiseksi käytämme Karelia-ammattikorkeakoululta saatavissa olevia laitteita: ilmamäärämittaria (Swema 3000) ja yhdistelmämittaria (GrayWolf IAQ). Mitattavat arvot ovat tvoc, hiilidioksidi, hiilimonoksidi, lämpötila, suhteellinen kosteus, ilmamäärä ja paine-ero. Ilmamäärä ja paine-ero mitataan Swema 3000 mittarilla.

### 4.1 Yhdistelmämittari GrayWolf IAQ

Mittarin valmistaja on Graywolf sensing solutions. Graywolf on irlantilainen yritys, joka on tunnettu ammattilaiskäyttöön tarkoitetuista yhdistelmämittareista. Mittari ja mittapää edustavat ammattilaislaitteistoa. Valmistajan ilmoittamat mittavirheet kyseiselle mittarille ovat hyvin pienet. Mittariin kuuluu mittapää, joka on mallia IQ-610. Mittari ja mittapää on kalibroitu valmistajan toimesta Irlannissa syksyllä 2018. Mittarin kalibrointi tapahtui postitse Karelia-ammattikorkeakoulun henkilökunnan toimesta. Mittarilla pystyy mittaamaan 32 eri muuttujaa samanaikaisesti. Mittari tallentaa arvot laitteeseen, josta ne voidaan siirtää esimerkiksi tietokoneelle. Mittarista on olemassa myös langatonta internetyhteyttä tukeva mittari, mutta käytössämme oleva versio toimii USB:n välityksellä. Mittarilla on mahdollista tallentaa tulokset kuvankaappauksena tai ohjelmiston piirtämänä trendikäyränä. Trendikäyrästä on etuna se, että huippuluvut ovat helposti visuaalisesti todettavissa. Mittaukset on tallennettu trendikäyrästä. [20, 1–2.]

Valmistajan ilmoittamat mittavirheet ja tarkkuudet IQ-610 mittapäälle: Hiilimonoksidi mittausalueella 0–500 ppm:  $\pm 2$  ppm:n tarkkuudella mittausalueelle  $< 50$  ppm

sekä  $\pm 3$  %:n tarkkuudella mittausalueelle  $> 50$  ppm. Hiilidioksidi mittausalueelle  $0-10000$  ppm:  $\pm 3$  %:n tarkkuudella lukemalle  $\pm 50$  ppm. Voc mittausalueella  $5-20000$  ppb:  $1$  ppb tarkkuudella mittausalueelle  $< 5$  ppb, suhteellinen kosteus mittausalueella  $0-100$  %:  $\pm 2$  %:n tarkkuus mittausalueella  $< 80$  RH% sekä  $\pm 3$  %:n tarkkuudella mittausalueelle  $> 80$  RH% ja lämpötila alueella  $-25 - +70$  °C: tarkkuudella  $\pm 0,3$  °C. Joidenkin mitattavien arvojen yksiköt ovat muutettavissa suoraan mittarista. [20, 3.]

#### 4.2 Ilmamäärämittari Swema 3000

Swema 3000 on ilmavirtausten, suhteellisen kosteuden, lämpötilojen ja paine-erojen mittaukseen tarkoitettu monikäyttölaite. Swema 3000:lla on suuri laskentakapasiteetti. Sillä voi tallentaa yksittäisiä tai laskettuja mittauksia muistiin, josta ne voidaan siirtää esimerkiksi tietokoneelle. Swema laskee ilmamäärät k-kertoimen avulla. Swema on ammattilaistyökalu ilmamäärien mittaamiseen. Ilmamäärien mittauksessa Swema 3000 laskee ilmamäärän k-kertoimen ja mitatun paineeron mukaan. K-kerroin on valmistajan ilmoittama suhteellinen arvo. K-kerroin saadaan valmistajalta päätelaitekohtaisesti. K-kertoimeen vaikuttaa suojaetäisyydet, jotka on otettava huomioon k-kertoimia valitessa. K-kerroin tarvitaan mitausanturin signaalin ja todellisen prosessiarvon muuttamiseksi oikeaan haluttuun arvoon. [21, 5–11.]

Kaava ilmannopeudelle on  $q = k * \sqrt{\text{paine-ero}}$ . Swema 3000 näyttää valitun k-kertoimen, paineen ja ilmavirtauksen. Valmistajan ilmoittamat arvot ja mittavirheet mittarille: Painealueella  $-300 - 1500$  Pa on epätarkkuus  $\pm 0,3$  % luetusta arvosta, mutta vähintään  $0,3$  Pa. Lämpötilariippuvuus:  $0,2$  Pa/°C. Mittavirheiden tarkastelu tapahtuu valmistajan ilmoittamilla arvoilla. [21, 35–37.]

Päätelaitteina Hammaslahden ja Hukanhaudan päiväkodissa oli tulopuolella Fläktgroupin ZAEF. Poistolaitteina toimi Fläktgroupin poistoilmahajottaja HPKB ja poistoventtiili KSO. Pataluodon päiväkodissa tuloilmalaitteina on Fläktgroupin ZAEF ja poistoilmalaitteena Fläktgroup ZAEF. Pataluodon luokahuoneissa on suutinkanava Climecon ROLX, jonka ilmamäärät mitattiin kuumalanka-anturilla.

K-kertoimet on saatu Fläktgroupin ilmavirtojen mittaus- ja säätöoppaasta. Mittaukset suoritettiin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Ilmamäärien mittaus ZAEF, HPKB ja ZAEE päätelaitteista tapahtui irrottamalla päätelaitteiden suojaus, jonka jälkeen mittauspääät aseteltiin niille kuuluviin reikiin, josta ilmamäärät mitattiin ilmamäärämittarilla. Mittavirheiden tarkastelu on luvussa 6.8 mittavirheet. [22, 23, 45; 23,1–2.]

**Taulukko 2. K-arvot. [23, 23.]**

ZAEF	K-arvo
ø160	10,1
ø200	27,0
ø250	39,9
ø250	48,8
ZAEE-B	
ø200	27,9
HPKB	
Ø200	16,1
ø250	25,6

## 5 Suunnittelu ja toteutus

Toimeksiantajan ehdotuksesta tutkimme kolmesta uudisrakenteisesta päiväkotikohteesta sisäilmaa sekä käyttäjien kokemusta sisäilmasta. Kohteina ovat Pataluodon, Hukanhaudan ja Hammaslahden päiväkodit. Rakennusliike Tervo Oy on rakentanut kyseiset päiväkodit. Rakennusmateriaalit vaihtelevat päiväkodeittain. Tulokset mitattiin Hammaslahden päiväkodissa viikon 43 aikana, Hukanhaudalla viikolla 44 ja Pataluodossa viikolla 45. Mittausaikataulu määräytyi päiväkotien aikataulujen mukaan. Mittaukset tapahtuvat vastaavista tiloista niiden vertailtavuuden vuoksi. Mitattaviksi huoneiksi määrityä 4 tilaa. Huoneet on valittu niiden käytettävän mukaan. Mittaukset koostuvat askartelutilasta, henkilökunnan

taukotilasta, lasten lepohuoneesta ja luokkahuoneesta. Luokkahuone toimii jokaisessa kohteessa ruokalana päiväkotiryhmille. Henkilökunnalle jaettiin tiedote, jossa ohjeistettiin ryhmiä mittauksen aikana. Tiedotteen tavoite oli minimoida käyttäjälähtöiset mittavirheet. Ovenaukaisut, ikkunan aukaiseminen, liesituulettimen tai muusta tehostetusta ilmanvaihdosta johtuvat ilmavirtoja liikuttavat toimet vaikuttavat mitattaviin arvoihin. Jokaisessa kolmessa ilmanvaihtojärjestelmässä ilmavirtojen säätö tapahtuu FläktGroupin IMS-säädin peltien avulla, jotka mittaavat reaaliaikaisesti kanavassa kulkevan ilman määrää ultraäänen avulla. IMS-säädinpellit ovat ohjelmoitavissa Modbuss:illa. Automaation puolesta sisäilman-tehostus on mahdollista.

Opinnäytetyö on yhdistelmä laadullista ja määrällistä tutkimusta. Tutkimus sisältää mittaustulokset kohteista sekä kyselyn kohteiden käyttäjille. Kyselystä saatuja tuloksia verrataan mittaustuloksiin ja ongelmakohtiin paneudutaan tuloksissa sekä pohdiskelussa. Rakennustekniset ratkaisut ja kohteiden käyttötavat vaikuttavat siihen, miten tuloksien vertailu onnistuu. Mittaamalla vastaavat tilat on kohteiden laatu ja käyttäjätyytyväisyys vertailtavissa niiden rakennusteknisestä eroavaisuudestakin riippumatta.

## **5.1 Mitattavien tilojen esittely**

Tutkielman kohteena oli kolme päiväkotia. Päiväkodit eroavat rakennusteknisesti toisistaan. Hammaslahden päiväkoti on puurakenteinen, hukanhaudan päiväkoti on cft-rakenteinen ja pataluodon päiväkoti on betonirakenteinen. Mitattavien tilojen käyttötarkoitukset vastasivat toisiaan. Kuvista nähdään tilojen huonekalujen sekä pohjaratkaisujen asettelu, joka oli kaikissa päiväkodeissa samanlainen (kuvat 2–5). Mittaustulokset löytyvät kohdasta 6.1 mittaustulokset.



Kuva 1. Pataluodon päiväkodin lasten lepo huone. (Kuva: Riku Pajander)



Kuva 2. Hammaslahden päiväkodin luokkahuone. (Kuva: Riku Pajander)



Kuva 3. Hukanhaudan päiväkodin henkilökunnan taukotila. (Kuva: Riku Pajander)



Kuva 4. Hammaslahden päiväkodin askarteluhuone. (Kuva: Riku Pajander)

## 5.2 Kysely ja haastattelu

Kysely suunniteltiin sen perusteella, mitä tietoja tarvitsemme tuloksien tarkasteluun ja vertailuun (liite 1). Kysymykset muotoiltiin sellaisiksi, etteivät ne johdattele harhaan esimerkiksi ennakkoluulojen vuoksi. Henkilökunta ohjeistettiin tiedotteen avulla. Tiedotteessa kerrottiin tutkimuksen lähtökohdat ja tavoitteet. Kysymyksistä tehtiin paperinen kyselylomake, joka jaettiin henkilökunnalle ja pyysimme palauttamaan määräaikaan mennessä. Kyselyyn osallistuminen oli vapaaehtoista. Lapsille oli sama kysely, mutta sanallisena haastatteluna. Oletuksena, että alle alakouluikäiset eivät välttämättä osaa lukea ja kirjoittaa. Haastatteluun valittiin kohteiden vanhimmat lapset eli esikoululaiset, jotka ovat kuusi vuotiaita. Valitsimme esikouluikäiset lapset, koska kysymykset ovat melko haasteellisia ymmärtää ja haastatteleamalla pystymme selventämään ja yksinkertaistamaan samat kysymykset, mitä teetätämme aikuisilla. Lapset haastatellaan yksi kerrallaan erillisessä huoneessa, jotta vältetään samoilta vastauksilta eli kaverin vaikutukselta sekä minimoidaan häiriötekijät. Osallistuminen haastatteluun oli vapaaehtoista ja lapsilta pyydettiin lupa ennen haastattelua. Tavoite oli, että haastatteluun saadaan kymmenen esikoululaista päiväkodista. Yhdessä ryhmässä on noin 20:tä, jolloin saisimme 50 %:lta vastauksen. Kymmenen siksi, että kaikki eivät todennäköisesti osallistuisi ja näin saadaan sama määrä jokaisesta päiväkodista. Lapset ovat rakennuksen pääasiallisia käyttäjiä, joten heidän kuuleminen on tärkeää.

## 6 Tulokset

Mittaustulokset on esitelty tarkemmin alaotsikoissa. Mittaustulosten arvioinnissa on käytetty Sisäilmastoluokitus 2018, sisäilmastoluokitus 2008 ja D2-rakennusmääräyskokoelmaa. Kyselyiden tulokset ilmoitetaan ja selitetään prosentuaalisina sekä selkeinä numeraalisina määrinä diagrammikuvia hyödyntäen selityksen tukena. Tuloksien vertailussa otetaan huomioon mittaustuloksiin ja kyselytuloksiin vaikuttavat tekijät. Niistä tarkemmin osiossa mittavirheet, jossa pohdimme myös kysymysten oikeellisuutta ja tarkoituksenmukaisuutta.



## 6.1 Mittaustulokset

Mittaustuloksina käytetään keskimääräistä hiilidioksidin määrää mitatulle ajalle. Mittaukset suoritettiin Hammaslahden päiväkodissa viikolla 43, Hukanhaudan päiväkodissa viikolla 44 ja Pataluodon päiväkodissa viikolla 45. Päiväkodit ovat auki aamu viidestä iltaan vaihtelevin kellonajoin. Ryhmät ovat yleensä täysiä vasta aamun kello 9:n jälkeen. Mittaukset ovat 24 tunnin ajalta. Tuloksissa esitellään erityisesti käytöstä johtuvia tuloksia. Täydet mittaustulokset löytyvät liitteistä (liitteet 2–13). Mittaustulokset esitellään niin, että vastaava aika on mitattu vastaavasta tilasta päiväkotien kesken, jolloin mittaustuloksia voidaan vertailla.

## 6.2 Päiväkotien laskelmat

Mittaustulokset esitellään tilakohtaisesti. Hiilidioksidilaskut esittävät käytönaikeista ilmamäärää hiilidioksidin huippukulutuksen aikana. Ympäristöministeriö on määrittänyt standardi met -arvot sekä 6 vuotiaan lapsen pituuden ja painon sekä aikuisen naisen pituuden ja painon. Päiväkotien mitattavissa tiloissa ei työskennellyt miehiä. Ympäristöministeriön mukaan keskimääräisen aikuisen naisen pituus on 164 cm ja paino 70,4 kg. Kuusivuotiaat lapset ovat keskimäärin 118 cm pitkiä ja painavat 22 kg. Ilmamäärien laskuun käytetään Dubois:n kaavaa. Hengitysosamäärä on 0,83. Hiilidioksidi arvona käytetään 405 ppm. Ilman moolimassana käytetään 31,9988 g/mol. Joka on laskettu kaavasta 6. Hiilidioksidin muunnos milligrammasta kuutiossa ppm:n on laskettu sosiaali- ja terveysministeriön esittelemällä kaavalla, joka löytyy julkaisusta htp-arvot 2018, liitteestä 5. [17, 13; 24.]

$$(N_2) = 14.0067 \text{ g/mol} * 2 = 28.0134 \text{ g/mol. } M(O_2) = 15.9994 \text{ g/mol} * 2 = 31.9988 \text{ g/mol} . \quad (6)$$

### 6.2.1 Hammaslahden päiväkodin lepo huoneen hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $822,5 \text{ mg/m}^3$ ).

Kaavan 1 mukaan lasketaan hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä lapsille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 20 lasta mittauspäivänä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 224 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $822,5 \text{ mg/m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{822,5 \text{ mg/m}^3}{\frac{31,9988 \text{ g}}{\text{mol}} / 24,1 \text{ l}} = 619,445 \text{ ppm} \quad (7)$$

$$V'CO_2 (\text{lapsit}) = 20 * 0,83 \frac{0,00276 * (22^{0,425} * 118^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,056685 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Lepohuone}) = \frac{0,04858755912717 \text{ l/s}}{619,445 \text{ ppm} - 405 \text{ ppm}} * 10^6 = 264,336 \text{ l/s}$$

## 6.2.2 Hammaslahden päiväkodin luokahuoneen hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $825,89 \text{ mg/m}^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan ensin hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä lapsille ja sitten aikuisille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 24 lasta ja 4 aikuista mittauspäivänä. Seuraavassa kohdassa ( $Q$ ) lasketaan yhteen lapsista ja aikuista aiheutuva hiilidioksidin kulutus ilmamäärinä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 448 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $825,89 \text{ mg/m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään} = \frac{825,89 \text{ mg/m}^3}{\frac{31,9988 \text{ g}}{\text{mol}} / 24,1 \text{ l}} = 621,998 \text{ ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{lapsit}) = 24 * 0,83 \frac{0,00276 * (22^{0,425} * 118^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,068023 \text{ l/s}$$

$$V'CO_2 \text{ (aikuiset)} = 4 * 0,83 \frac{0,00276 * (70,4^{0,425} * 164^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,023596 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ (kaikki)} = 0,068023 \frac{\text{l}}{\text{s}} + 0,023596 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,091619 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} \text{ (Luokkahuone)} = \frac{0,091619 \text{ l/s}}{621,998 \text{ ppm} - 405} * 10^6 = 422,211 \text{ l/s}$$

### 6.2.3 Hammaslahden päiväkodin askarteluhuoneen hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $821,923 \text{ mg/m}^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan ensin hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä lapsille ja sitten aikuisille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 13 lasta ja 1 aikuinen mittauspäivänä. Seuraavassa kohdassa ( $Q$ ) lasketaan yhteen lapsista ja aikuista aiheutuva hiilidioksidin kulutus ilmamäärinä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 84 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $81,923 \text{ mg/m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{821,923 \text{ mg/m}^3}{\frac{31,998}{\text{mol}} / 24,1 \text{ l}} = 619,034 \text{ ppm}$$

$$V'CO_2 \text{ (lapset)} = 13 * 0,83 \frac{0,00276 * (22^{0,425} * 118^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,036846 \text{ l/s}$$

$$V'CO_2 \text{ (aikuiset)} = 1 * 0,83 \frac{0,00276 * (70,4^{0,425} * 164^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,005899 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ (kaikki)} = 0,042514 \text{ l/s} + 0,005899 = 0,042745 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} \text{ Askarteluhuone} = \frac{0,04274 \text{ l/s}}{603,125 \text{ ppm} - 405 \text{ ppm}} * 10^6 = 215,75 \text{ l/s}$$

#### 6.2.4 Hammaslahden päiväkodin henkilökunnan taukotilan hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $846,062 \text{ mg}/\text{m}^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä aikuisille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 8 aikuista mittauspäivänä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 100 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $846,062 \text{ mg}/\text{m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{846,0616438 \text{ mg}/\text{m}^3}{\frac{31,9988 \text{ g}}{\text{mol}}/24,1 \text{ l}} = 637,214 \text{ ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{aikuiset}) = 8 * 0,83 \frac{0,00276 * (70,4^{0,425} * 164^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,047192 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Taukotila}) = \frac{0,047192 \text{ l/s}}{637,214 \text{ ppm} - 405 \text{ p}} * 10^6 = 203,226 \text{ l/s}$$

#### 6.2.5 Hukanhaudan päiväkodin lepo huoneen hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $822,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä lapsille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 20 lasta mittauspäivänä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 224 litraa sekunnissa, joka oli sama kuin hammaslahdessa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $822,5 \text{ mg}/\text{m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{822,84 \text{ mg}/\text{m}^3}{\frac{31,9988 \text{ g}}{\text{mol}}/24,1 \text{ l}} = 664,93 \text{ ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{lapsset}) = 20 * 0,83 \frac{0,00276 * (22^{0,425} * 118^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,056685 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Lepohuone}) = \frac{0,056685 \text{ l/s}}{664,93 \text{ ppm} - 405 \text{ ppm}} * 10^6 = 218,08 \text{ l/s}$$

## 6.2.6 Hukanhaudan päiväkodin luokkahuoneen hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $825,89 \text{ mg/m}^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan ensin hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä lapsille ja sitten aikuisille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 24 lasta ja 4 aikuista mittauspäivänä. Seuraavassa kohdassa ( $Q$ ) lasketaan yhteen lapsista ja aikuisista aiheutuva hiilidioksidin kulutus ilmamäärinä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 448 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $825,89 \text{ mg/m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{878,664 \text{ mg/m}^3}{\frac{31,9988 \text{ g}}{\text{mol}} / 24,1 \text{ l}} = 661,785 \text{ ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{lapsset}) = 24 * 0,83 \frac{0,00276 * (22^{0,425} * 118^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,068023 \text{ l/s}$$

$$V'CO_2 (\text{aikuiset}) = 4 * 0,83 \frac{0,00276 * (70,4^{0,425} * 164^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,023596 \text{ l/s}$$

$$Q (\text{kaikki}) = 0,068023 \frac{\text{l}}{\text{s}} + 0,023596 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,091619 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Luokkahuone}) = \frac{0,074236 \text{ l/s}}{621,998 \text{ ppm} - 405 \text{ ppm}} * 10^6 = 422,209 \text{ l/s}$$

### 6.2.7 Hukanhaudan päiväkodin askarteluhuoneen hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $800,83 \text{ mg/m}^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan ensin hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä lapsille ja sitten aikuisille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 13 lasta ja 1 aikuinen mittauspäivänä. Seuraavassa kohdassa ( $Q$ ) lasketaan yhteen lapsista ja aikuista aiheutuva hiilidioksidin kulutus ilmamäärinä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 122 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $800,83 \text{ mg/m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{800,83 \text{ mg/m}^3}{\frac{31,9988}{\text{mol}} / 24,11} = 603,125 \text{ ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{lapset}) = 13 * 0,83 \frac{0,00276 * (22^{0,425} * 118^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,036846 \text{ l/s}$$

$$V'CO_2 (\text{aikuiset}) = 1 * 0,83 \frac{0,00276 * (70,4^{0,425} * 164^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,005899 \text{ l/s}$$

$$Q (\text{kaikki}) = 0,042514 \text{ l/s} + 0,005899 = 0,042745 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Askarteluhuone}) = \frac{0,04274 \text{ l/s}}{603,125 \text{ ppm} - 405 \text{ ppm}} * 10^6 = 214,75 \text{ l/s}$$

### 6.2.8 Hukanhaudan päiväkodin henkilökunnan taukotilan hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $887,442 \text{ mg/m}^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä aikuisille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 8 aikuista mittauspäivänä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 100 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $887,442 \text{ mg/m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{887,442 \text{ mg/m}^3}{\frac{31,9988 \text{ g}}{\text{mol}} / 24,1 \text{ l}} = 668,38 \text{ ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{aikuiset}) = 15 * 0,83 \frac{0,00276 * (70,4^{0,425} * 164^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,069698 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Taukotila}) = \frac{G}{C_{poisto} - C_{tulo}} = \frac{0,069698 \text{ l/s}}{668,38 \text{ ppm} - 405} * 10^6 = 264,629 \text{ l/s}$$

### 6.2.9 Pataluodon päiväkodin lepohuoneen hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $858,6 \text{ mg/m}^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä lapsille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 20 lasta mittauspäivänä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 224 litraa sekunnissa

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $858,6 \text{ mg/m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{858,6 \text{ mg/m}^3}{\frac{31,9988 \text{ g}}{\text{mol}} / 24,1 \text{ l}} = 646,205 \text{ ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{lapset}) = 20 * 0,83 \frac{0,00276 * (22^{0,425} * 118^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,056685 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Lepohuone}) = \frac{G}{C_{poisto} - C_{tulo}} = \frac{0,056685 \text{ l/s}}{646,205 \text{ ppm} - 405 \text{ ppm}} * 10^6 = 234,603 \text{ l/s}$$

### 6.2.10 Pataluodon päiväkodin luokahuoneen hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $926,78 \text{ mg/}$

$m^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan ensin hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä lapsille ja sitten aikuisille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 24 lasta ja 4 aikuista mittauspäivänä. Seuraavassa kohdassa ( $Q$ ) lasketaan yhteen lapsista ja aikuista aiheutuva hiilidioksidin kulutus ilmamäärinä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 224 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $926,78 \text{ mg}/m^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{m^3} \text{ : sta ppm: ään: } \frac{926,78 \text{ mg}/m^3}{\frac{31,9988 \text{ g}}{\text{mol}}/24,1 \text{ l}} = 698,007 \text{ ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{lapset}) = 24 * 0,83 \frac{0,00276 * (22^{0,425} * 118^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,068023 \text{ l/s}$$

$$V'CO_2 (\text{aikuiset}) = 4 * 0,83 \frac{0,00276 * (70,4^{0,425} * 164^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,023596 \text{ l/s}$$

$$Q (\text{kaikki}) = 0,068023 \frac{\text{l}}{\text{s}} + 0,023596 \frac{\text{l}}{\text{s}} = 0,091619 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Luokkahuone}) = \frac{0,0916 \text{ l/s}}{698,007 \text{ ppm} - 405 \text{ ppm}} * 10^6 = 312,684 \text{ l/s}$$

### 6.2.11 Pataluodon päiväkodin askarteluhuoneen hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $876,68 \text{ mg}/m^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan ensin hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä lapsille ja sitten aikuisille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 13 lasta ja 1 aikuinen mittauspäivänä. Seuraavassa kohdassa ( $Q$ ) lasketaan yhteen lapsista ja aikuista aiheutuva hiilidioksidin kulutus ilmamäärinä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 120 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $876,68 \text{ mg}/m^3$



$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{876,68 \text{mg/m}^3}{\frac{31,9988}{\text{mol}} / 24,1 \text{l}} = 660,27 \text{ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{lapse}) = 13 * 0,83 \frac{0,00276 * (22^{0,425} * 118^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,036846 \text{ l/s}$$

$$V'CO_2 (\text{aikuiset}) = 1 * 0,83 \frac{0,00276 * (70,4^{0,425} * 164^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + ,77)} = 0,005899 \text{ l/s}$$

$$Q (\text{kaikki}) = 0,036846 \text{ l/s} + 0,005899 = 0,042745 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Askarteluhuone}) = \frac{G}{C_{poisto} - C_{tulo}} = \frac{0,042745 \text{ l/s}}{660,27 \text{ppm} - 405 \text{pp}} * 10^6 = 167,45 \text{ l/s}$$

### 6.2.12 Pataluodon päiväkodin henkilökunnan taukotilan hiilidioksidilaskut

Kaavalla 7 muunnetaan milligramma kuutiossa ppm:iin. Muunnoskaavaan sijoitetaan kaavasta 6 saatu arvo sekä mitatun hiilidioksidin keskiarvo ( $820,43 \text{ mg/m}^3$ ). Kaavan 1 mukaan lasketaan hiilidioksidin tarvitsema ilmamäärä aikuisille ( $V'CO_2$ ). Huoneessa oli 15 aikuista mittauspäivänä. Kaavalla 4 lasketaan kokonaisilmamäärä huoneeseen ( $Q_{tulo}$ ). Suunnitelmien ilmamäärä 160 litraa sekunnissa.

Mitattu hiilidioksidin keskiarvo  $820,43 \text{ mg/m}^3$

$$\text{Muunnos } \frac{\text{mg}}{\text{m}^3} : \text{sta ppm: ään: } \frac{820,43 \text{mg/m}^3}{\frac{31,9988}{\text{mol}} / 24,1 \text{l}} = 617,91 \text{ppm}$$

$$V'CO_2 (\text{aikuiset}) = 15 * 0,83 \frac{0,00276 * (70,4^{0,425} * 164^{0,725}) * 1,4}{139,2 * (0,23 * 0,83 + 0,77)} = 0,069698 \text{ l/s}$$

$$Q_{tulo} (\text{Taukotila}) = \frac{G}{C_{poisto} - C_{tulo}} = \frac{0,069698 \text{ l/s}}{617,91 \text{ppm} - 405 \text{pp}} * 10^6 = 327,359 \text{ l/s}$$

### 6.3 Hiilidioksidimittaukset

Asumisterveysasetuksen 2015 pykälän 8 mukaan hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on  $2100 \text{ mg/m}^3$  ( $1150 \text{ ppm}$ ) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus [25]. Sisäilmastoluokitus 2008 mukaan S1-sisäilmastoluokan raja-arvona pidetään  $< 750 \text{ ppm}$ , S2-sisäilmastoluokalla  $< 900 \text{ ppm}$  sekä S3-sisäilmastoluokalla  $< 1200 \text{ ppm}$  [10, 6]. Marraskuussa 2017 valmistunut selvitys ympäristöministeriölle nimeltään ilmanvaihdon mitoituksen perusteet toteaa, että hiilidioksidi pitoisuus ei saa nousta yli  $1000 \text{ ppm}$  mitoitusolosuhteissa, kun kyseessä on päiväkodit, koulut tai vastaavat luokahuoneet [11, 23]. Sisäilmastoluokilla S1, S2 ja S3 on määritelty omat hiilidioksidimäärät. Ne ovat asetettu ohjaamaan sisäilmastotavoitteita. [8, 7.] Sisäilmastoluokitukset eivät ole viranomaisohjeita tai sellaisen tulkinta. Luokituksen arvot muuttuvat sopijaosapuolia sitoviksi, kun niihin viitataan hankkeen sopimusasiakirjoissa. S1-sisäilmastoluokka tarkoittaa yksilöllistä sisäilmastoa ja sen raja-arvoina pidetään  $< 350 \text{ ppm}$  suurempaa kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. S2-sisäilmastoluokka tarkoittaa hyvää sisäilmastoa ja sen raja-arvoina pidetään  $< 550 \text{ ppm}$ , suurempaa kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. S3-sisäilmastoluokka tarkoittaa tyydyttävää sisäilmastoa ja sen raja-arvoina pidetään  $< 800 \text{ ppm}$ , suurempaa kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. [8, 7.] Jolloin saadaan raja-arvoiksi S1-sisäilmastoluokalle  $< 1002 \text{ milligrammaa kuutiossa}$ . S2-sisäilmastoluokalle  $< 1268 \text{ milligrammaa kuutiossa}$  ja S3-sisäilmastoluokalle  $< 1600 \text{ milligrammaa kuutiossa}$ . Laskut suoritetaan muunnoskaavalla 8. [26, 9.]

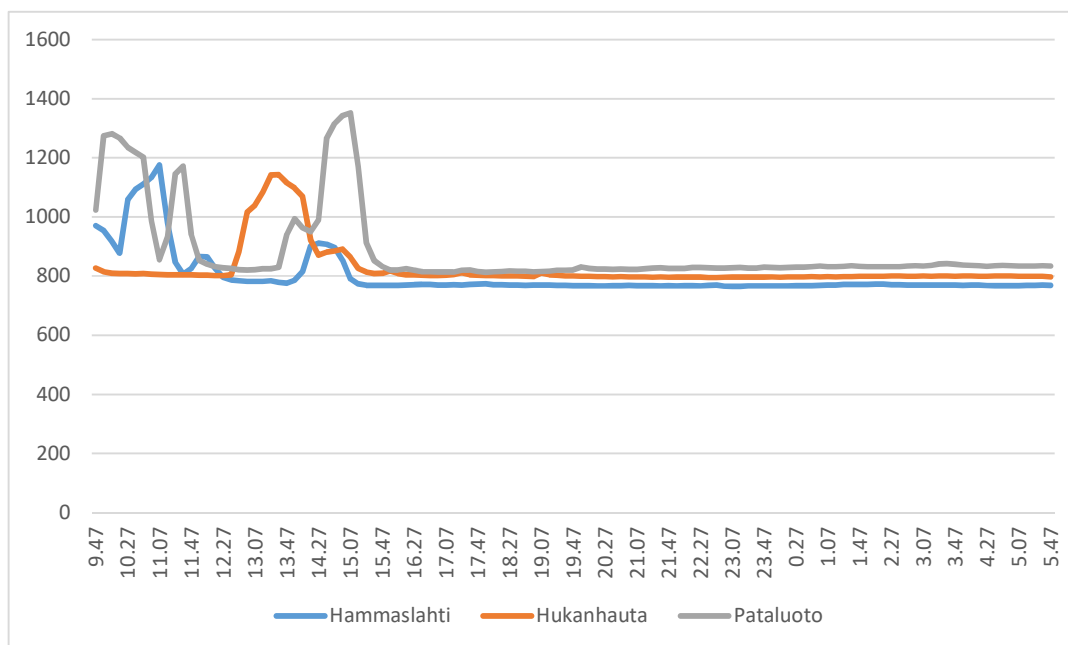
$$\begin{aligned} \text{Milligrammaa kuutiossa} &= (\text{CO}_2 \text{ tilavuusosuus [ppm]} * \\ &\text{CO}_2 \text{ molekyyli massa } 44,01 \text{ [g/mol]}) / \\ &\text{kaasun moolitilavuus normaaliolosuhteissa (NTP) } V_m 24,1 \text{ [dm}^3 \text{ /mol]} \quad (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{S1 - luokan } \text{mg/m}^3 &= 350 + 405 \text{ [ppm]} * \text{CO}_2 \text{ molekyyli massa } 44,01 \text{ [g/} \\ &\text{mol]}) / \text{kaasun moolitilavuus normaaliolosuhteissa (NTP) } V_m 24,1 \text{ [dm}^3 \text{ /} \\ &\text{mol]} = 1002 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

$S2 - \text{luokan } \text{mg}/\text{m}^3 = 550 + 405 [\text{ppm}] * \text{CO}_2 \text{ molekyyli massa } 44,01 [\text{g}/\text{mol}] / \text{kaasun moolitilavuus normaaliolosuhteissa (NTP) } V_m 24,1 [\text{dm}^3 / \text{mol}] = 955 \text{ mg}/\text{m}^3$

$S3 - \text{luokan } \text{mg}/\text{m}^3 = 800 + 405 [\text{ppm}] * \text{CO}_2 \text{ molekyyli massa } 44,01 [\text{g}/\text{mol}] / \text{kaasun moolitilavuus normaaliolosuhteissa (NTP) } V_m 24,1 [\text{dm}^3 / \text{mol}] = 1600 \text{ mg}/\text{m}^3$

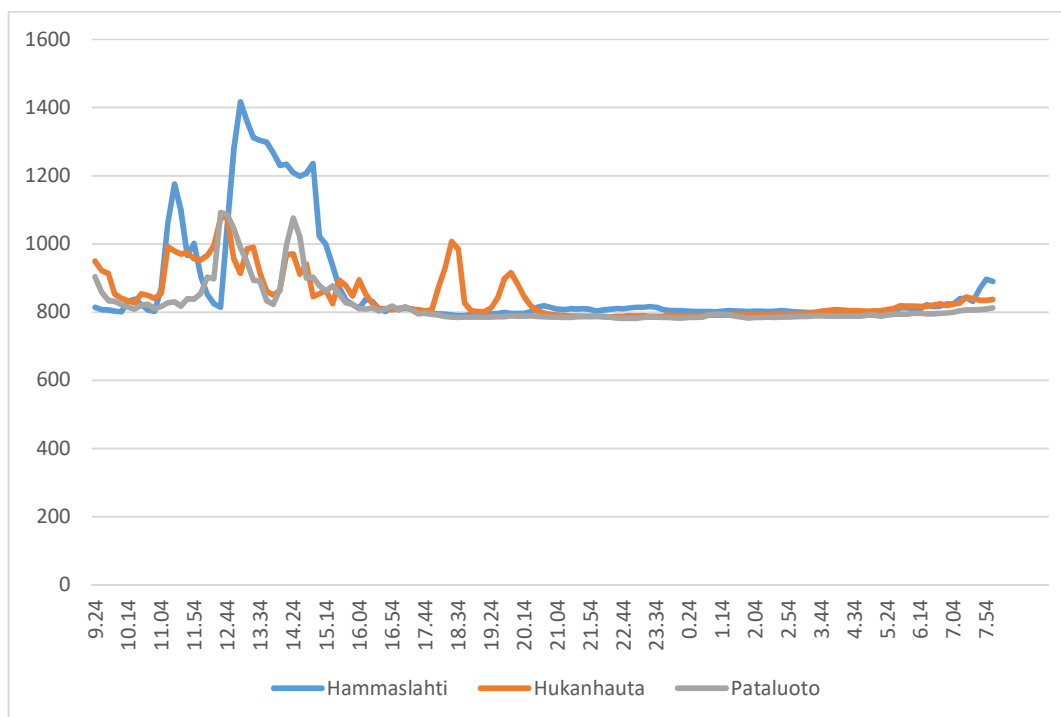
Kuvioissa 1–4 on esitetty graafisesti hiilidioksidin mittaustulokset käytönajalta. Taulukoissa 3–5 on esitetty mitatut minimiarvot, keskiarvot, maksimiarvot ja mediaani. Mittaustulokset koko mittausajalta löytyvät liitteistä 2–13. Tausta-arvot ovat ajalta 00–05, jolloin tilat ovat tyhjillään.



**Kuvio 1. Askarteluhuoneiden hiilidioksidiarvot.**

**Taulukko 3. Askarteluhuoneiden hiilidioksidiarvot.**

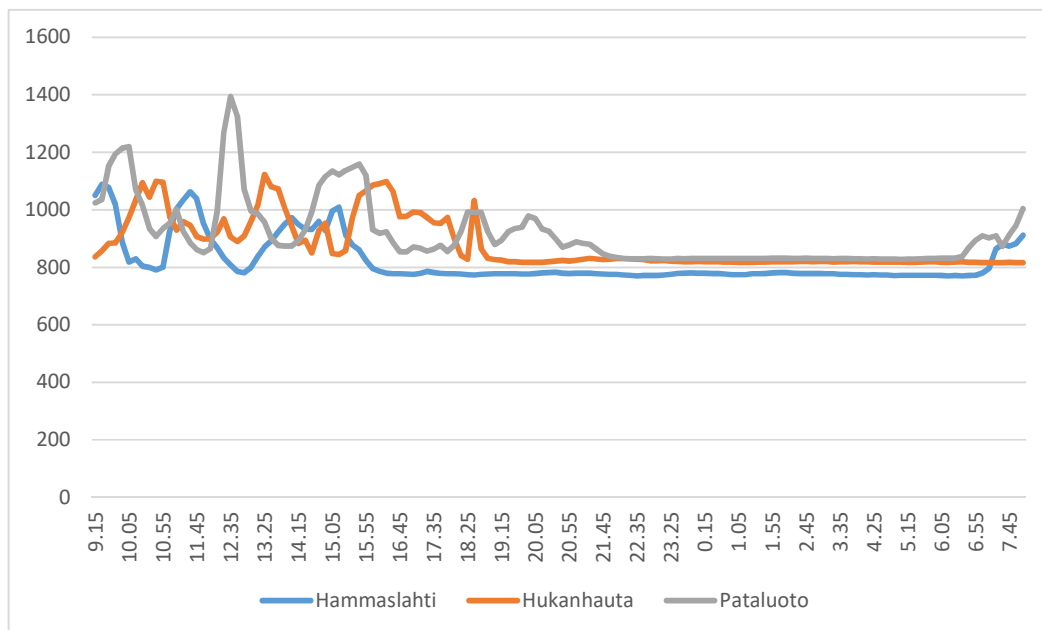
Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	765mg/m <sup>3</sup>	801mg/m <sup>3</sup>	1176mg/m <sup>3</sup>	770mg/m <sup>3</sup>	770mg/m <sup>3</sup>
Hukanhauta	792mg/m <sup>3</sup>	823mg/m <sup>3</sup>	1143mg/m <sup>3</sup>	799mg/m <sup>3</sup>	799mg/m <sup>3</sup>
Pataluoto	813mg/m <sup>3</sup>	877mg/m <sup>3</sup>	1352mg/m <sup>3</sup>	831mg/m <sup>3</sup>	834mg/m <sup>3</sup>



**Kuvio 2. Henkilökunnan taukotilojen hiilidioksidiarvot.**

**Taulukko 4. Henkilökunnan taukotilojen hiilidioksidiarvot.**

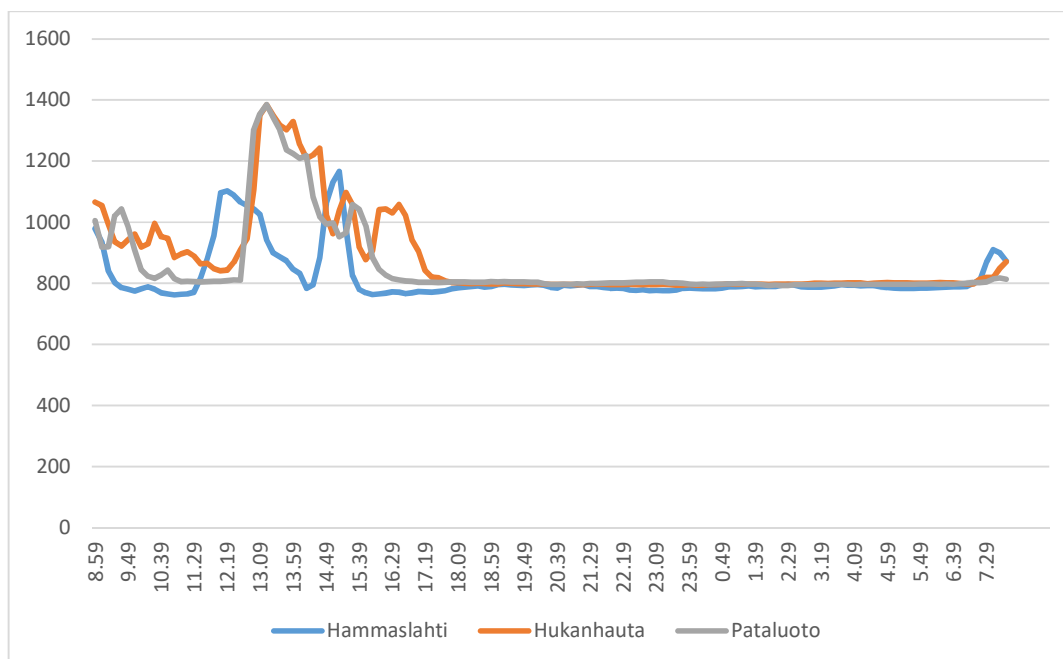
Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	790mg/m <sup>3</sup>	887mg/m <sup>3</sup>	1468mg/m <sup>3</sup>	810mg/m <sup>3</sup>	802mg/m <sup>3</sup>
Hukanhauta	786mg/m <sup>3</sup>	846mg/m <sup>3</sup>	1080mg/m <sup>3</sup>	820mg/m <sup>3</sup>	799mg/m <sup>3</sup>
Pataluoto	782mg/m <sup>3</sup>	820mg/m <sup>3</sup>	1092mg/m <sup>3</sup>	795mg/m <sup>3</sup>	788mg/m <sup>3</sup>



Kuvio 3. Luokkahuoneiden hiilidioksidiarvot.

Taulukko 4. Luokkahuoneiden hiilidioksidiarvot.

Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	770mg/m <sup>3</sup>	826mg/m <sup>3</sup>	1089mg/m <sup>3</sup>	780mg/m <sup>3</sup>	777mg/m <sup>3</sup>
Hukanhauta	816mg/m <sup>3</sup>	879mg/m <sup>3</sup>	1123mg/m <sup>3</sup>	828mg/m <sup>3</sup>	820mg/m <sup>3</sup>
Pataluoto	828mg/m <sup>3</sup>	927mg/m <sup>3</sup>	1394mg/m <sup>3</sup>	885mg/m <sup>3</sup>	831mg/m <sup>3</sup>



Kuvio 4. Lepohuoneiden hiilidioksidiarvot.

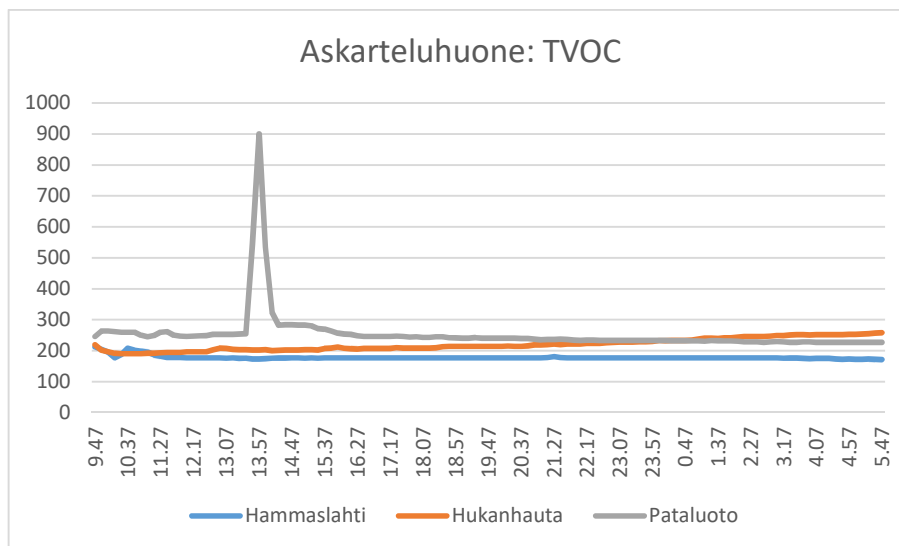
**Taulukko 5. Lepohuoneiden hiilidioksidiarvot.**

Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	762mg/m <sup>3</sup>	823mg/m <sup>3</sup>	1166mg/m <sup>3</sup>	789mg/m <sup>3</sup>	789mg/m <sup>3</sup>
Hukanhauta	794mg/m <sup>3</sup>	883mg/m <sup>3</sup>	1384mg/m <sup>3</sup>	801mg/m <sup>3</sup>	798mg/m <sup>3</sup>
Pataluoto	793mg/m <sup>3</sup>	859mg/m <sup>3</sup>	1385mg/m <sup>3</sup>	803mg/m <sup>3</sup>	796mg/m <sup>3</sup>

#### 6.4 TVOC-mittaukset

Tvoc tarkoittaa kokonaismäärää haihtuville orgaanisille yhdisteille. Asumisterveys asetus 2015 määrittelee haihtuvat orgaaniset yhdisteet niin, että haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kiehumispiste on 50–250 celsiusastetta. [25, 1.] Tvoc toimenpideraja on 400 mikrogrammaa kuutiossa. Toimenpiderajan ylittyessä tutkitaan, mikä haihtuvaorgaaninen yhdiste tämän aiheuttaa. Kaikista haihtuvista orgaanisista yhdisteistä ei ole terveydellistä haittaa. Pelkkä voc-mittaus on yksinään riittämätön keino selvittää sisäilmaongelmia, se on vain apukeino kokonaisvaltaisessa tutkimuksessa. Lähes kaikista rakennusmateriaaleista erittyy voc-päästöjä, myös täysin virheettömistä materiaaleista. Virheettömien rakennusmateriaalien voc-päästöt vähenevät yleensä ajan mittaan. [27.]

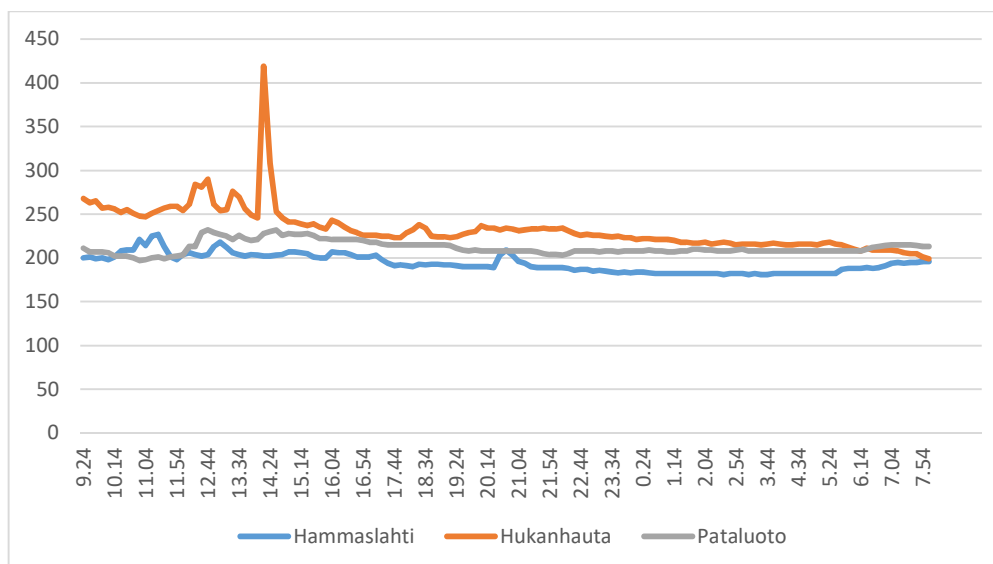
Kuvioissa 5–8 on graafiset esitykset mitatuista tvoc-arvoista ja taulukoissa 6–9 on esitetty mitatut minimiarvot, keskiarvot, maksimiarvot, mediaanit sekä tausta-arvot. Tausta-arvot on mitattu ajalta 00–05, jolloin tilat ovat tyhjiillään. Maksimiarvot saattavat poiketa huomattavasti keskiarvosta, koska tilat ovat jatkuvassa käytössä ja mittari mittaa tilojen käytöstä aiheutuvat tvoc arvot.



**Kuvio 5. Askarteluhuoneiden tvoc-arvot.**

**Taulukko 6. Askarteluhuoneiden tvoc-arvot.**

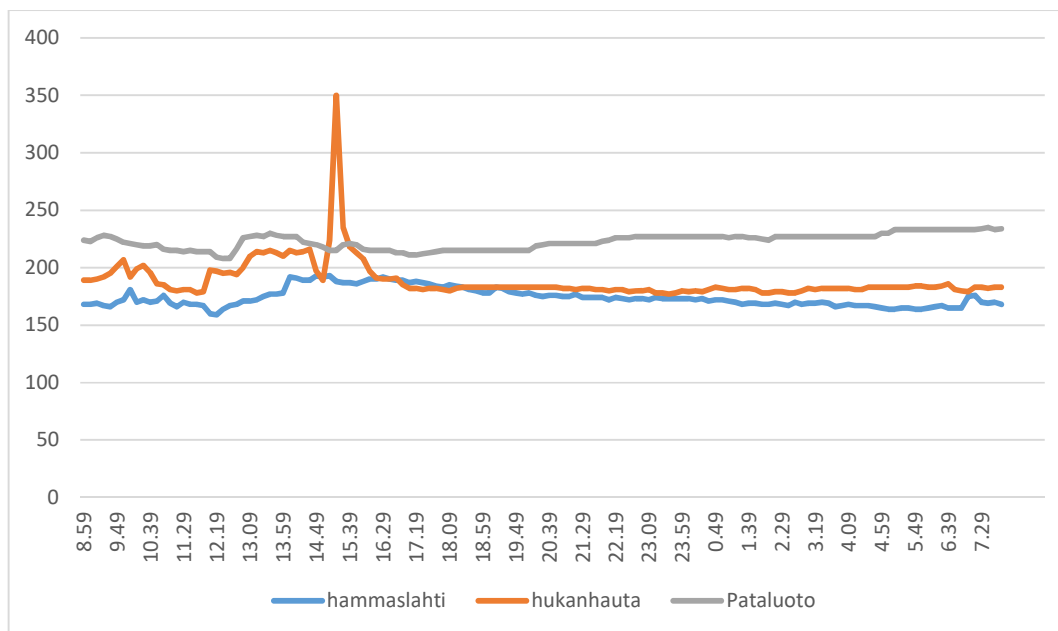
Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	171µg/m <sup>3</sup>	178µg/m <sup>3</sup>	212µg/m <sup>3</sup>	177µg/m <sup>3</sup>	176µg/m <sup>3</sup>
Hukanhauta	190µg/m <sup>3</sup>	227µg/m <sup>3</sup>	430µg/m <sup>3</sup>	221µg/m <sup>3</sup>	248µg/m <sup>3</sup>
Pataluoto	226µg/m <sup>3</sup>	250µg/m <sup>3</sup>	900µg/m <sup>3</sup>	236µg/m <sup>3</sup>	229µg/m <sup>3</sup>



**Kuvio 6. Henkilökunnan taukotilojen tvoc-arvot.**

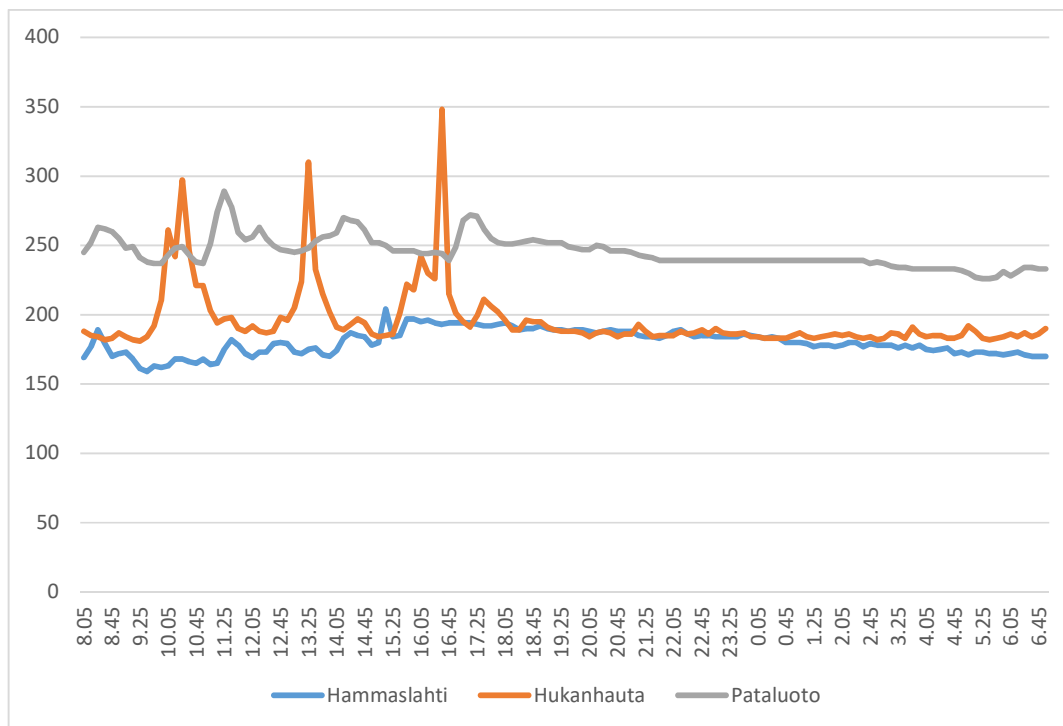
**Taulukko 7. Henkilökunnan taukotilojen tvoc-arvot.**

Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	159 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	174 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	193 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	172 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	182 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hukanhauta	196 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	233 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	419 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	226 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	217 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pataluoto	196 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	212 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	232 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	208 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	208 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

**Kuvio 7. Lepohuoneiden tvoc-arvot.****Taulukko 8. Lepohuoneiden tvoc-arvot.**

Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	169 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hukanhauta	177 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	189 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	183 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	181 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pataluoto	208 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	225 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	365 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	226 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	227 $\mu\text{g}/\text{m}^3$





Kuvio 8. Luokkahuoneiden tvoc-arvot.

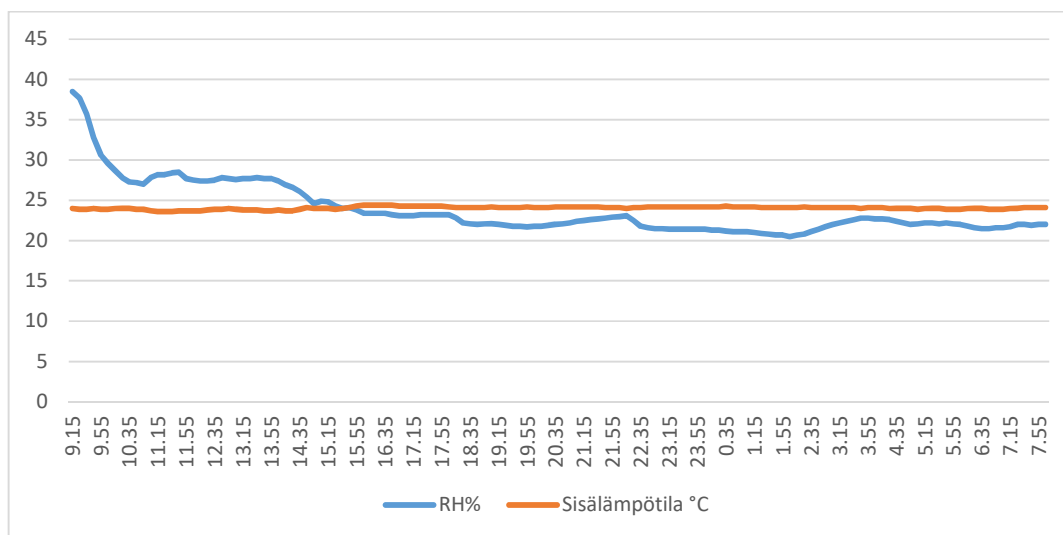
Taulukko 9. Luokkahuoneiden tvoc-arvot.

Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	159 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	204 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	179 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	178 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Hukanhauta	177 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	195 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	348 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	187 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	185 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Pataluoto	224 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	244 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	289 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	241 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	237 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

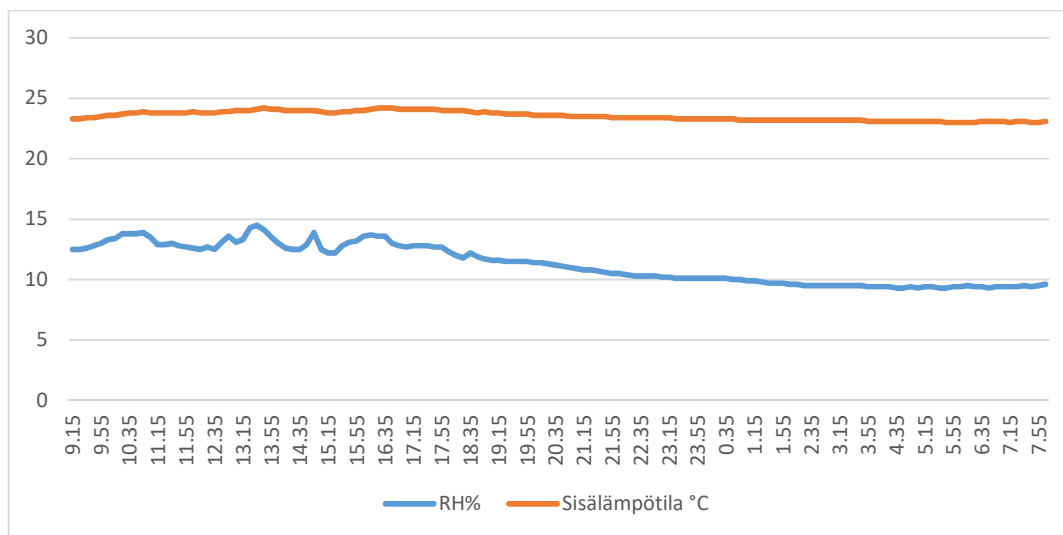
## 6.5 Suhteellisen kosteuden mittaukset

Sopivan huoneilman suhteellisenä kosteutena pidetään 20–40 % talviaikaan. Käytetään esimerkkinä 21 celsiusastetta sisätiloissa. Yli 45 % suhteellista kosteutta sisätiloissa voidaan pitää yleensä toiminnoista johtuvina, kuten pyykinpesu tai ruuanlaitto. Ulkoilman suhteellinen kosteus ja sisätilojen lämpötilat vaikuttavat mitattuun suhteelliseen kosteuteen. Päiväkodin tapauksessa sisätilojen suhteellinen kosteus voi heitellä monista käyttäjälähtöisistä syistä. Märät vaatteet ja ulkoilman vaihteleva suhteellinen kosteus tuovat sisään lisää kosteutta, tästä huolimatta silti kuvioista 9–20 selviää, että suhteellinen kosteus pysyy sopivana mittausjaksojen aikana. [8, 7, 18.]

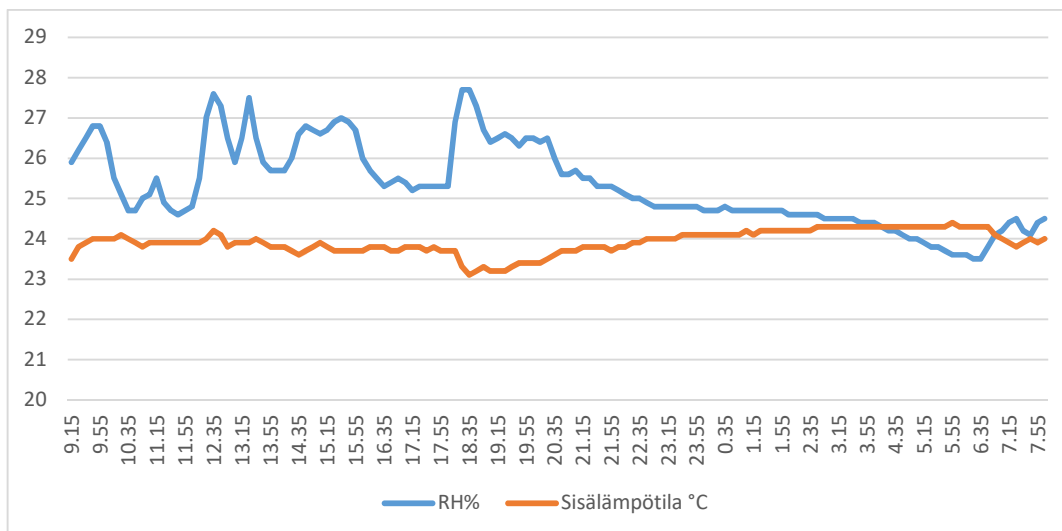
Kuvioissa 9–20 on graafiset esitykset mitatuista suhteellisen kosteuden arvoista lämpötilojen kanssa. Taulukoissa 10–13 on esitetty minimiarvot, keskiarvot, maksimiarvot ja mediaani. Hammaslahden ja hukanhaudan arvojen heittely voi selittyä sillä, että rakennuksen ilmanvaihdon IMS-säädinpellit eivät toimineet oikein, tästä tarkemmin luvussa 6.8 mittavirheet.



**Kuvio 9. Hammaslahden luokkahuoneen suhteellinen kosteus**



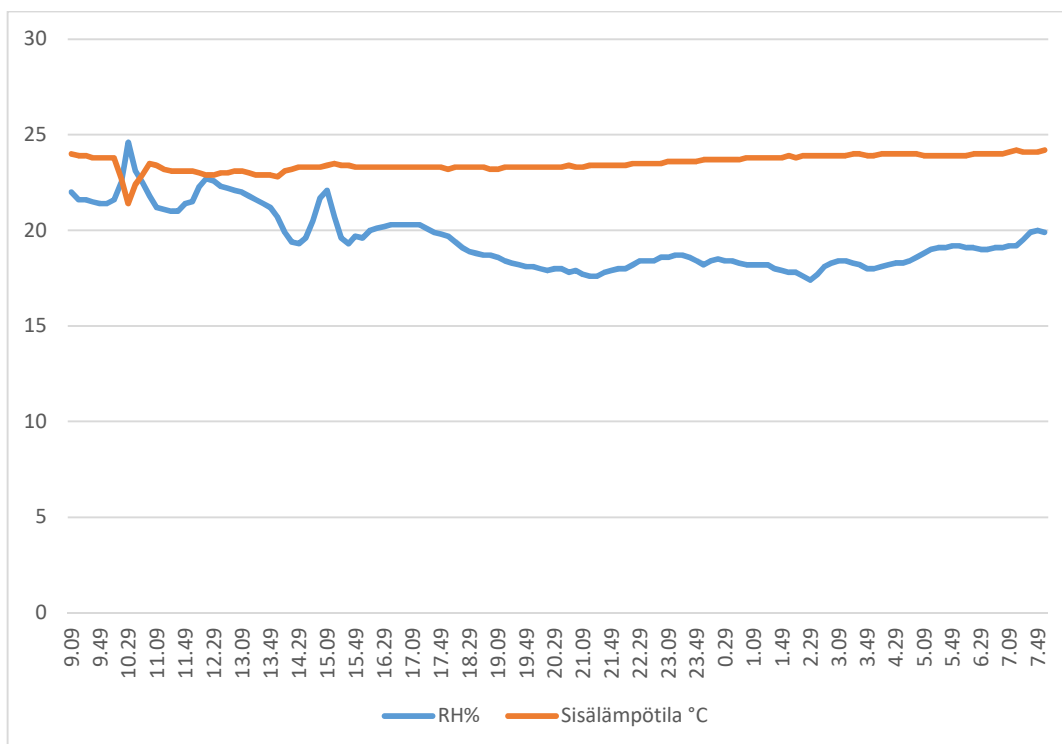
**Kuvio 10. Hukanhaudan luokkahuoneen suhteellinen kosteus.**



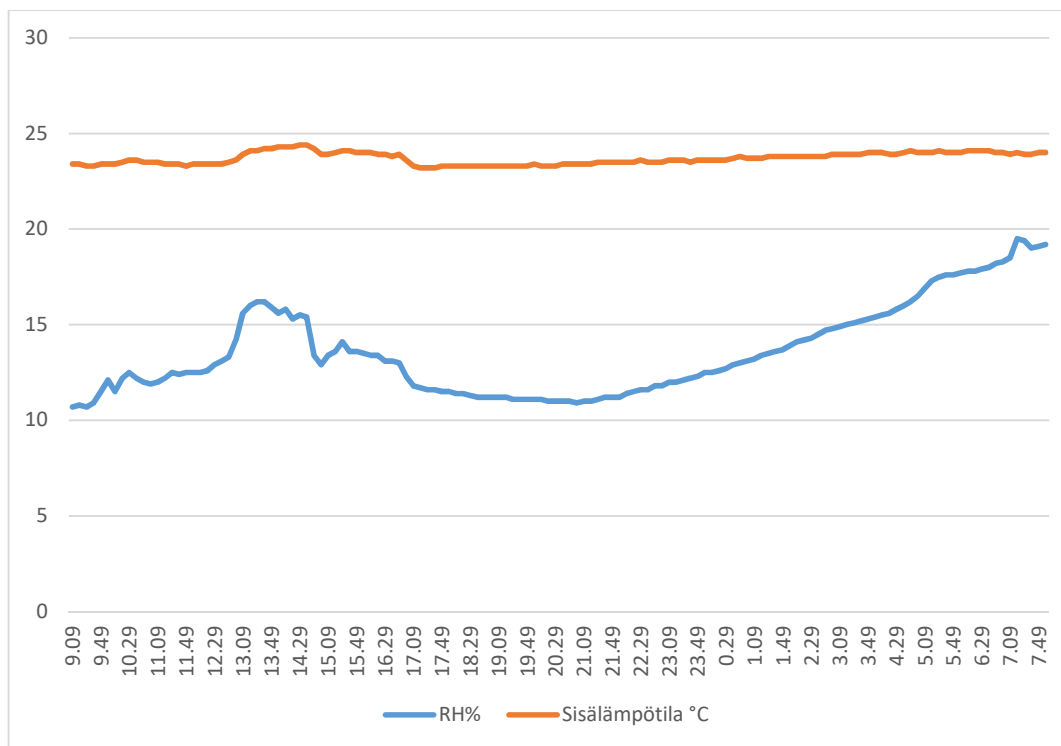
**Kuvio 11. Pataluodon luokkahuoneen suhteellinen kosteus.**

**Taulukko 10. Luokkahuoneiden suhteellinen kosteus.**

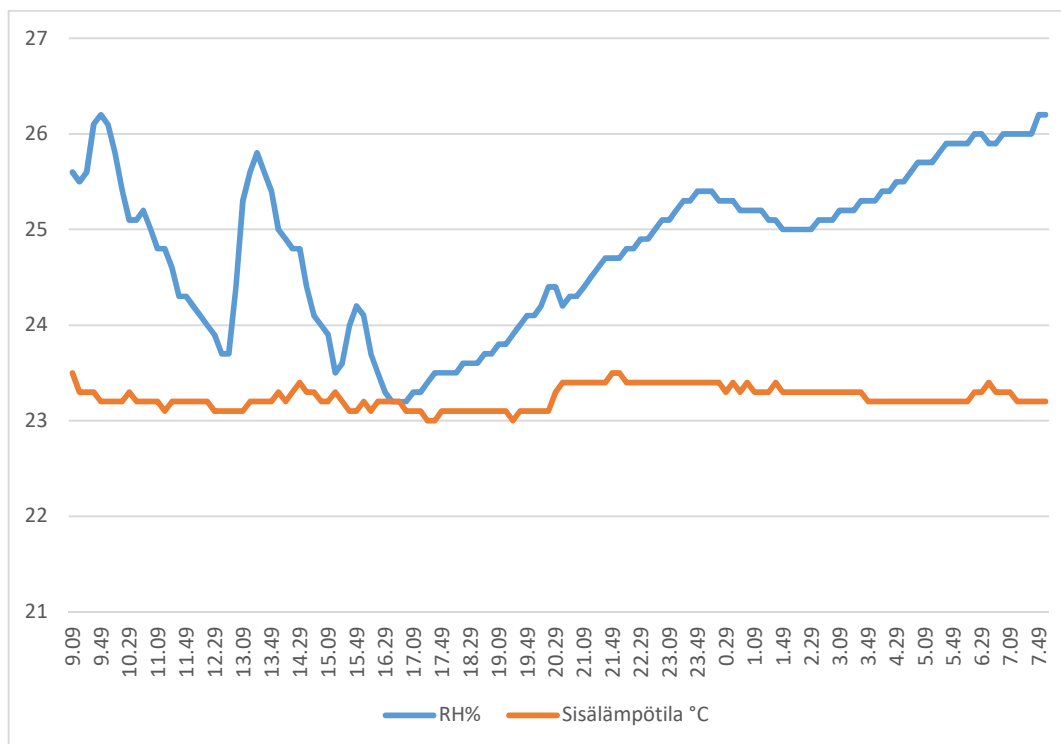
Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani
Hammaslahti	20,5%	24,5%	38,5%	22,6%
Hukanhauta	9,3%	11%	14,5%	10,7%
Pataluoto	22,6%	25%	27,7%	24,8%



**Kuvio 12. Hammaslahden lepoahuoneen suhteellinen kosteus.**



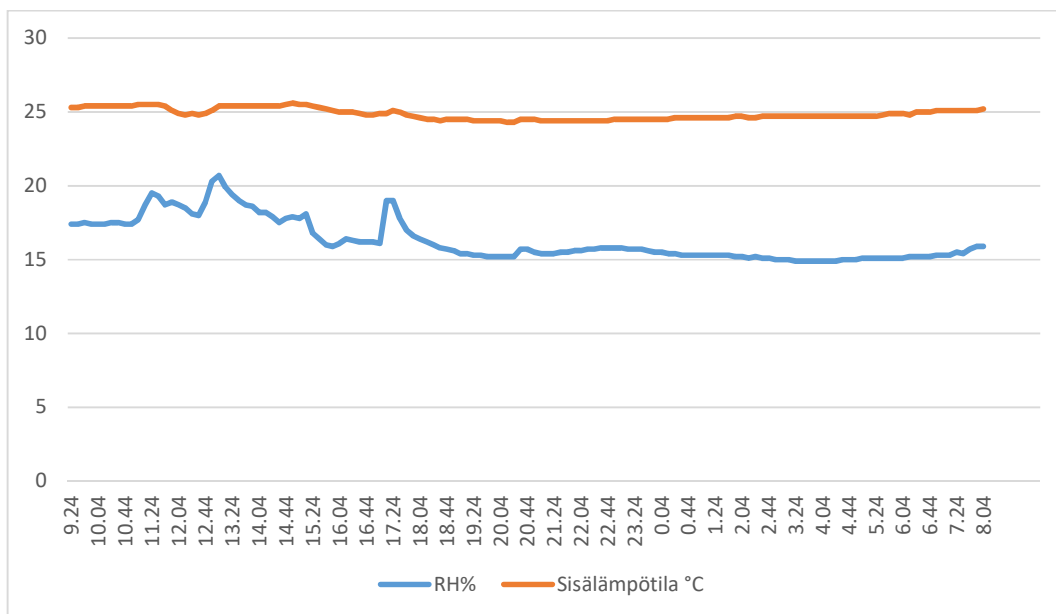
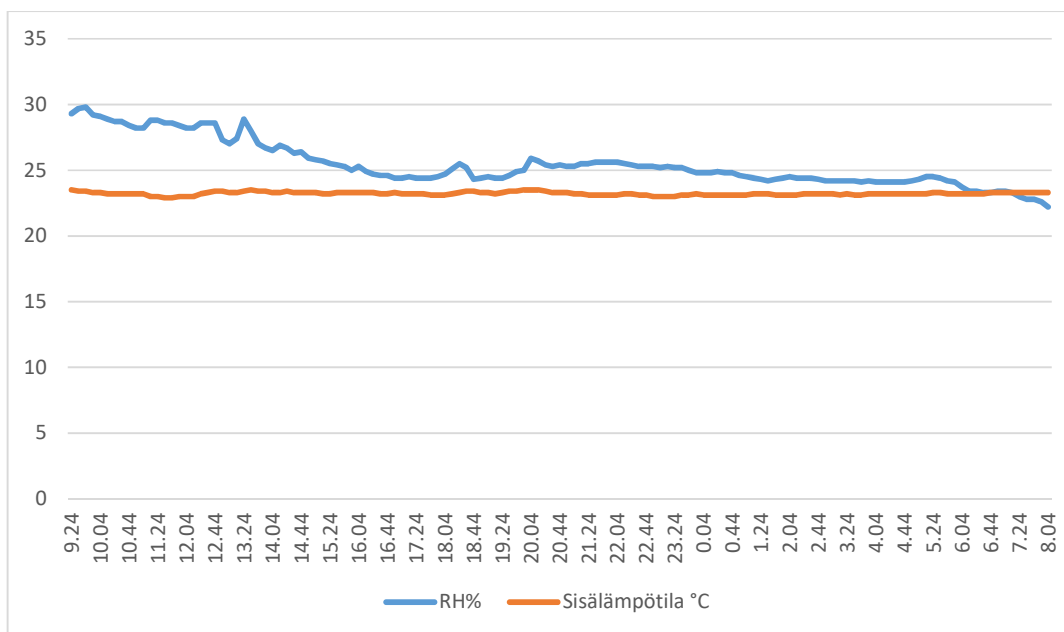
Kuvio 13. Hukanhaudan lepo huoneen suhteellinen kosteus.

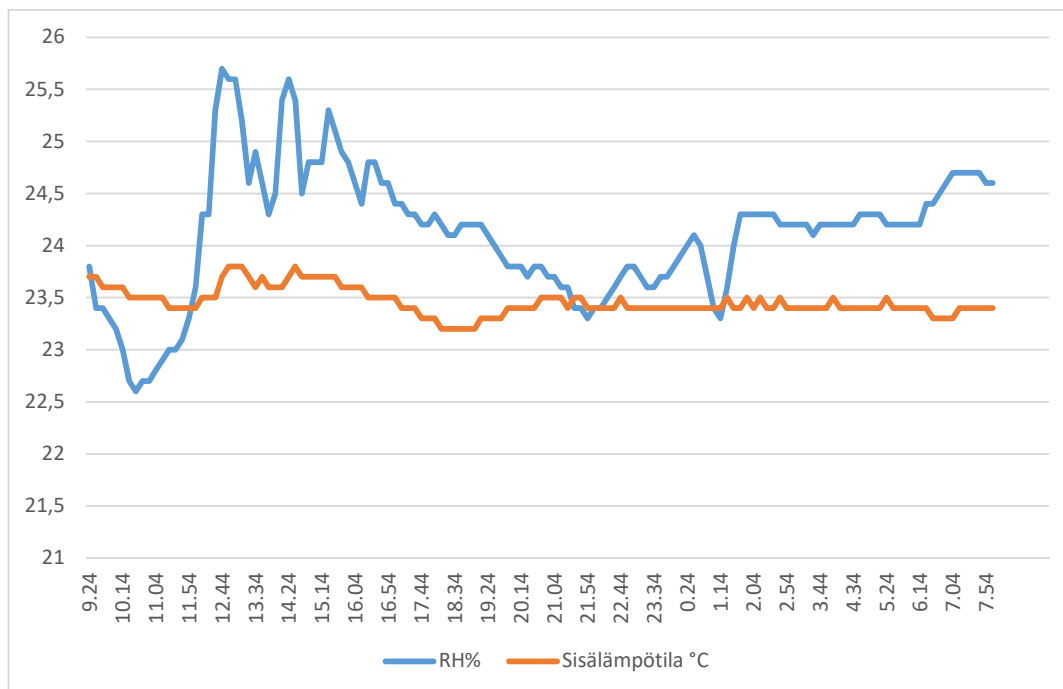


Kuvio 14. Pataluodon lepo huoneen suhteellinen kosteus.

**Taulukko 11. Lepohuoneiden suhteellinen kosteus.**

Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani
Hammaslaitti	17,4%	19,6%	24,6%	19,1%
Hukanhauta	10,6%	13,8%	19,7%	13,1%
Pataluoto	23,2%	24,9%	26,9%	25,1%

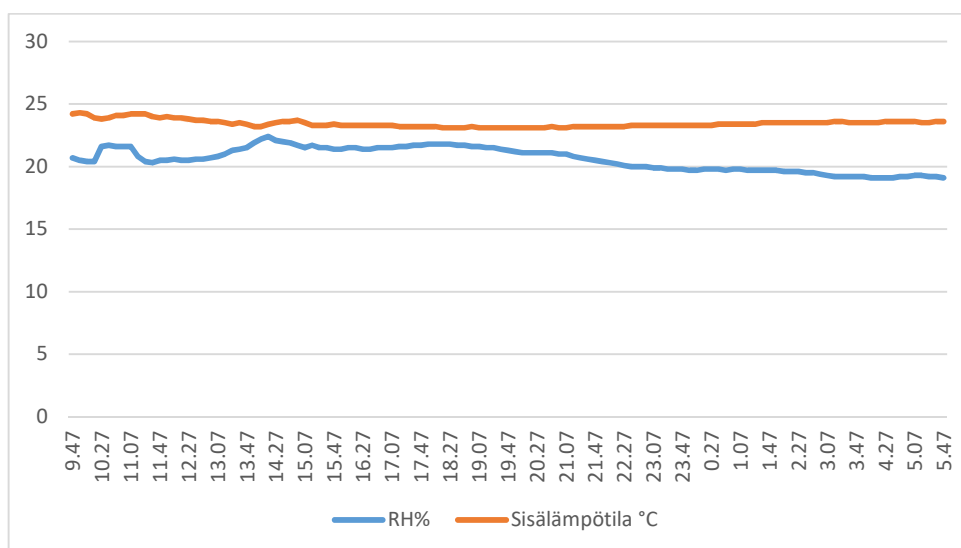
**Kuvio 15. Hammaslaiden henkilökunnan taukotilan suhteellinen kosteus.****Kuvio 16. Hukanhaidan henkilökunnan taukotilan suhteellinen kosteus.**



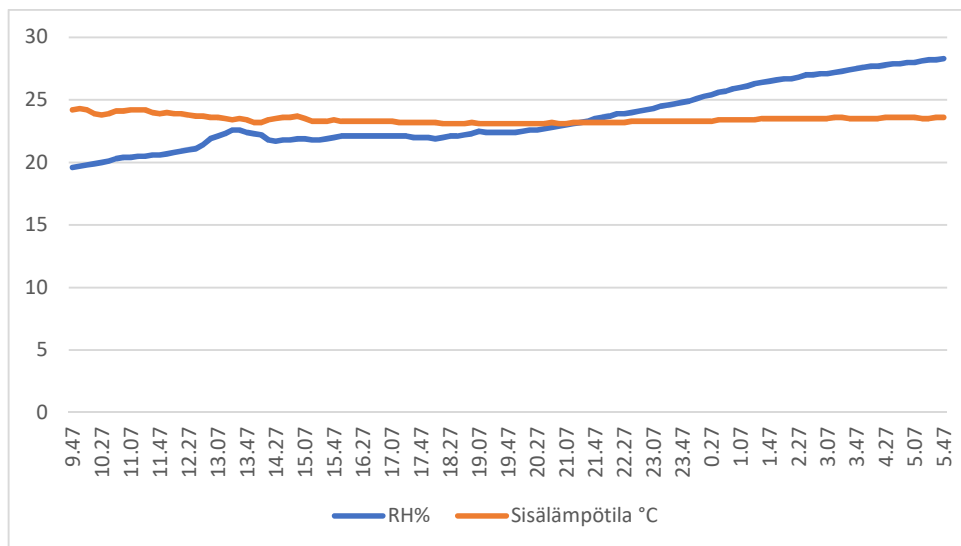
Kuvio 17. Pataluodon henkilökunnan taukotilan suhteellinen kosteus.

Taulukko 12. Henkilökunnan taukotilojen suhteellinen kosteus.

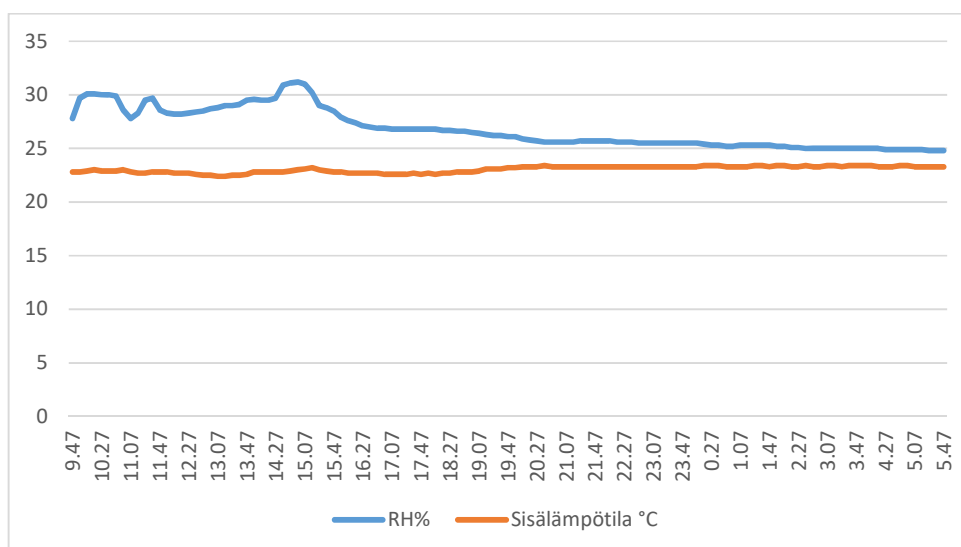
Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani
Hammaslahti	14,9%	16,4%	20,7%	15,7%
Hukanhauta	21,8%	25,3%	29,8%	24,8%
Pataluoto	22,3%	24,1%	25,7%	24,2%



Kuvio 18. Hammaslahden askarteluhuoneen suhteellinen kosteus ja lämpötila



Kuvio 19. Hukanhaidan askarteluhuoneen suhteellinen kosteus ja lämpötila



Kuvio 20. Pataluodon askarteluhuoneen suhteellinen kosteus ja lämpötila

Taulukko 13. Askarteluhuoneiden suhteellinen kosteus.

Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani
Hammasmaala	18,7%	20,4%	22,4%	20,4%
Hukanhauta	19,5%	24,2%	28,5%	23,1%
Pataluoto	24,8%	26,5%	31,2%	25,7%

## 6.6 Kosteuslisälaskut

Huoneen käytönaikainen kosteuslisä voidaan laskea. Kosteuslisällä tarkoitetaan huoneen kosteutta, jota verrataan ulkoilman kosteuteen. Kosteuslisän laskuun tarvitaan kosteudentuotto sekä ulkoilman ja sisäilman kosteus. Suurin keskimääräinen kosteus oli Pataluodon päiväkodin askartelutilassa, kun ulkolämpötila oli 0 celsiusastetta ja Ilmatieteen laitos ilmoitti ulkoilman suhteelliseksi kosteudeksi 87 %. [26.] Vesihöyryn tiheys 0 celsiusasteessa on 4,85 g, jolloin saadaan kaavalla 9 laskettua kosteuden määrä 87 %:lle. Kaavalla 5 lasketaan kosteuslisä. Kaavalla 9 saadaan huoneen kosteuslisä. [13.]

$$Kosteuden\ määrä = 4,85\ g * 0,87 = 4,2195\ g \quad (9)$$

Pataluodon askarteluhuone oli käytössä kello 14 - 15 jolloin lasketaan ajalle kosteuslisä  $X_i$ . Tilassa oli 14 ihmistä,

$$X_i = \frac{4,22g}{m^3} + \frac{\frac{560g}{h}}{1*(24,5m^2*2,5m)} + \left(1 - e^{-1\frac{1}{h}*2}\right) = 13,3629 * 0,632 = 8,45g/m^3$$

$$Kosteuden\ määrä = 8,45g/m^3 - 4,2195g = 4,24g/m^3$$

jolloin kosteuslisä ulkoilmaan nähden on  $X_i = 4.23g$  kuutiossa.

## 6.7 Lämpötilamittaukset

Asumisterveysasetus 2015 määrittelee toimenpiderajoiksi päivähoitopaikoissa ja vastaavissa tiloissa. Huonetilan lämpötila lämmityskaudella + 20°C - +26 °C. Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella: + 20 °C - +30 °C. [25, 6].

Lämpötilamittaukset esitetään operatiivisena lämpötilana. Operatiivinen lämpötila mitataan sähköisellä anturilla tai nestepatsaslämpömittarilla oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 metrin (0,6 m työpisteestä) korkeudelta. Operatiivisen lämpötilan tavoitteet vaihtelevat eri sisäilmastoluokissa. Sisäilmastoluokitus on uudistunut



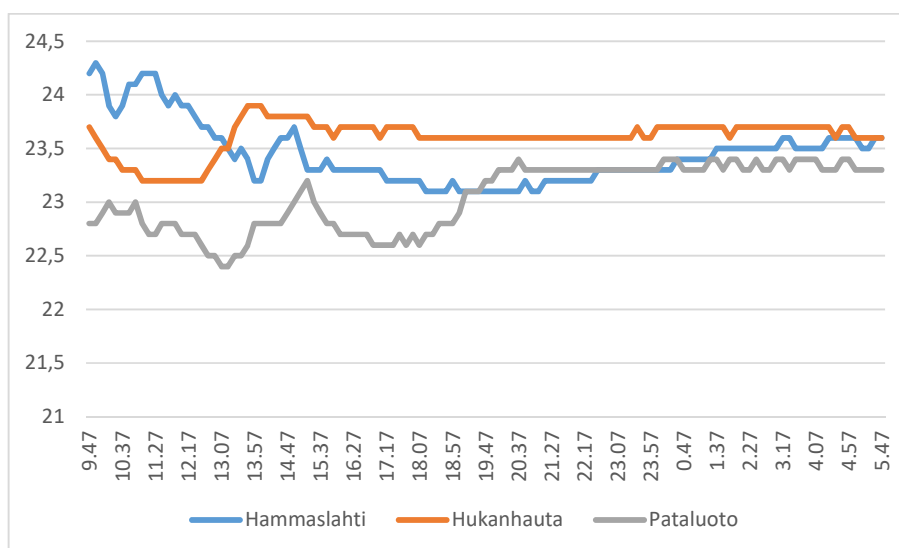
vuonna 2018 ja luokituksen arvot eroavat hieman vuoden 2008 arvoista. Taulukossa 14 esitetään molempien painosten S2-sisäilmastoluokan arvot operatiiviselle lämpötilalle. Ulkolämpötilalla  $t_u$  tarkoitetaan ulkoilman 24 tunnin liukuvaa keskiarvoa lähimmällä säähavaintopaikalla. Tilan käyttäjän toivomuksesta voidaan sisälämpötilan antaa laskea alle tavoitetason tai antaa kesällä nousta yli tavoitetason. [8, 6.]

Operatiivisen lämpötilan tulee olla tavoitearvon sallitun vaihteluvälin alueella olosuhteiden pysyvyyden edellyttämän ajan laskettuna rakennuksen suunnitellusta käyttöajasta. Lämpötilan yhden tunnin liukuva keskiarvo ei saa suunnitellulla käytöllä (mitoitussäällä tarkastelu käyttöaikana) alittaa vähimmäis- tai ylittää enimmäisarvoja [8, 6.]. Kuvioissa 21–24 on esitetty lämpötilat huoneittain. Taulukoissa 15–18 on esitetty lämpötilojen minimi, maksimi, mediaani ja keskiarvot. [8, 6; 10, 5.]

**Taulukko 14. Operatiivisen lämpötilan tavoitearvot luokalle S2 sisäilmaluokituksen 2008 ja 2018 mukaan.**

Operatiivinen lämpötila $t_{op}$ [°C]	S2 (2008)	S2 (2018)
$t_u \leq 10$ °C (2008) $t_u \leq 0$ °C (2018)	21,5	21,5
$10 < t_u \leq 20$ °C (2008) $0 < t_u \leq 20$ °C (2018)	$22,5 + 0,3 x (t_u - 10)$	$23 + 0,2 x t_u$
$T > 20$ °C	24,5	25,5
Sallittu poikkeama tavoitearvosta (2008)	$\pm 1$	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli °C poikkeama ylöspäin (2018)		
$T \leq 0$ °C	$\pm 1$	$< 21,5$
$0 < t_u \leq 15$ °C	$\pm 1$	$23 + 0,2 x t_u$
$T \leq 15$ °C	$\pm 1$	$< 26$
Poikkeama alaspäin		
$T \leq 0$ °C	$\pm 1$	$> 20,5$
$0 < t_u \leq 20$ °C	$\pm 1$	$20,5 + 0,025 x t_u$
$T > 20$ °C	$\pm 1$	$> 21$

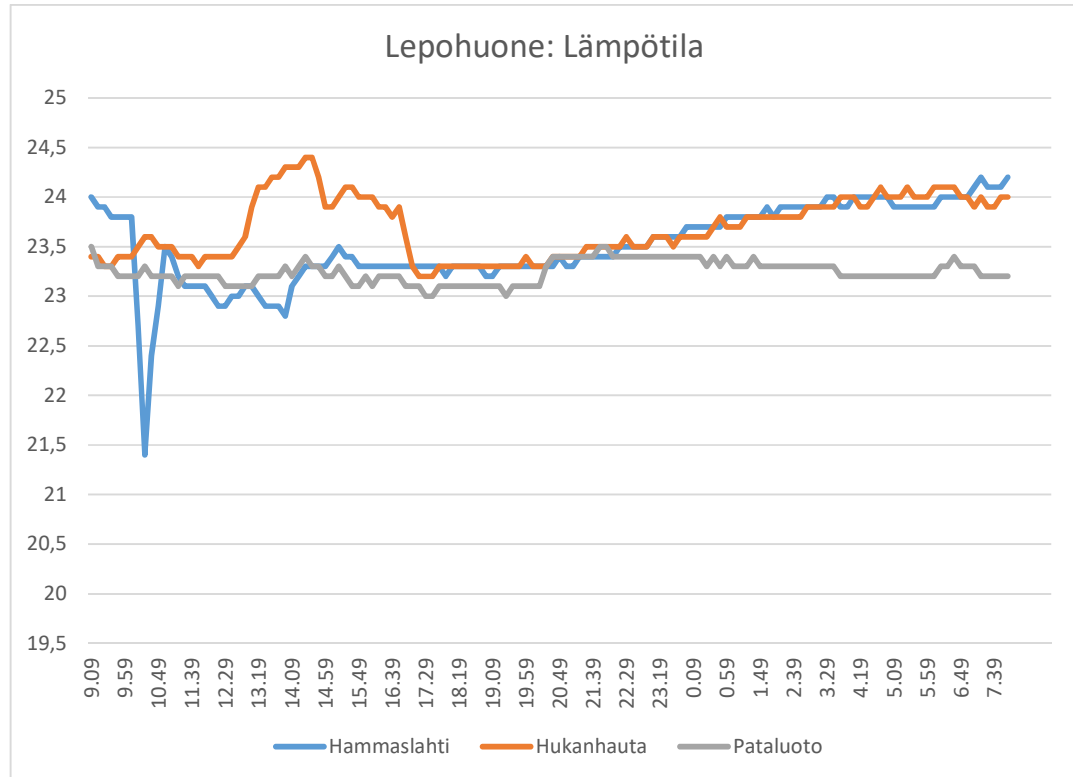
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo °C		
$t_u \leq 10 \text{ °C}$ (2008) $T \leq 0 \text{ °C}$ (2018)	$t_{op} + 1,5$	< 23
$10 < t_u \leq 20 \text{ °C}$ $0 < t_u \leq 20 \text{ °C}$	$21,5 + 0,4x (t_u - 10)$	$23 + 0,2 x t_u$
$t_u > 20 \text{ °C}$ (2008) $T > 15 \text{ °C}$ (2018)	27	< 24
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo °C	20	20
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjästä]		
Toimi- ja opetustilat	90%	90%
Asunnot	80%	80%



Kuvio 21. Askarteluhuoneiden lämpötilat.

Taulukko 15. Askarteluhuoneiden lämpötilat.

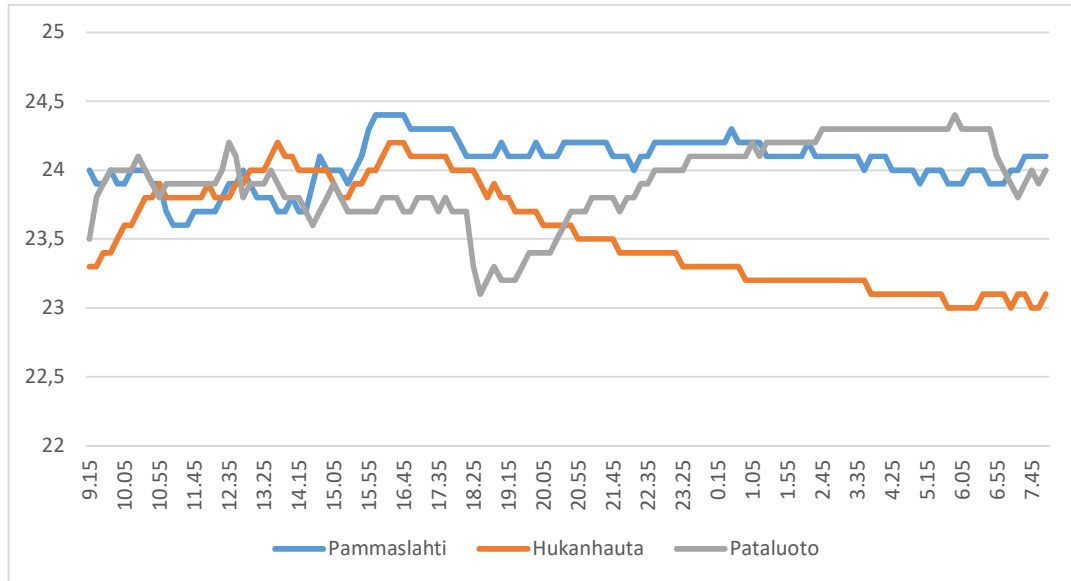
Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	23,1°C	23,5°C	24,3°C	23,5°C	23,5°C
Hukanhauta	23,2°C	23,6°C	24,3°C	23,6°C	23,7°C
Pataluoto	22,4°C	23,1°C	23,4°C	23,3°C	23,3°C



**Kuvio 22. Lepohuoneiden lämpötilat.**

**Taulukko 16. Lepohuoneiden lämpötilat.**

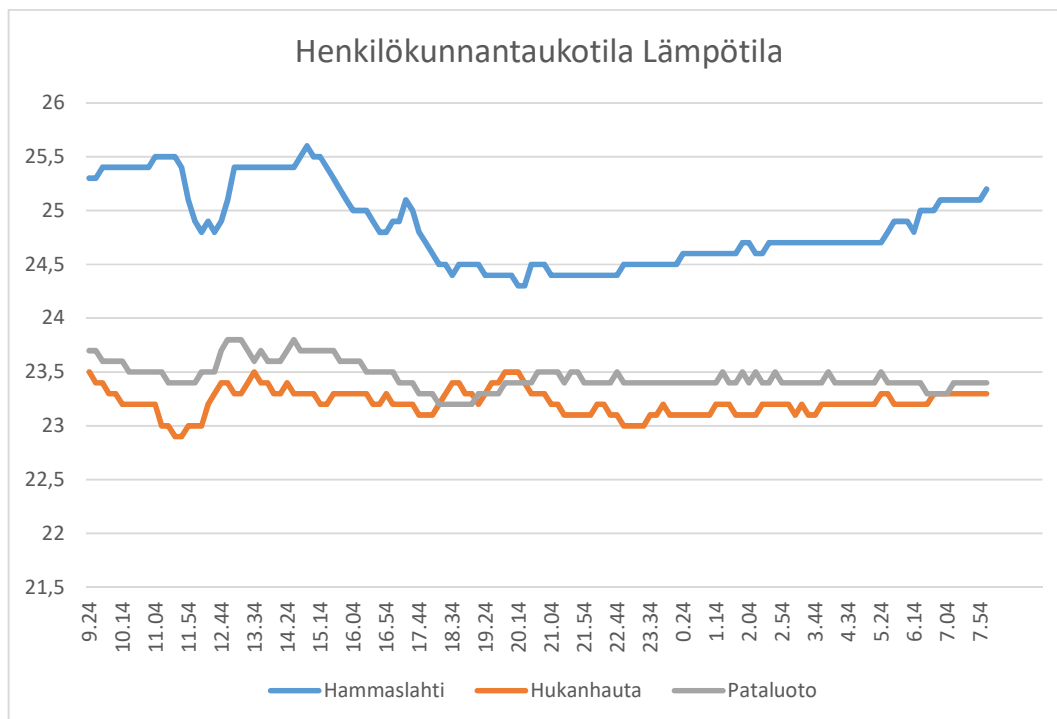
Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	21,4°C	23,5°C	24,2°C	23,5°C	23,9°C
Hukanhauta	23,2°C	23,7°C	24,6°C	23,7°C	23,9°C
Pataluoto	23°C	23,2°C	23,5°C	23,2°C	23,3°C



**Kuvio 23. Luokkahuoneiden lämpötilat.**

**Taulukko 17. Luokkahuoneiden lämpötilat.**

Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammasmaalahti	23,6°C	24°C	24,4°C	24,1°C	24,1°C
Hukanhauta	23°C	23,5°C	24,2°C	23,5°C	23,2°C
Pataluoto	23,1°C	24°C	24,5°C	24°C	24,2°C



Kuvio 24. Henkilökunnan taukotilojen lämpötilat.

Taulukko 18. Henkilökunnan taukotilojen lämpötilat.

Kohde	Minimiarvo	Keskiarvo	Maksimiarvo	Mediaani	Tausta-arvo
Hammaslahti	24,3°C	24,9°C	25,7°C	24,8°C	24,7°C
Hukanhauta	22,9°C	23,2°C	23,7°C	23,2°C	23,2°C
Pataluoto	23,2°C	23,5°C	23,8°C	23,4°C	23,4°C

## 6.8 Mittavirheet

Mitatun tuloksen perusteella ei voi tehdä oletusta, että arvot olisivat samat huoneen eri kohdissa. Tämän takia mittalaitteiden sijoitus vaikuttaa mittaustulosten toistettavuuteen. Mittaustuloksiin vaikuttavat ilmavirrat tulisi minimoida mittausten aikana. Tilat olivat käytössä mittausten ajan, tämä tulee huomioida mittaustulosten arvioinnissa.

Hammaslahden ja hukanhaudan IMS-säädinpellit eivät toimineet oikein mittausten aikana. Hammaslahden ja Hukanhaudan päiväkotien IMS-säädinpellit olivat

osittain kiinni ja ilmapirrat eivät vastanneet suunnitelmia. Hammaslahden luokahuoneessa poistoilmaa lähti tilasta jopa 200 litraa vähemmän verrattuna suunniteluarvoon. Samanlaisia ongelmia oli hukanhaudan päiväkodissa ja molempien kohteiden askarteluhuoneiden ilmamäärät olivat huomattavasti suunniteltuja pienemmät. IMS-säädinpeltien ongelmat ovat tiedossa ja mittausten aikana sitä alettiin korjata. Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuus vaikuttaa mitattuihin hiilidioksiditiloihin. Hukanhaudan cft-rakenteinen päiväkotikoti on valmistunut lokakuussa 2018 ja Hammaslahden päiväkotikoti syyskuussa 2018. Pataluodon betonirakenteinen päiväkotikoti on valmistunut syksyllä 2017. Näin uusien rakennusten mittaaminen tvoc-arvojen osalta voi aiheuttaa mittaustulosten suurentelua. Joidenkin tutkimusten mukaan tvoc-arvojen tasaantumisessa voi mennä yli vuosi. [27, 199.] Mittausten toistettavuutta edistää se, että mittalaitteet on kalibroitu asianmukaisesti ja mittaukset on tehty viranomaisten ohjeiden mukaisesti. Mitattuihin tvoc-arvoihin vaikuttaa rakennuksissa käytetty materiaali sekä käyttäjäperäiset haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Käyttäjäperäiset tvoc-lähteet voivat aiheuttaa mittauksissa suuria hetkellisiä huippuarvoja. Lämpötilan, hiilidioksidin ja suhteellisen kosteuden osalta suurimmat mittavirheet ja maksimilukemat ovat hyvin todennäköisesti käyttäjälähtöisiä arvoja. Mitattuihin arvoihin vaikuttaa ikkunoiden aukaisut ja ovien aukaisut sekä kaikki ilmaa liikuttava toiminta. Luvussa 2.9 Met ja Clo on esitetty tarkemmin ihmiskehon ja vaatetuksen aiheuttamaa lämpötilan nousua.

## **6.9 Kysely ja haastattelu tulokset**

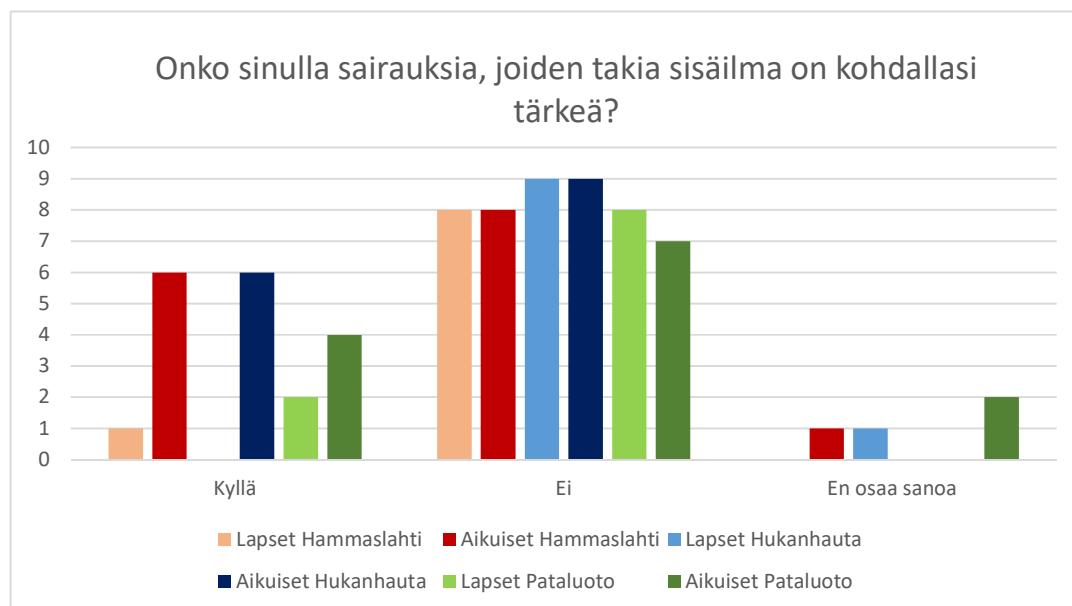
Kysely koostuu käyttäjän kokemuksista kohteen sisätiloissa yleisellä tasolla. Kyselyllä kartoitetaan rakennuksessa rakennuksen pääasiallisten käyttäjien subjektiivinen kokemus sisäilmasta ja tietoa kerättiin sisäilmaan vaikuttavasta terveydentilasta vastaustuloksien arviointia ajatellen. Kyselyn lopussa oli sarake palauteelle ja vapaalle sanalle. Tuloksista pystytään vertailemaan päiväkotien käyttäjien tuntemusta sisäilmasta. Laatimaamme kyselyyn vastasi Hammaslahden päiväkodin henkilökunnasta 60 % ja vaaditusta esikouluikäisten määrästä 90 % osallistui kyselyyn. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodin henkilökunnasta 52 % vastasivat kyselyyn ja esikoululaista 100 % eli tahtomamme määrä osallistui kyselyyn. Pataluodon päiväkodin henkilökunnasta kyselyyn vastasi 47 % ja esikoululaisista 100 %.

Kuvioissa 25–38 esitellään kysymykset sekä vastausmäärät numeraalisina arvoina. Kuvioiden alla on selitys kuviosta sekä kyselyiden yhteenveto löytyy luvusta 6.10 Yhteenveto kyselytuloksista. Kyselytulosten vertailu mittaustuloksiin löytyy luvusta 6.11 Kokonaisyhteenveto ja luvusta 7 pohdinta.

Kysymykseen ”Onko sinulla sairauksia, joiden takia sisäilma on tärkeä kohdallasi?” vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Kyllä* vastasivat lähes puolet aikuisista 40 % ja lapsista 11 %. Suurin osa oli kuitenkin sitä mieltä, että ei ole sairauksia, jotka mahdollisesti vaatisivat sisäilman laadulta jotain eli 53 % aikuisista ja 89 % lapsista vastasivat *Ei*. Hammaslahden päiväkodin henkilökunnasta 7 %:a ei osannut sanoa vaikuttaako sisäilman laatu heidän mahdolliseen sairauteen. Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Kyllä* vastasit ainoastaan aikuiset vastausprosenttein 40 %. Suurin osa vastanneista oli sitä mieltä, että heillä ei joko ole sairauksia tai heidän sairautensa ei vaadi sisäilman laadulta erityisvaatimuksia. Lapsista 90 % ja aikuisista 60 % vastasi *Ei*. Hukanhaudalla 10 % lapsivastaajista vastasi *En osaa sanoa*. Pataluodon päiväkodissa 29 % aikuisista ja 20 % lapsista vastasi *Kyllä* kysymykseen ”Onko sinulla sairauksia, joiden takia sisäilma on tärkeä kohdallasi?”. *Ei* vastanneiden osuus lapsista oli 80 % ja aikuisista 50 %. Vastausvaihtoehtoon *En osaa sanoa* vastasi aikuisista 14 %. Taulukosta 19 ja kuviosta 25 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 19.** Kysymyksestä "Onko sinulla sairauksia, joiden takia sisäilma on kohdallasi tärkeä?".

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:		
		Kyllä	Ei	En osaa sanoa
Hammaslahti	Lapset (lkm.)	1	8	0
	Aikuiset (lkm.)	6	8	1
	Lapset (%)	0 %	0 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	0 %	0 %
Hukanhauta	Lapset (lkm.)	0	9	1
	Aikuiset (lkm.)	6	9	0
	Lapset (%)	0 %	90 %	10 %
	Aikuiset (%)	40 %	60 %	0 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	2	8	0
	Aikuiset (lkm.)	4	7	2
	Lapset (%)	20 %	80 %	0 %
	Aikuiset (%)	29 %	0 %	14 %



**Kuvio 25.** Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Onko sinulla sairauksia, joiden takia sisäilma on kohdallasi tärkeä?".

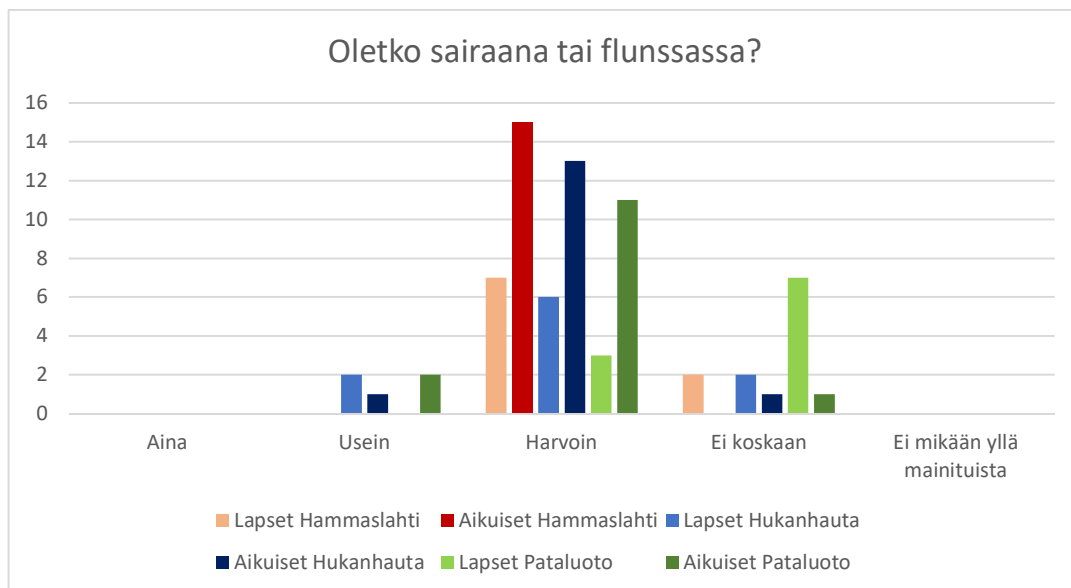
Kysymykseen "Oletko sairaana tai flunssassa?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoihin *Aina* ja *Usein* ei vastannut kukaan. Lähes kaikki kyselyyn vastanneista vastasivat *Harvoin*, aikuisista kaikki eli 100 % ja lapsista 78 %. Lapsivastaajista 22 % vastasi *Ei koskaan* olevansa sairaana tai flunssassa. Samaiseen kysymykseen vastattiin



Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan. Osa kohteen käyttäjistä koki sairastavansa usein, joista aikuisista vastasi 7 % ja lapsista 20 %. *Ei koskaan* vastausvaihtoehtoon vastasi yhtä moni henkilö kuin *Usein* vastausvaihtoehtoon eli aikuisista 7 % ja lapsista 20 %. Suurin osa vastasi *Harvoin* jopa 87 % aikuisista ja lapsista 60 %. Myöskään Pataluodon päiväkodissa kukaan ei vastannut vastausvaihtoehtoon *Aina*. Osa kohteen käyttäjistä koki sairastavansa usein, joista aikuisista vastasi 7 %:a ja lapsista 30 %. Suurin osa ainakin aikuisvastaajista vastasi vastausvaihtoehtoon *Harvoin* 86 % ja lapsivastaajista 50 %. 20 % lapsista vastasi *Ei koskaan* kysymykseen "Oletko sairaana tai flunssassa?". Vastausvaihtoehtoon *Ei mikään yllä mainituista* vastasi aikuisista 7 %. Taulukosta 20 ja kuviosta 26 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 20. Kysymyksestä "Oletko sairaana tai flunssassa?".**

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
Hammaslahti	Lapset (lkm.)	0	0	7	2	0
	Aikuiset (lkm.)	0	0	15	0	0
	Lapset (%)	0 %	0 %	78 %	22 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Hukanhauta	Lapset (lkm.)	0	2	6	2	0
	Aikuiset (lkm.)	0	1	13	1	0
	Lapset (%)	0 %	20 %	60 %	20 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	7 %	87 %	7 %	0 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	0	3	5	2	0
	Aikuiset (lkm.)	0	1	12	0	1
	Lapset (%)	0 %	30 %	50 %	20 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	7 %	86 %	0 %	7 %

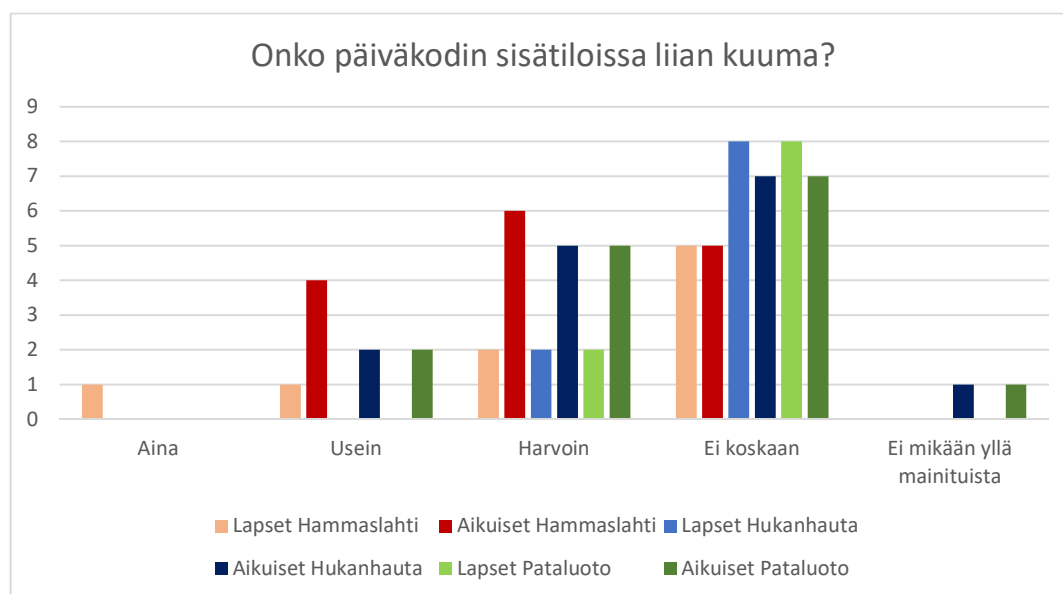


**Kuvio 26. Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Oletko sairaana tai flunssassa?".**

Kysymykseen "Onko päiväkodin sisätiloissa liian kuuma?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* vastasi ainoastaan lapsivastaajista 11 %. Liian kuumaksi sisäilmaksi koki usein lapsista 11 % ja aikuisista 27 %. Loput kyselyyn vastanneista vastasivat joko *Harvoin*, aikuisista 40 % ja lapsista 22 % tai sitten *Ei koskaan* vastausvaihtoehtoon (33 % aikuisista ja 56 % lapsista). Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan ja *Usein* vastasi aikuisista ainoastaan 13 %. Osa kohteen käyttäjistä koki sisäilman harvoin liian kuumaksi, joista aikuisvastaajien osuus oli 33 % ja lapsista 20 %. *Ei koskaan* vastausvaihtoehtoon vastasi suurin osa lapsivastaajista jopa 80 % ja aikuisista 47 %. Aikuisvastaajista 7 % ei osannut sanoa mitään tai edellä mainitut vastausvaihtoehdot eivät vastanneet heidän mielestä kysymykseen. Pataluodon päiväkodissa 10 % lapsista koki sisäilman joko aina liian kuumaksi tai usein. Suurin osa ainakin aikuisvastaajista vastasi vastausvaihtoehtoon *Harvoin* 71 % ja lapsivastaajista 40 %. *Ei koskaan* vastausvaihtoehtoon vastasi lapsista 40 % ja aikuisista 29 %. Taulukosta 21 ja kuviosta 27 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

Taulukko 21. Kysymyksestä "Onko päiväkodin sisätiloissa liian kuuma?".

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
Hammaslahti	Lapset (Ikm.)	1	1	2	5	0
	Aikuiset (Ikm.)	0	4	6	5	0
	Lapset (%)	11 %	11 %	22 %	56 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	27 %	40 %	33 %	0 %
Hukanhauta	Lapset (Ikm.)	0	0	2	8	0
	Aikuiset (Ikm.)	0	2	5	7	1
	Lapset (%)	0 %	0 %	20 %	80 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	13 %	33 %	47 %	7 %
Pataluoto	Lapset (Ikm.)	1	1	4	4	0
	Aikuiset (Ikm.)	0	0	10	4	0
	Lapset (%)	10 %	10 %	40 %	40 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	0 %	71 %	29 %	0 %



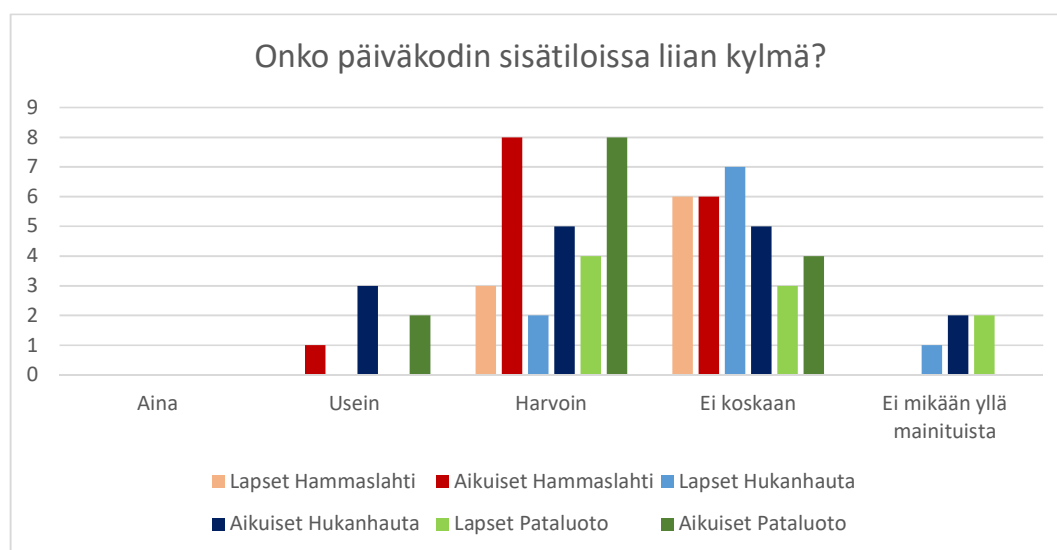
Kuvio 27. Pylväsdigrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Onko päiväkodin sisätiloissa liian kuuma?".

Kysymykseen "Onko päiväkodin sisätiloissa liian kylmä?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan ja aikuisista vain 7 % koki usein sisäilman liian kylmäksi. Vastausten määrät jakautuivat vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* (aikuisista 53 % ja lapsista 33 %) ja *Ei koskaan*, joista aikuisten osuus oli 40 % ja lasten 67 %. Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan ja *Usein* vastasi aikuisista 20 %. Osa kohteen käyttäjistä koki sisäilman harvoin liian kylmäksi, joista aikuisista vastasi 33 % ja lapsista 20 %. *Ei koskaan* vastausvaihtoehtoon vastasi

suurin osa lapsivastaajista 70 % ja aikuisista 33 %. 10 % lapsivastaajista ja 13 % aikuisvastaajista ei osannut sanoa mitään tai edellä mainitut vastausvaihtoehdot eivät vastanneet heidän mielestä kysymykseen. Pataluodon päiväkodissakaan kukaan ei kokenut sisäilman olevan aina liian kylmäksi, mutta 14 % aikuisista koki sisäilman usein liian kylmäksi. Vastausten määrät jakautuivat pääpainotteisesti vastausvaihtoehtoon *Harvoin* aikuisten kohdalla 57 % ja lasten 40 %. *Ei koskaan* vastausvaihtoehtoon vastasi lapsista 30 % ja aikuisista 29 %. Vastausvaihtoehtoon *Ei mikään yllä mainituista* vastasi lapsivastaajista 20 %. Taulukosta 22 ja kuviosta 28 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 22. Kysymyksestä "Onko päiväkodin sisätiloissa liian kylmä?".**

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
Hammaslahti	Lapset (lkm.)	0	0	3	6	0
	Aikuiset (lkm.)	0	1	8	6	0
	Lapset (%)	0%	0%	33%	67%	0%
	Aikuiset (%)	0%	7%	53%	40%	0%
Hukanhauta	Lapset (lkm.)	0	0	2	7	1
	Aikuiset (lkm.)	0	3	5	5	2
	Lapset (%)	0%	0%	20%	70%	10%
	Aikuiset (%)	0%	20%	33%	33%	13%
Pataluoto	Lapset (lkm.)	0	0	4	3	2
	Aikuiset (lkm.)	0	2	8	4	0
	Lapset (%)	0%	0%	40%	30%	20%
	Aikuiset (%)	0%	14%	57%	29%	0%

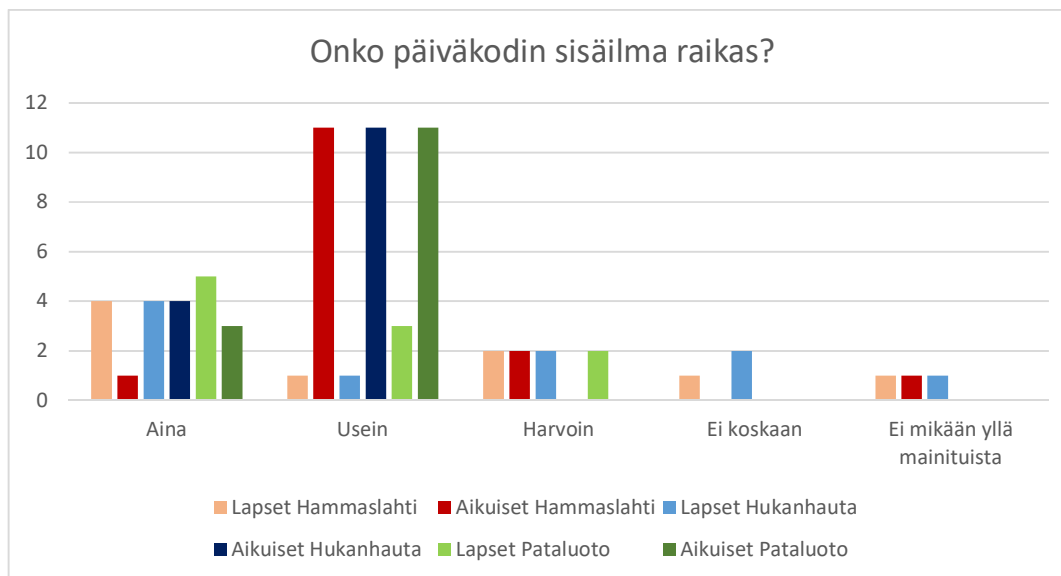


**Kuvio 28. Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Onko päiväkodin sisätiloissa liian kylmä?".**

Kysymykseen ”Onko päiväkodin sisäilma raikas?” vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Määrät vastausvaihtoehtojen välillä vaihtelivat kysymyksessä jonkin verran, mutta pääpaino oli *Aina* ja *Usein* vastausvaihtoehtoihin. *Aina* vastanneiden määrä lapsista oli 44 % ja aikuisista 7 %. Suurin osa ainakin aikuisista piti sisäilmaa usein raikkaana eli 73 % ja lapsivastaajista 11 %. Vastausvaihtoehtoon *Harvoin* vastasivat aikuisista 13 % ja lapsista 22 %. *Ei koskaan* vastausvaihtoehtoon vastasivat 11 %:a lapsista ja *Ei mikään yllä* mainituista vaihtoehtoista vastasi aikuisista 7 % ja lapsista 11 %. Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Aikuiset vastasivat selkeästi joko aina tai usein, kun taas lapsivastaajissa määrät vastausvaihtoehtojen välillä vaihtelivat. *Aina* vastanneiden osuus lapsista oli 40 % ja aikuisista 27 %. Loput 73 % aikuisista vastasivat *Usein* kohtaan ja lapsivastaajista 10 %. Vastausvaihtoehtoon *Harvoin* vastasi Hukanhaudan päiväkodin lapsista 20 % kuten myös *Ei koskaan* vaihtoehtoon. *Ei mikään yllä mainituista* vastasi 10 % lapsista. Pataluodon päiväkodissa 21 % aikuisista ja 50 % lapsista oli sitä mieltä, että päiväkodin sisäilma on aina raikkaan tuntoinen. Loput 79 % aikuisista vastasivat *Usein* ja lapsivastaajista osuus oli 30 %. *Harvoin* vastausvaihtoehtoon vastasi 20 % lapsista. Taulukosta 23 ja kuviosta 29 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 23. Kysymyksestä ”Onko päiväkodin sisäilma raikas?”.**

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
Hammaslahti	Lapset (lkm.)	4	1	2	1	1
	Aikuiset (lkm.)	1	11	2	0	1
	Lapset (%)	44 %	11 %	22 %	11 %	11 %
	Aikuiset (%)	7 %	73 %	13 %	0 %	7 %
Hukanhauta	Lapset (lkm.)	4	1	2	2	1
	Aikuiset (lkm.)	4	11	0	0	0
	Lapset (%)	40 %	10 %	20 %	20 %	10 %
	Aikuiset (%)	27 %	73 %	0 %	0 %	0 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	5	3	2	0	0
	Aikuiset (lkm.)	3	11	0	0	0
	Lapset (%)	50 %	30 %	20 %	0 %	0 %
	Aikuiset (%)	21 %	79 %	0 %	0 %	0 %

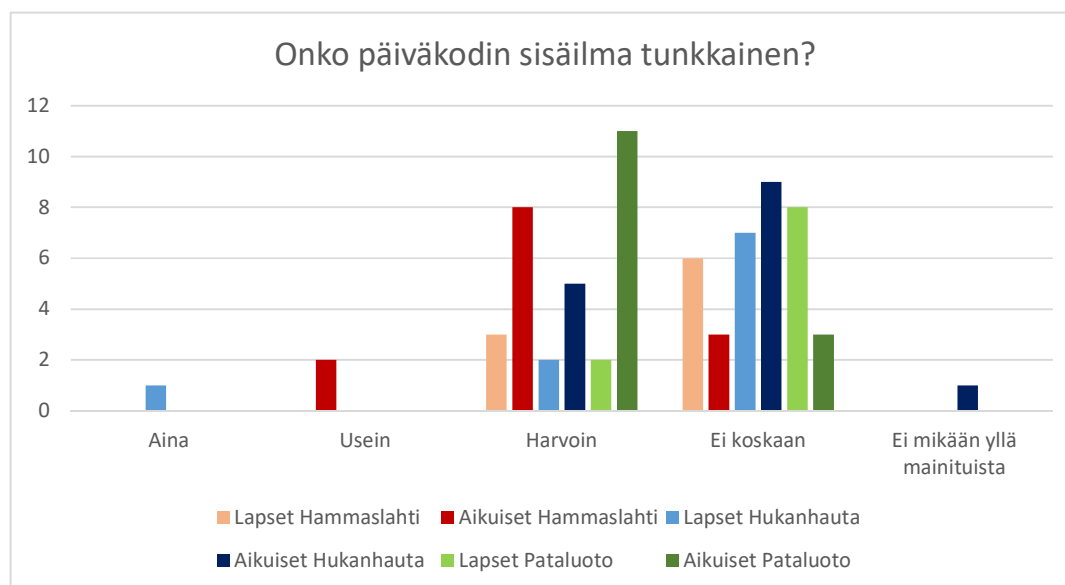


**Kuvio 29. Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Onko päiväkodin sisäilma raikas?".**

Kysymykseen "Onko päiväkodin sisäilma tunkkainen?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan, mutta aikuisista 13 % oli sitä mieltä, että päiväkodissa on usein tunkkaisen oloinen ilma. Suurin osa vastasi joko vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* (lapsista 33 % ja aikuisista 53 %) tai *Ei koskaan*, jossa lapsivastaajien osuus oli 67 % ja aikuisten 20 %. Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. 10 % lapsista vastasi vastausvaihtoehtoon *Aina*, kun taas *Usein* vastanneita ei ollut ollenkaan. Loput kyselyyn vastanneista vastasivat joko *Harvoin* (lapsista 20 % ja aikuisista 33 %) tai *Ei koskaan*, jossa lasten osuus oli 70 % ja aikuisten 60 %. Hukanhaudan aikuisvastaajista 7 % ei joko osannut sanoa, mikä vaihtoehdoista oli kuvaavin tai heillä oli mahdollisesti jokin muu asia, jonka he tahtoivat tuoda ilmi. Pataluodon päiväkodin käyttäjille teetätetystä kyselystä kukaan ei ollut sitä mieltä, että päiväkodissa olisi aina tai usein tunkkaisen oloista sisätiloissa. Suurin osa aikuisvastaajista koki sisäilman joko harvoin (lapsista 20 % ja aikuisista 79 %) tai ei koskaan (lapsista 80 % ja aikuisista 21 %) tunkkaisen oloiseksi. Taulukosta 24 ja kuvioista 30 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

Taulukko 24. Kysymyksestä "Onko päiväkodin sisäilma tunkkainen?".

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
Hammaslahti	Lapset (lkm.)	0	0	3	6	0
	Aikuiset (lkm.)	0	2	8	3	0
	Lapset (%)	0 %	0 %	33 %	67 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	13 %	53 %	20 %	0 %
Hukanhauta	Lapset (lkm.)	1	0	2	7	0
	Aikuiset (lkm.)	0	0	5	9	1
	Lapset (%)	10 %	0 %	20 %	70 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	0 %	33 %	60 %	7 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	0	0	2	8	0
	Aikuiset (lkm.)	0	0	11	3	0
	Lapset (%)	0 %	0 %	20 %	80 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	0 %	79 %	21 %	0 %



Kuvio 30. Pylvädiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Onko päiväkodin sisäilma tunkkainen?".

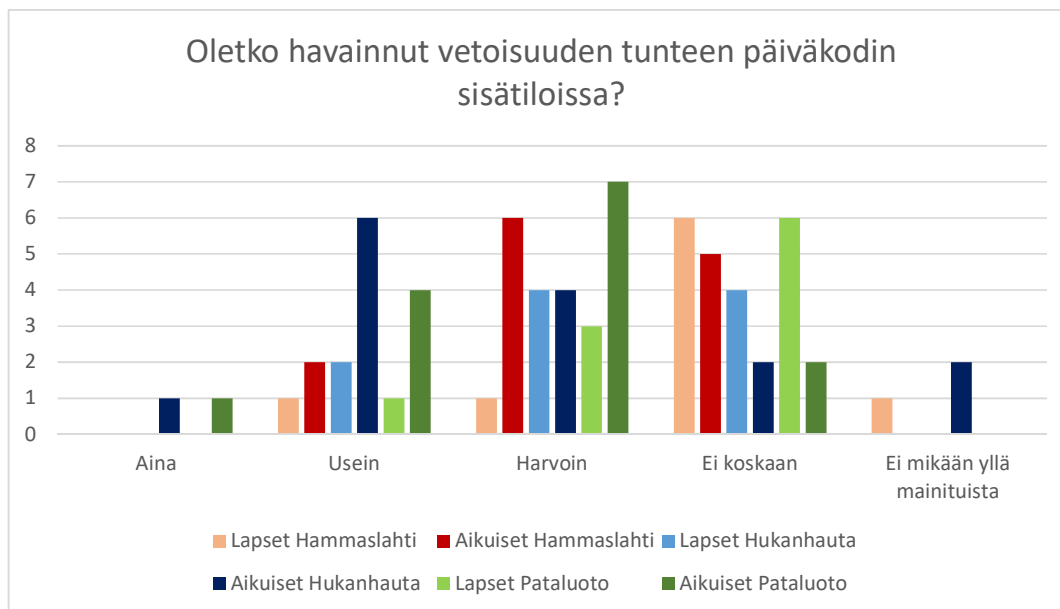
Kysymykseen "Oletko havainnut vetoisuuden tunteen päiväkodin sisätiloissa?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan. Osa lapsikäyttäjistä (11 %) ja aikuisista (13 %) havaitsi usein vetoisuuden tunteen sisätiloissa. Loppuihin vastausvaihtoehtoihin vastaukset jakautuivat melko tasaisesti. *Harvoin* vastanneiden osuus lapsista oli 11 % ja aikuisista 40 %. Vastausvaihtoehtoon *Ei koskaan* vastasi yli puolet kyselyyn osallistuneista lapsista eli 67 % ja aikuisten osuus oli 33 %. Vastausvaihtoehtoon *Ei mikään yllä mainituista* vastasi lapsista 11 %.

Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaidan päiväkodissa hieman vaihtelevammin verrattuna Hammaslahden päiväkotiin. Prosenttiosuudet olivat seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* vastasi aikuisista 7 %, mutta hyvin moni aikuisista tunsi kyselyn perusteella usein vetoisuutta sisätiloissa jopa 40 % ja lapsista 20 %. Vastausvaihtoehtoon *Harvoin* vastasi lapsista 40 % ja aikuisista 27 %. *Ei koskaan* vetoisuuden tuntevien osuus lapsista oli 40 % ja aikuisista 13 %, sekä *Ei mikään yllä mainituista* vastasi aikuisista 13 %. Pataluodon päiväkodissa vastanneiden määrä kysymykseen "Oletko havainnut vetoisuuden tunnetta sisätiloissa?" jakautuivat melko tasaisesti painottuen *Harvoin* tai *Ei koskaan* vastausvaihtoehtoihin. Aikuisista 7 % koki aina sisätiloissa vetoisuuden tunnetta, ja usein vastanneiden osuus oli aikuisista 29 % ja lapsista 10 %. Puolet kyselyyn osallistuneista aikuisista vastasivat vastausvaihtoehtoon *Harvoin*, kun taas lasten osuus oli 30 %. Lapsivastaajista 60 % vastasi *Ei koskaan* vaihtoehtoon ja aikuisista 14 %. Taulukosta 25 ja kuviosta 31 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 25. Kysymyksestä "Oletko havainnut vetoisuuden tunteen päiväkodin sisätiloissa?".**

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
Hammaslahti	Lapset (lkm.)	0	1	1	6	1
	Aikuiset (lkm.)	0	2	6	5	0
	Lapset (%)	0 %	11 %	11 %	67 %	11 %
	Aikuiset (%)	0 %	13 %	40 %	33 %	0 %
Hukanhauta	Lapset (lkm.)	0	2	4	4	0
	Aikuiset (lkm.)	1	6	4	2	2
	Lapset (%)	0 %	20 %	40 %	40 %	0 %
	Aikuiset (%)	7 %	40 %	27 %	13 %	13 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	0	1	3	6	0
	Aikuiset (lkm.)	1	4	7	2	0
	Lapset (%)	0 %	10 %	30 %	60 %	0 %
	Aikuiset (%)	7 %	29 %	50 %	14 %	0 %





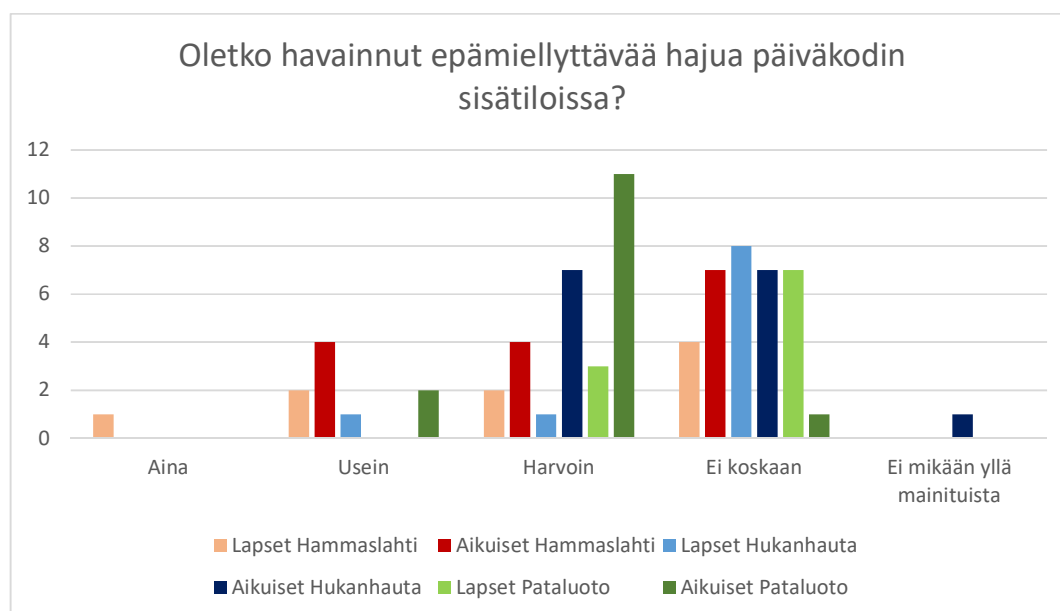
**Kuvio 31.** Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Oletko havainnut vetoisuuden tunteen päiväkodin sisätiloissa?".

Kysymykseen "Oletko havainnut epämiellyttävää hajua päiväkodin sisätiloissa?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* vastasivat ainoastaan lapset, ja heistä 11 %. Loppuihin vastausvaihtoehtoihin vastaukset jakautuivat melko tasaisesti painotuen *Ei koskaan*. Osa lapsikäyttäjistä (22 %) ja aikuisista (27 %) havaitsi usein epämiellyttävän hajun tunnetta kenties tietyissä tiloissa. *Harvoin* vastanneiden osuus lapsista oli 22 % ja aikuisista 27 %. Vastausvaihtoehtoon *Ei koskaan* vastasi loput eli lähes puolet kyselyyn osallistuneista (lapsista 44 % ja aikuisista 47 %). Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan. Lapsikäyttäjistä 10 % havaitsi usein epämiellyttävän hajun tunnetta mahdollisesti tietyissä tiloissa. Vastausvaihtoehtoon *Harvoin* vastasi lähes puolet aikuisista (47 %) ja lapsista 10 %. Suurin osa Hukanhaudan päiväkodin henkilöstöstä ei koskaan havainnut epämiellyttävän hajun tunnetta päiväkodin sisätiloissa (lapsista 80 % ja aikuisista 47 %). *Ei mikään yllä mainituista* vastasi aikuisista 7 %. Pataluodon päiväkodissa epämiellyttävää hajua ei mainittu olevan aina, mutta usein vastanneiden osuus aikuisista oli 14 %. Vastausvaihtoehtoon *Harvoin* vastasi suurin osa aikuisvastaajista (79 %) ja lapsista 30 %. Lapsista suurin osa ei havainnut koskaan epä-

miellyttävää hajua (70 %), aikuisista taas 7 %. Taulukosta 26 ja kuviosta 32 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 26. Kysymyksestä "Oletko havainnut epämiellyttävää hajua päiväkodin sisätiloissa?"**

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
Hammaslahti	Lapset (Ikm.)	1	2	2	4	0
	Aikuiset (Ikm.)	0	4	4	7	0
	Lapset (%)	11 %	22 %	22 %	44 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	27 %	27 %	47 %	0 %
Hukanhauta	Lapset (Ikm.)	0	1	1	8	0
	Aikuiset (Ikm.)	0	0	7	7	1
	Lapset (%)	0 %	10 %	10 %	80 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	0 %	47 %	47 %	7 %
Pataluoto	Lapset (Ikm.)	0	0	3	7	0
	Aikuiset (Ikm.)	0	2	11	1	0
	Lapset (%)	0 %	0 %	30 %	70 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	14 %	79 %	7 %	0 %



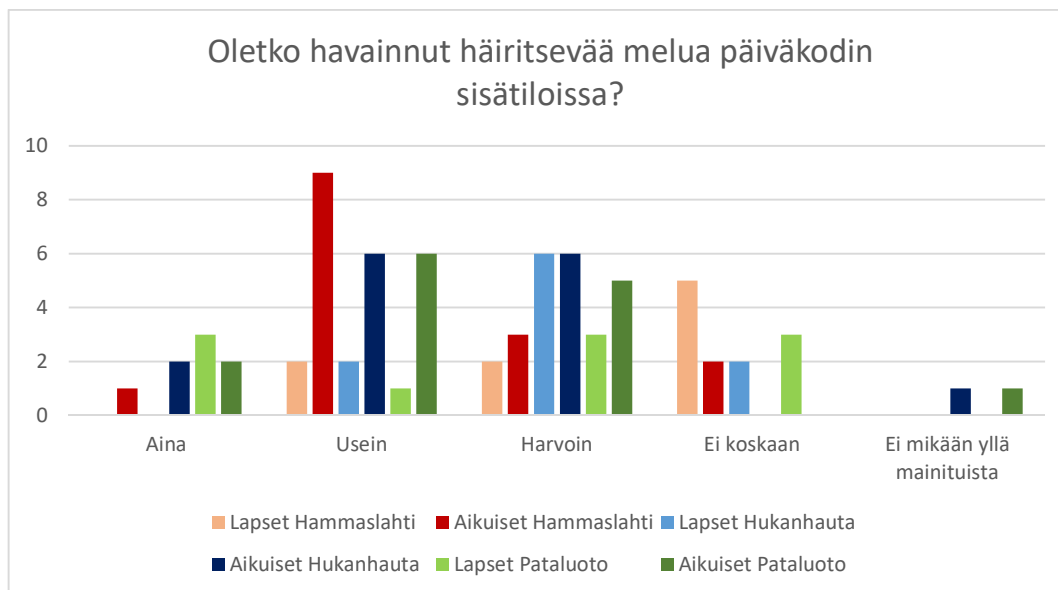
**Kuvio 32. Pylväsdiaagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Oletko havainnut epämiellyttävää hajua päiväkodin sisätiloissa?"**

Kysymykseen "Oletko havainnut häiritsevää melua päiväkodin sisätiloissa?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* vastasivat ainoastaan aikuiset, heistä 7 %. Loppuihin vastausvaihtoehtoihin vastaukset jakautuivat melko tasaisesti, mutta vaihtelevasti lasten ja aikuisten välillä. Lapsikäyttäjistä 22 % havaitsi häiritsevää melua

sisätiloissa, kun taas aikuisista yli puolet koki melua (60 %). *Harvoin* vastanneiden osuus lapsista oli 22 % ja aikuisista 20 %. Vastausvaihtoehtoon *Ei koskaan* vastasi loput lapsista eli lähes puolet kyselyyn osallistuneista (56 %) ja aikuisista vain 13 %. Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* vastasi aikuista 13 % ja *Usein* häiritsevää melua tunti lapsista 20 % ja aikuisista 40 %. Suurin osa lapsivastaajista vastasi vastausvaihtoehtoon *Harvoin* (60 %) ja aikuisista 40 %, kun taas *Ei koskaan* vastasivat ainoastaan lapset (20 %). *Ei mikään yllä mainituista* vastasi aikuisista 7 %. Pataluodon päiväkodissa häiritsevää melua sisätiloissa kokivat lapsivastaajista aina 30 % ja aikuisista 14 %. Suurin osa aikuisvastaajista vastasi vastausvaihtoehtoon *Usein* (43 %) ja lapsista 10 %. Melun tunnetta harvoin kokivat lapsista 30 % ja aikuisista 36 %. *Ei koskaan* vastasi lapsista 30 % ja *Ei mikään yllä mainituista* kohtaan vastasi aikuisista 7 %. Taulukosta 27 ja kuviosta 33 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 27. Kysymyksestä "Oletko havainnut häiritsevää melua päiväkodin sisätiloissa?".**

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
Hammaslahti	Lapset (lkm.)	0	2	2	5	0
	Aikuiset (lkm.)	1	9	3	5	0
	Lapset (%)	0 %	22 %	22 %	56 %	0 %
	Aikuiset (%)	7 %	60 %	20 %	33 %	0 %
Hukanhauta	Lapset (lkm.)	0	2	6	2	0
	Aikuiset (lkm.)	2	6	6	0	1
	Lapset (%)	0 %	20 %	60 %	20 %	0 %
	Aikuiset (%)	13 %	40 %	40 %	0 %	7 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	3	1	3	3	0
	Aikuiset (lkm.)	2	6	5	0	1
	Lapset (%)	30 %	10 %	30 %	30 %	0 %
	Aikuiset (%)	14 %	43 %	36 %	0 %	7 %

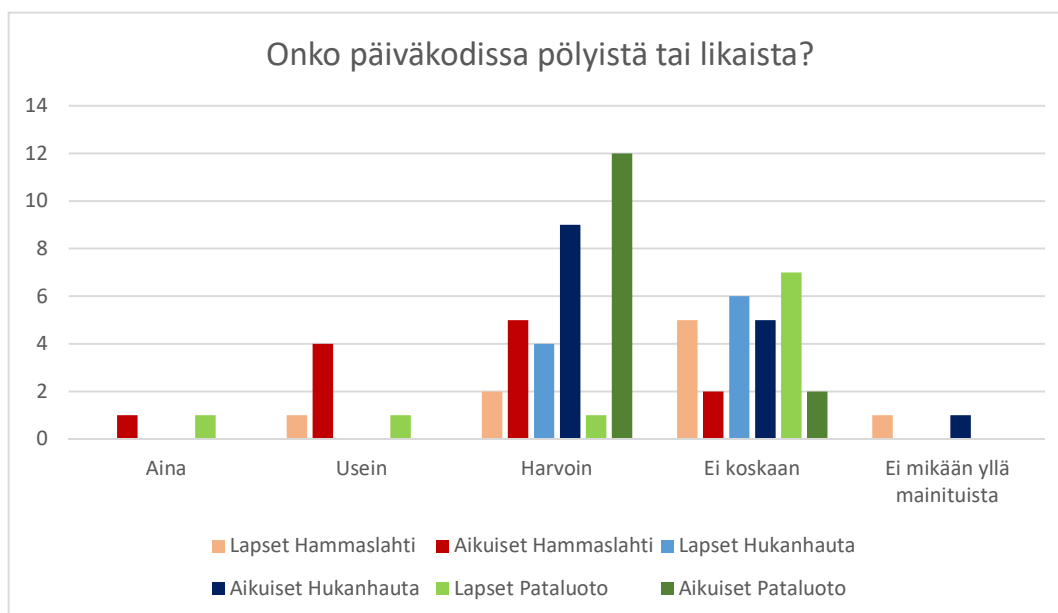


**Kuvio 33.** Pylvädiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Oletko havainnut häiritsevää melua päiväkodin sisätiloissa?".

Kysymykseen "Onko päiväkodissa pölyistä tai likaista?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* vastasivat ainoastaan aikuiset (7 %). Loppuihin vastausvaihtoehtoihin vastaukset jakautuivat tasaisesti, mutta hieman vaihtelevasti lasten ja aikuisten välillä. Vastausvaihtoehtoon *Usein* vastasi aikuisista 27 % ja lapsista 11 %. *Harvoin* vastanneiden osuus aikuisvastaajista oli 33 % ja lapsista 22 %. Noin puolet lapsista olivat sitä mieltä, että päiväkodissa oli puhdasta eli *Ei koskaan* vaihtoehtoon vastasi 56 % ja aikuisista 13 %. *Ei mikään yllä mainituista* vastasi lapsista 11 %. Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoihin *Aina* ja *Usein* ei vastannut kukaan. Pääpaino oli vastausvaihtoehdossa *Harvoin* vastausprosenttein 40 % lapsivastaajista ja 60 % aikuisvastaajista. *Ei koskaan* vastasivat lapsista yli puolet (60 %) ja aikuisista 33 %. *Ei mikään yllä mainituista* vastasi aikuisista 7 %. Pataluodon päiväkodissa pölyisyyttä ja likaisuutta havaitsivat lapsivastaajista joko aina tai usein 10 %. Lähes kaikki aikuisvastaajista vastasivat vastausvaihtoehtoon *Usein* (86 %), kun taas lapsista osuus oli 10 %. Loput vastaajista vastasivat *Ei koskaan*, joista aikuisia oli 14 % ja lapsia vastaavasti 70 %. Taulukosta 28 ja kuviosta 34 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

Taulukko 28. Kysymyksestä "Onko päiväkodissa pölyistä tai likaista?".

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
Hammaslahti	Lapset (lkm.)	0	1	2	5	1
	Aikuiset (lkm.)	1	4	5	2	0
	Lapset (%)	0 %	11 %	22 %	56 %	11 %
	Aikuiset (%)	7 %	27 %	33 %	13 %	0 %
Hukanhauta	Lapset (lkm.)	0	0	4	6	0
	Aikuiset (lkm.)	0	0	9	5	1
	Lapset (%)	0 %	0 %	40 %	60 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	0 %	60 %	33 %	7 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	1	1	1	7	0
	Aikuiset (lkm.)	0	0	12	2	0
	Lapset (%)	10 %	10 %	10 %	70 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	0 %	86 %	14 %	0 %



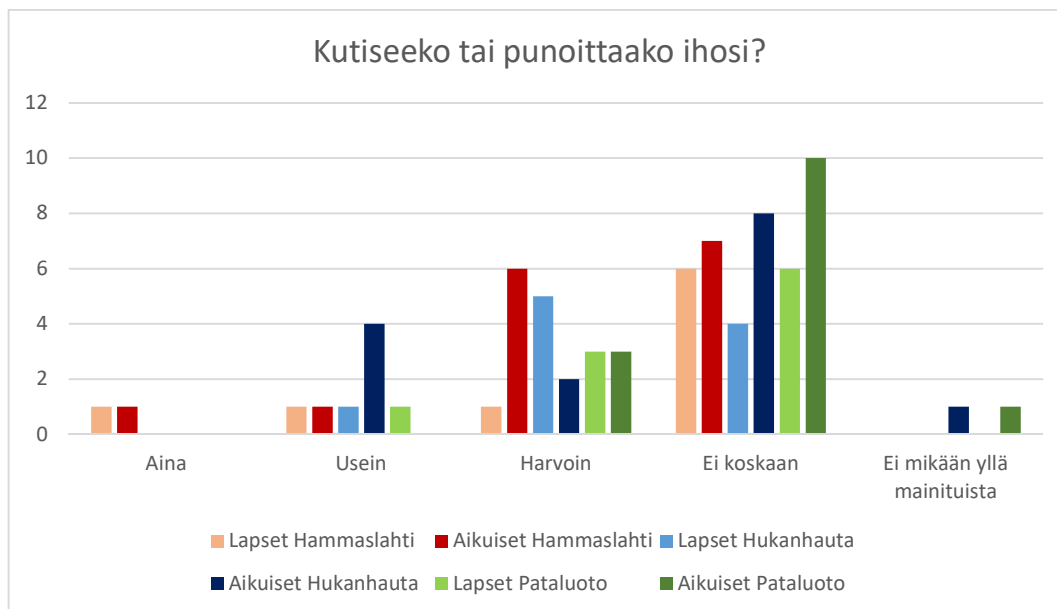
Kuvio 34. Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Onko päiväkodissa pölyistä tai likaista?".

Kysymykseen "Kutiseeko tai punoittaako ihosi?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Aikuisista että lapsista yhtä moni vastasi *Aina* kuin *Usein* vastausvaihtoehtoihin (7 % aikuisista ja 11 % lapsista). Vastausvaihtoehtoon *Harvoin* vastasi aikuisvastaajista 40 % ja lapsista 11 %. Suurin osa oli kuitenkin sitä mieltä, että heillä ei ollut allergia tyyppistä ihottumaa laisinkaan eli 47 % aikuisista ja 67 % lapsista. Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan. Usein ihon punoitusta tai kutinaa oli lapsivastaajista 10

%:lla ja aikuisista 27 %:lla. Suurin osa ainakin lapsista vastasi joko *Harvoin* (50 %) tai *Ei koskaan* (40 %). Aikuisista vastasi *Harvoin* vastausprosenttein 13 % ja *Ei koskaan* 53 %. *Ei mikään yllä mainituista* vastasi aikuisista 7 %. Pataluodon päiväkodissa suurimmalla osalla ei ole erityisemmin ihon kutinaa tai punoitusta. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan ja *Usein* vastanneita oli vain 10 %:lla lapsista. *Harvoin* ihon kutinaa tai punoitusta vastasi aikuisista 21 % ja lapsista 30 %. Suurimmalla osalla ei ollut ollenkaan eli *Ei koskaan* vastanneiden osuus lapsista oli 60 % ja aikuisista 71 %. Vastausvaihtoehtoon *Ei mikään yllä mainituista* vastasi aikuisista 7 %. Taulukosta 29 ja kuviosta 35 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 29. Kysymyksestä "Kutiseeko tai punoittaako ihosi?".**

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
ammaslah	Lapset (lkm.)	1	1	1	6	0
	Aikuiset (lkm.)	1	1	6	7	0
	Lapset (%)	11 %	11 %	11 %	67 %	0 %
	Aikuiset (%)	7 %	7 %	40 %	47 %	0 %
hukanhaut	Lapset (lkm.)	0	1	5	4	0
	Aikuiset (lkm.)	0	4	2	8	1
	Lapset (%)	0 %	10 %	50 %	40 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	27 %	13 %	53 %	7 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	0	1	3	6	0
	Aikuiset (lkm.)	0	0	3	10	1
	Lapset (%)	0 %	10 %	30 %	60 %	0 %
	Aikuiset (%)	0 %	0 %	21 %	71 %	7 %

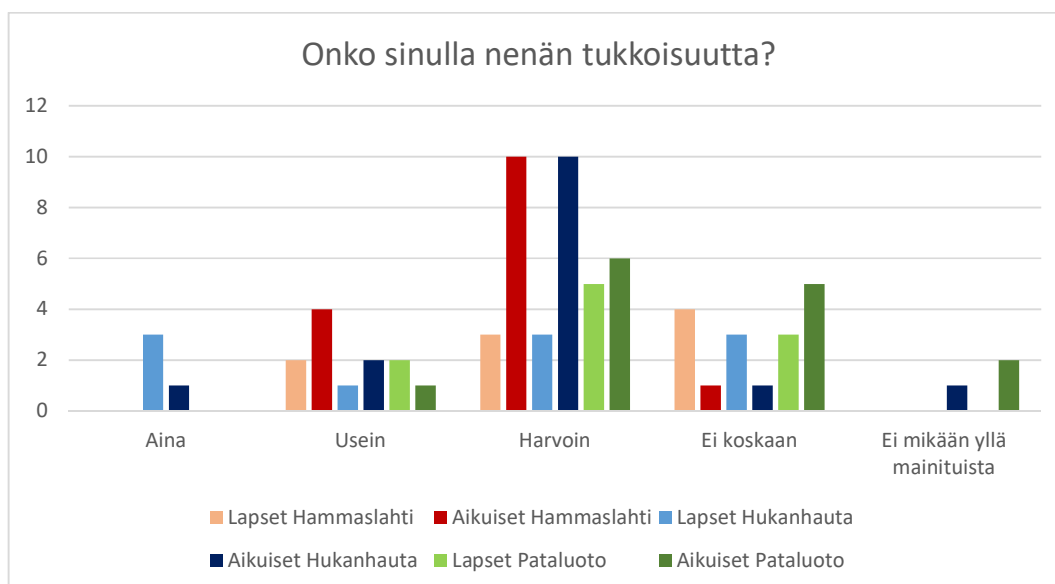


**Kuvio 35.** Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Kutiseeko tai punoittaako ihosi?".

Kysymykseen "Onko sinulla nenän tukkoisuutta?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan, mutta kohtaan *Usein* vastasi aikuisista 27 % ja lapsista 22 %. Suurin osa aikuisvastaajista (67 %) vastasi vastausvaihtoehtoon *Harvoin* ja lapsista 33 %. Lapsivastaajista suurimmalla osalla ei ole koskaan nenän tukkoisuutta (44 %) ja aikuisista 7 % kertoo, ettei pahemmin ole. Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* vastasivat aikuisista 7 % ja lapsista 30 %. *Usein* vastanneiden osuus oli lapsivastaajista 10 % ja aikuisista 13 %. Suurin osa ainakin aikuisvastaajista vastasi kysymykseen *Harvoin* (67 %), kun taas lasten osuus oli 30 %. *Ei koskaan* vastanneiden määrä lapsista oli 30 % ja aikuisista 7 %, joista loput 7 % aikuisista ei osannut sanoa mikä vastausvaihtoehdoista oli kuvaavin tai heillä oli jokin muu asia, minkä he toivat esille. Pataluodon päiväkodissa kukaan ei vastannut aina kysymykseen "Onko sinulla nenän tukkoisuutta?". Osa vastaajista vastasi vastausvaihtoehtoon *Usein*, joista lasten osuus oli 20 % ja aikuisten 7 %. Suurin osa aikuisista (43 %) ja lapsista (50 %) vastasi, että heillä on harvoin nenän tukkoisuutta. Vastausvaihtoehtoon *Ei koskaan* vastanneiden osuus lapsista oli 30 % ja aikuisista 36 %, ja *Ei mikään yllä mainituista* vastasi aikuisista 14 %. Taulukosta 30 ja kuviosta 36 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

Taulukko 30. Kysymyksestä "Onko sinulla nenän tukkoisuutta?".

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
ammaslah	Lapset (lkm.)	0	2	3	4	0
	Aikuiset (lkm.)	0	4	10	1	0
	Lapset (%)	0%	22 %	33 %	44 %	0%
	Aikuiset (%)	0%	27 %	67 %	7 %	0%
hukanhaut	Lapset (lkm.)	3	1	3	3	0
	Aikuiset (lkm.)	1	2	10	1	1
	Lapset (%)	30 %	10 %	30 %	30 %	0%
	Aikuiset (%)	7 %	13 %	67 %	7 %	7 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	0	2	5	3	0
	Aikuiset (lkm.)	0	1	6	5	2
	Lapset (%)	0%	20 %	50 %	30 %	0%
	Aikuiset (%)	0%	7 %	43 %	36 %	14 %



Kuvio 36. Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Onko sinulla nenän tukkoisuutta?".

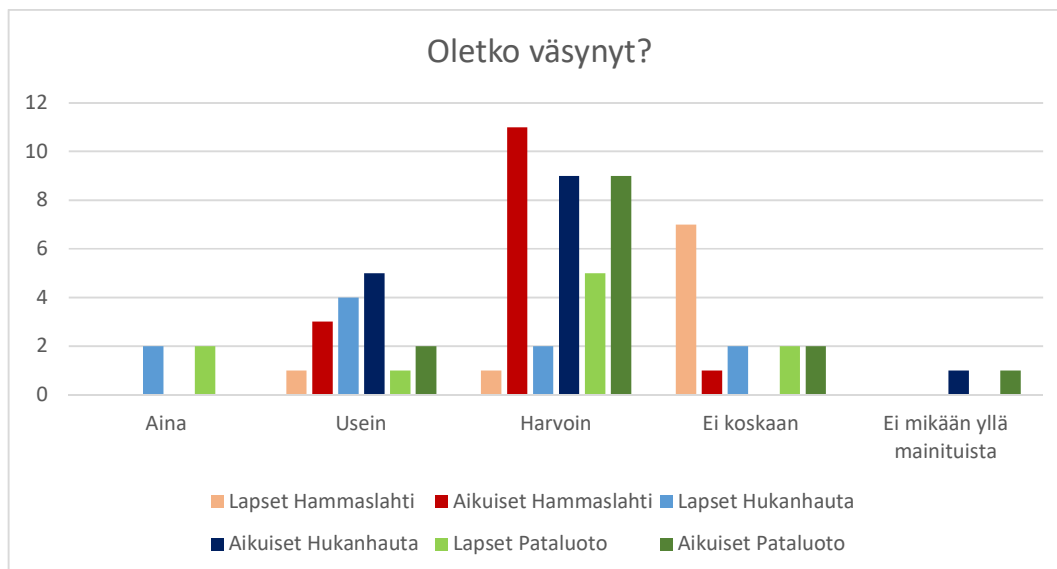
Kysymykseen "Oletko väsynyt?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Aina* ei vastannut kukaan, mutta vastausvaihtoehtoon *Usein* vastasi aikuisista 20 % ja lapsista 11 %. Suurin osa aikuisvastaajista (73 %) vastasi vastausvaihtoehtoon *Harvoin* ja lapsista vain 11 %. Lapsivastaajista suurin osa vastasi *Ei koskaan* olevansa väsynyt (78 %) ja aikuisista 7 %. Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa huomattavasti eri lailla, kuin Hammaslahdessa erityisesti vertaamalla lapsivastaajia vastauksia. Vastausvaihtoehtoon *Aina* vastasivat lapsista 20 % ja



*Usein* vastanneiden osuus oli lapsivastaajista 40 % ja aikuisista 33 %. Suurin osa ainakin aikuisvastaajista vastasi kysymykseen *Harvoin* (60 %), kun taas lasten osuus oli 20 %. Lapsista vastasi ei koskaan olevansa väsynyt 20 % ja aikuisista 7 % ei osannut sanoa mikä vastausvaihtoehdoista oli mahdollisesti kuvaavin tai heillä oli jokin muu asia, minkä he toivat esille. Pataluodon päiväkodissa *Aina* vastanneiden määrä kysymykseen "Oletko väsynyt?" vastasi lapsista 20 %. Osa vastaajista vastasi vastausvaihtoehtoon *Usein*, jossa lasten määrä oli 10 %:a ja aikuisten 14 %. Suurin osa aikuisista (64 %) kuten lapsistakin (50 %) vastasi, että he ovat harvoin väsyneitä. Vastausvaihtoehtoon *Ei koskaan* vastasi lapsista 20 % ja aikuisista 14 %, ja *Ei mikään yllä mainituista* vastasi aikuisista 7 %. Taulukosta 31 ja kuviosta 37 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 31. Kysymyksestä "Oletko väsynyt?".**

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:				
		Aina	Usein	Harvoin	Ei koskaan	Ei mikään
ammaslah	Lapset (lkm.)	0	1	1	7	0
	Aikuiset (lkm.)	0	3	11	1	0
	Lapset (%)	0%	11%	11%	78%	0%
	Aikuiset (%)	0%	20%	73%	7%	0%
hukanhaut	Lapset (lkm.)	2	4	2	2	0
	Aikuiset (lkm.)	0	5	9	0	1
	Lapset (%)	20%	40%	20%	20%	0%
	Aikuiset (%)	0%	33%	60%	0%	7%
Pataluoto	Lapset (lkm.)	2	1	5	2	0
	Aikuiset (lkm.)	0	2	9	2	1
	Lapset (%)	20%	10%	50%	20%	0%
	Aikuiset (%)	0%	14%	64%	14%	7%

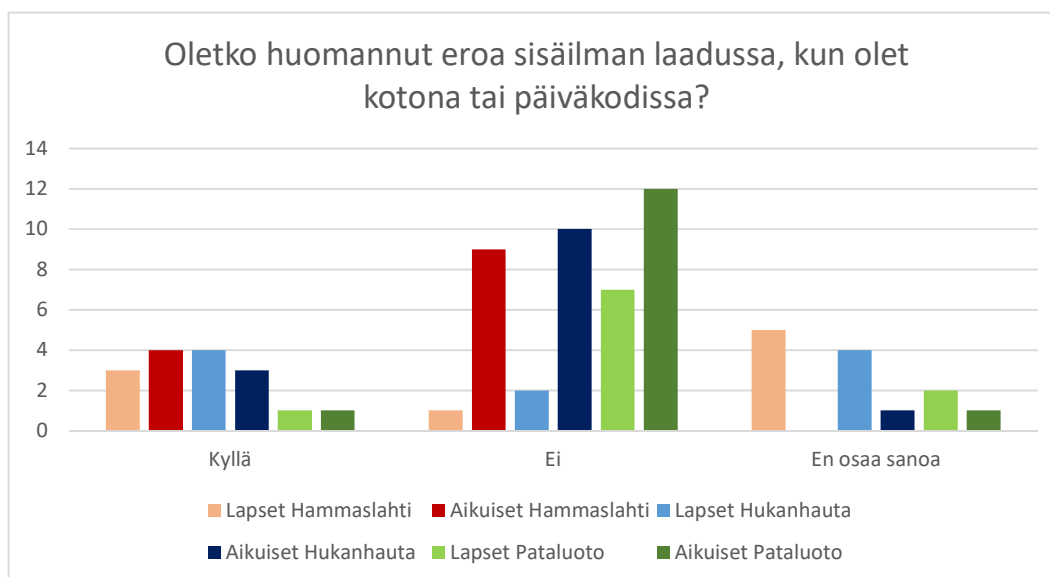


Kuvio 37. Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Oletko väsynyt?".

Kysymykseen "Oletko huomannut eroa sisäilman laadussa kotona tai päiväkodissa?" vastasivat Hammaslahden päiväkodin aikuis- ja lapsivastaajista seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Kyllä* vastasi aikuisista 27 % ja lapsista 33 %. Suurin osa ainakin aikuisvastaajista (60 %) oli sitä mieltä, että sisäilman laadussa ei ole eroa kotona tai päiväkodissa. Lapsivastaajista 11 % ei myöskään havainnut eroa. Vastausvaihtoehtoon *En osaa sanoa* vastasi suurin osa lapsista (56 %). Samaiseen kysymykseen vastattiin Hukanhaudan päiväkodissa seuraavanlaisesti. Vastausvaihtoehtoon *Kyllä* vastasi aikuisista 20 % ja lapsista 40 %. Suurin osa ainakin aikuisvastaajista (73 %) oli sitä mieltä, että sisäilman laadussa ei ole eroa kotona tai päiväkodissa. Lapsivastaajista 20 % ei myöskään havainnut eroa. Vastausvaihtoehtoon *En osaa sanoa* vastasi lapsista 40 %. Pataluodon päiväkodissa 7 % aikuisista ja 10 % lapsista vastasi *Kyllä* kysymykseen "Oletko huomannut eroa sisäilman laadussa kotona tai päiväkodissa?". *Ei* vastanneiden osuus lapsista oli 70 % ja aikuisista 86 % ja vastausvaihtoehtoon *En osaa sanoa* vastasi lapsista 20 % aikuisista 7 %a. Taulukosta 32 ja kuviosta 38 nähdään tarkemmin, kuinka monta henkilöä on vastannut kustakin kohteesta kysymykseen.

**Taulukko 32. Kysymyksestä "Oletko huomannut eroa sisäilman laadussa, kun olet kotona tai päiväkodissa?"**.

Kohteet:	Vastaajat:	Vastausvaihtoehdot:		
		Kyllä	Ei	En osaa sanoa
Hammaslahti	Lapset (lkm.)	3	1	5
	Aikuiset (lkm.)	4	9	0
	Lapset (%)	33 %	11 %	56 %
	Aikuiset (%)	27 %	60 %	0 %
Hukanhauta	Lapset (lkm.)	4	2	4
	Aikuiset (lkm.)	3	11	0
	Lapset (%)	40 %	20 %	40 %
	Aikuiset (%)	20 %	73 %	0 %
Pataluoto	Lapset (lkm.)	1	7	2
	Aikuiset (lkm.)	1	12	1
	Lapset (%)	10 %	70 %	20 %
	Aikuiset (%)	7 %	86 %	7 %



**Kuvio 38. Pylväsdiagrammi kyselyn vastauksien jakaumasta kysymykseen "Oletko huomannut eroa sisäilman laadussa, kun olet kotona tai päiväkodissa?"**.

## 6.10 Yhteenveto kyselytuloksista

Kyselyjen pohjalta selvisi, että suurin osa kyselyyn vastanneista ovat perusterveitä. Heidän kohdallaan sisäilman laadussa ei ole sen kummempaa huomioitavaa, jotta se vaikuttaisi heidän oleskeluunsa kohteessa (taulukot 19–20 ja kuviot

25–26). Kaiken kaikkiaan 26 % kyselyyn vastanneista kertoi sisäilman laadun olevan tärkeää heidän kohdallaan ja suurin osa näistä vastaajista oli aikuisia eli päiväkodin henkilökuntaa (taulukko 19 ja kuvio 25). Hammaslahden ja Hukanhaudan päiväkodin henkilökunnasta 40 % vastasi *Kyllä*, mutta kun vertaillaan kohteittain kokonaisprosentit ovat Hammaslahdella 29 %, Hukanhaudalla 24 % ja Pataluodolla 26 % (taulukko 19 ja kuvio 25). Kysymykset ovat jo itsessään melko henkilökohtaiseen mielipiteeseen viittaavia eli kuinka vastaaja kokee sisäilman vaikuttavan hänen terveyteensä. Tällaisista asioista lapsivastaajat eivät välttämättä osaa sanoa yhtä varmasti.

Vastaajien arvio heidän yleisestä terveydentilaansa sairastelujen suhteen painotui kaiken kaikkiaan vastausvaihtoehtoon *Harvoin* (75 %). Vastausvaihtoehtoon *Harvoin* vastattiin Hammaslahden päiväkodin mukaan 92 %:a, Hukanhaudan 76 % ja Pataluodon 71 %. Tämä näkyi selkeänä jakaumana painottuen *Ei koskaan* -vastausten puolelle (taulukko 20 ja kuvio 26).

Tilojen käyttäjät ovat melko samaa mieltä viihtyisyyden ja tyytyväisyyden tunteesta kohteiden sisäilmasta. Tarkasteltaessa lämpöoloja ja ilman laadusta havaittuja tuntemuksia havaitsimme, että kohteiden ja käyttäjien välillä ei ole suuria eroja. Ääripää vastauksista voidaan nähdä kohteittain pieniä eroja taulukoista 21–24 ja kuvioista 27–30. Harva vastaajista tuntee olonsa liian kuumaksi päiväkodin sisätiloissa. Nimittäin prosentuaalinen yhteenlaskettu vastausprosentti oli vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 30 % ja *Ei koskaan* 55 %, kun kaikki kohteet otettiin huomioon. Hammaslahden päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 33 % ja *Ei koskaan* 42 %. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 28 % ja *Ei koskaan* 60 %. Pataluodon päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 58 % ja *Ei koskaan* 33 %. Jokaisesta kohteesta löytyi myös niitä henkilöitä, jotka kokivat sisäilman liian kuumaksi usein tai aina, muun muassa Hammaslahdessa (usein 21 % ja aina 4 %). Kaiken kaikkiaan tyytymättömien määrä oli kaikista vastaajista 14 % (taulukko 21 ja kuvio 27).

Kylmyyden suhteen vastattiin melko samalla tavalla kuin kuumuuteen. *Harvoin* vastanneiden osuus oli 42 % ja *Ei koskaan* 43 %. Hammaslahden päiväkodista

vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 46 % ja *Ei koskaan* 50 %. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 28 % ja *Ei koskaan* 48 %. Pataluodon päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 52 % ja *Ei koskaan* 30 %. *Ei mikään yllä mainituista* -kohdan prosentuaalinen osuus on 7 % (taulukko 22 ja kuvio 28). Tässä kohdassa vastanneet mainitsivat usein tietyn tilan, jossa he olivat kokeneet koleutta tai mainintana oli mahdollisen kovan ilmanvaihdon puhallus.

Sisäilman raikkauteen suurin osa vastaajista vastasi *Usein* (52 %) ja *Aina* vastanneiden osuus oli 29 %. Hammaslahden päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Aina* 21 % ja *Usein* 50 %. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Aina* 32 % ja *Usein* 48 %. Pataluodon päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Aina* 33 % ja *Usein* 58 %. Aikuisvastaajat olivat vastanneet pääsääntöisesti usein tai aina, mutta lapsivastaajissa samaisen kysymyksen kohdalla ilmeni pientä hajontaa, muun muassa Hammaslahden ja Hukanhaudan päiväkotien lasten erosivat enemmän aikuisten vastauksista (taulukko 23 ja kuvio 29). Mahdolliset erot voivat johtua kysymyksen ymmärrettävyydestä. Lapsivastaajat pyysivät toistamaan ja muotoilemaan kysymyksen uudelleen, josta voidaan hieman päätellä kysymyksen ymmärrettävyyden vaikeus. Tilojen sisäilmaa ei koeta haitallisen tunkkaiseksi, mikä näkyy selvänä jakaumana vastausvaihtoehtojen määrissä kohtiin *Harvoin* (44 %) ja *Ei koskaan* (51 %). Hammaslahden päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 50 % ja *Ei koskaan* 41 %. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 28 % ja *Ei koskaan* 64 %. Pataluodon päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 54 %:a ja *Ei koskaan* 46 %, joka nähdään tarkemmin taulukosta 24 ja kuvioista 30. Tämän ja edellisen kysymyksen johdosta voidaan päätellä, että tilojen käyttäjät kokevat ilman hapekkaaksi ja riittoisaksi sisätiloissa.

Tahdoimme saada kyselyn avulla selville, millä tavalla käyttäjät mahdollisesti kokivat viihtyisyyden sisätiloissa eri aistihavaintojen avulla kuten tunnon, hajun, kuulon ja näön. Kysymyksiksi valikoituivat vetoisuuden tunne, epämiellyttävä haju, häiritsevää melua sekä lian tai pölyisyyden havaitseminen. Viihtyisän ja ter-

veellisen sisäilman kannalta on tärkeää, että puhtaus on ensiluokkaista, epämiellyttäviä hajun lähteitä ei ole, ylimääräisiä ääniä muualta kuin ihmisestä lähteviä ääniä ei saisi syntyä taustalta häiritsevälle tasolle sekä terveyden kannalta liian kovan ilmanvaihdon tai heikosta tiiveydestä aiheutuvaa vetoa ei saisi olla. Kohteiden käyttäjät ovat kokeneet jonkin verran vetoisuuden tunnetta sisätiloissa, sillä kaikista kohteiden vastaajista vastasi *Usein* kohtaan 23 %, josta eniten tähän kohtaan vastasivat Hukanhaudan päiväkodista jopa 32 % (taulukko 25 ja kuvio 31). Mahdollinen eroavaisuus muihin kohteisiin voi johtua siitä, että ilmanvaihtokoneen ilmapirtaussäädöt olivat kesken mittaustemme ja tulosten saannin aikaan. Pääpaino oli kuitenkin *Ei koskaan* ja *Harvoin* vastausvaihtoehdoista, joiden molempien kokonaisprosentti oli 35, kun lasten ja aikuisten vastaukset lasketaan yhteen. Hammaslahden päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 42 % ja *Ei koskaan* 50 %. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 32 % ja *Ei koskaan* 24 %. Ja Pataluodon päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Harvoin* 42 % ja *Ei koskaan* 33 % (taulukko 25 ja kuvio 31).

Epämiellyttävän hajun vastauskohtaan saimme erityismainintaa wc-tilojen viemäristä esiintyvistä hajusta muun muassa Hammaslahden ja Pataluodon päiväkodissa. Pataluodossa oli lisäksi yksi luokkahuone, jonka lavuaarista esiintyi selvästi jokin tunkkainen haju. Kaikkien kohteiden vastaajista 12 % osuus vastasi *Usein*, 38 % *Harvoin* ja noin puolet eivät olleet havainneet mitään eli 47 %. Hammaslahden päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Usein* 25 %, *Harvoin* 25 % ja *Ei koskaan* 46 %. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Usein* 4 %, *Harvoin* 32 % ja *Ei koskaan* 60 %. Ja Pataluodon päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Usein* 8 %, *Harvoin* 58 % ja *Ei koskaan* 33 % (taulukko 26 ja kuvio 32).

Seuraava kysymys eli ”Oletko havainnut häiritsevää melua päiväkodin sisätiloissa”, joka jakoi mielipiteitä. Kaikkien kohteiden yhteenlaskettu vastausprosenttimäärät vastausvaihtoehtoihin jakoutuivat kohteittain seuraavasti: Hammaslahden päiväkodissa vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Aina* 4 %, *Usein* 46 %, *Harvoin* 21 % ja *Ei koskaan* 29 %. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodista vastattiin vas-

tausvaihtoehtoihin *Aina* 8 %, *Usein* 32 %, *Harvoin* 48 % ja *Ei koskaan* 8 %. Pataluodon päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Aina* 21 %, *Usein* 29 %, *Harvoin* 33 % ja *Ei koskaan* 13 %, jota voidaan tarkastella taulukosta 27 ja kuvio 33. Vastausmäärien paljouteen kohtiin aina ja usein saattoi vaikuttaa se, että emme kirjanneet kyselyihin tarkentavaa määritelmää häiritsevälle melulle. Nimitäin ympäristö, jossa lapset ja työntekijät työskentelevät, on erittäin altis äänekäämmällekin keskustelusta aiheutuvalla melulla. Kohteiden puhtauteen viittaavassa kysymyksessä päiväkoteja pidettiin melko hyvin hoidettuina, sillä päiväkotien pölyisyyteen tai likaisuuteen vastattiin *Aina* 3 % ja *Usein* 9 % otettaessa kaikki kohteet huomioon (taulukko 28 ja kuvio 34).

Halusimme myös saada jonkinlaista selvyttä kohteiden käyttäjien mahdollisesta oireilusta tiloissa, vaikka kohteet mitä todennäköisesti on tutkittu ja rakennettu perusteellisesti. Näillä kysymyksillä pyrimme saamaan selvyyden kohteiden käyttäjien oireettomuudesta, tosin allergisuuden tai kausiluontaisen oireilun selvittäminen tämän kyselyn avulla on mahdotonta, ellei vastaaja itse ole erikseen siitä maininnut. Kysymykseen ”Kutiseeko tai punoittaako ihosi?” vastausvaihtoehtoon *Ei koskaan* vastasi kaiken kaikkiaan yli puolet vastaajista (56 %). Hammaslahden päiväkodista tähän vastasi 54 %, Hukanhaudasta 48 % ja Pataluodosta 67 % (taulukko 29 ja kuvio 35). Nenän tukkoisuutta koskevaan kysymykseen vastattiin pääsääntöisesti joko vastausvaihtoehtoihin *Usein* 16 %, *Harvoin* 51 % tai *Ei koskaan* 23 %. Prosentuaaliset arvot kohteittain olivat Hammaslahdessa (usein 25 % ja harvoin 54 %), Hukanhaudassa (usein 12 % ja 52 %) ja Pataluodossa (usein 13 % ja harvoin 46 %). Kaiken kaikkiaan 23 % vastaajista vastasi, ettei heillä ole koskaan nenäntukkoisuutta (taulukko 30 ja kuvio 36). Tähän kysymykseen oltiin mahdollisesti saatu erilaiset tulokset, jos kysely olisi suoritettu kesäaikaan. Erityisesti lapsivastaajista osa kertoi olevansa hieman nuhainen haastatteluhetkellä, jolloin suurin osa myös vastasi sen mukaisesti joko usein tai aina verrattuna terveenä olleisiin lapsiin.

Kysymyksellä ”Oletko väsynyt?” pyrimme selvittämään vastaajien vireystilaa yliapäätensä, sillä se voi joko vaikuttaa kyselyyn vastaamiseen tai mahdolliseen hapenpuutostilaan kohteessa. Vastaajista 5 % koki olevansa aina väsynyt ja usein 22 %. Pääpaino vastausten jakaumassa oli vastausvaihtoehtoon *Harvoin* (51 %),

kun kaikki kohteet otetaan huomioon. Hammaslahden päiväkodissa vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Aina* 0 %, *Usein* 17 % ja *Harvoin* 50 %. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Aina* 8 %, *Usein* 36 % ja *Harvoin* 44 %. Pataluodon päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Aina* 8 %, *Usein* 13 % ja *Harvoin* 58 %, jota voidaan tarkastella taulukosta 31 ja kuviosta 37.

Yhtenä tärkeimpänä kysymyksenämme oli saada selville havaitsevatko vastaajat mahdollisen eron sisäilman laadussa ollessaan kotona tai päiväkodissa, oli se sitten positiivista tai negatiivista. 23 % vastasi *Kyllä* eli olivat havainneet eroa ja suurin osa vastasi *Ei* 68 % sekä osa ei osannut sanoa onko eroavaisuutta ilmennyt (6 %). Hammaslahden päiväkodissa vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Kyllä* 32 %, *Ei* 45 % ja *En osaa sanoa* 23 %. Vastaavasti Hukanhaudan päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Kyllä* 29 %, *Ei* 54 % ja *En osaa sanoa* 17 %. Pataluodon päiväkodista vastattiin vastausvaihtoehtoihin *Kyllä* 9 %, *Ei* 83 % ja *En osaa sanoa* 13 %, jota voidaan tarkastella taulukosta 32 ja kuviosta 38.

### 6.11 Kokonaisyhteenveto

Kyselyjen vastauksista saadaan suuntaa antavaa kuvaa koetun sisäilman viihtyisyydestä kustakin kohteesta, vaikka kaikkien rakennuksen käyttäjien vastausta ei saatu kerättyä. Kyselyyn vastasi keskimääräisesti puolet pyydetyistä vastaajista. Tosin lapsimäärästä vastaajien osuus on todellisuudessa huomattavasti pienempi kuin puolet, koska valitsimme ainoastaan esikouluikäiset ja heistä noin puolet. Jos olisimme suorittaneet kyselyn jokaiselle lapselle iästä riippumatta, voisi tulosten luotettavuus heiketä. Vastaajan tunne- ja vireystilan huomioiminen tulee ottaa huomioon, koska se vaikuttaa kysymyksiin vastaamiseen. Tämä tuli havaittua erityisesti haastateltavien lasten kohdalla, sillä heistä havaitsi, kun he olivat levottomia tai tylsistyneitä kyselyyn sekä mahdollisesti osa tahtoi suorittaa kyselyn mahdollisimman nopeasti, jotta pääsisivät takaisin leikkimään. Kysymysten ymmärrettävyydelläkin voi olla vaikutusta lopulliseen lopputulokseen. Kysymykset on voitu ymmärtää väärin, sillä tavalla, mitä me niillä pyrimme hakemaan. Hyvä esimerkki on kysymyksen ”Oletko havainnut häiritsevää melua päiväkodin

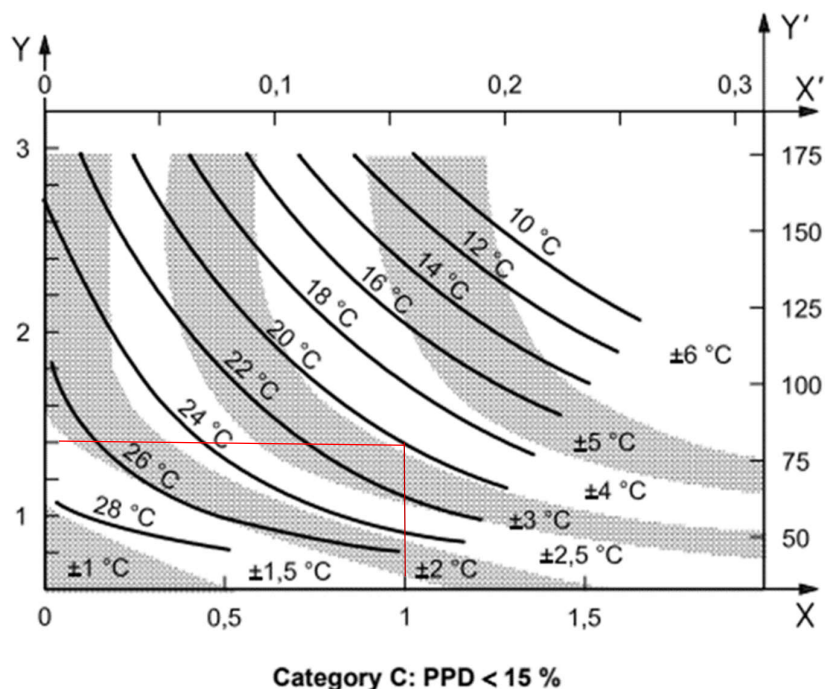


sisätiloissa?” vastauksiin, jossa prosentit olivat melko suuria *Aina* tai *Usein* vastausvaihtoehdoissa. Meidän oli tarkoitus saada tällä kysymyksellä selville, kuuluuko rakennuksessa mahdollisesti ylimääräisiä ääniä esimerkiksi lähtöisin ilmanvaihtokanavista, muista tilan laitteistoista tai seinärakenteiden välillä. Aikuisvastaajista osa mainitsikin sanallisesti, että rakennuksen lapset ovat niitä, jotka tuottavat melua. Osa tilojen käyttäjistä erityisesti Hukanhaudan päiväkodissa mainitsivat sisäilman kuivuudesta. Tuloksista nähdään, että Hukanhaudan luokkahuoneessa ilman suhteellinen kosteus oli vain alle 15 %, kun sisälämpötila oli noin +23 celsiusastetta (Ks. kuvio 10). Ihanteellinen arvo olisi 20–40 %, niin ettei kosteutta ala kertymään materiaaleihin [8, 7]. Luokkahuoneesta mitattu suhteellisen kosteuden alhaisuus johtuu todennäköisesti IMS-säätöpelleistä, koska ilmanvaihto ei toiminut suunnitelmien mukaisesti. Kaiken kaikkiaan kyselyiden vastaukset ovat positiivisia eli uusittuihin kohteisiin ollaan tyytyväisiä.

Hiilidioksidin osalta nykyisiä mitattuja arvoja voidaan pitää hyvänä sisäilman osalta. Hammaslahden ja Hukanhaudan vertailu on ongelmallista sisäilman järjestelmän puutteiden vuoksi (Ks. luku 6.8). Pataluodon lepo huone on tosin hyvä esimerkki mitattua hiilidioksidia ja nykyisiä ilmamääriä ajatellen. Lapset menevät lepo huoneeseen päivällä klo 12 päiväunille ja ovi on mittauksien ajan kiinni, eikä tilassa tapahdu suurempaa toimintaa. Laskettu hiilidioksidin mitoitustilamäärä on 234,6 litraa sekunnissa ja suunniteltu ilmamäärä on 224 litraa sekunnissa ja huoneen mitattu keskiarvo pysyttelee alle 700 ppm:n (Ks. luku 6.2.9). Huoneen voi tämän perusteella luokitella jopa sisäilmaluokka 1:een. Maksimilukemat esimerkiksi tvoc-arvojen osalta saattavat olla suurempia kuin viranomaisten toimintajärjestelmien raja-arvot, voi niitä pitää silti käyttäjälähtöisinä päästöinä niiden lyhyen keston ja toistumattomuuden vuoksi. Tilojen mitatut keskiarvot ovat reilusti viranomaisten määrittämässä rajoissa. Huippuarvot voidaan tulkita käyttäjälähtöisiksi mittavirheiksi sisäilman osalta. Tilojen käyttötarkoituksen mukainen sisäilman mittaus sekä tulosten arviointi on hyvin määritelty suomalaisissa viranomaismääräyksissä. Mittaustulokset onkin mitattu ja arvioitu niiden mukaan.

Lämpötila mittaustulosten mukaan Hammaslahden, Hukanhaudan tai Pataluodon päiväkotien sisäilman lämpötila asumisterveysasetuksen 2015 mukainen toi-

menpideraja 26 °C ei huoneissa ylity. Standardissa ISO 7730 määritellään optimaaliset lämpötilat käyttäjätyytyväisyyttä ajatellen. Lämpötilat jaetaan kolmeen luokkaan A-, B- ja C-luokat. Jokaiselle luokalle on omat tyytyväisyysluokitelmät, joita kuvaa arvo PPD. PPD on lyhenne termistä *predicted percentage dissatisfied*, joka tarkoittaa arvioitua tyytymättömien määrää prosentteina. Luokat on jaettu kesä- ja talvilämpötiloihin. Mitatut arvot sijoittuvat lämmityskaudelle, joten käytämme talvikauden lämpötiloja. Näiden luokitusten mukaan lämpötilat tulisi olla lämmityskaudella A-luokassa 20,0 °C ± 1 °C, B-luokassa 22,0 °C ± 2,5 °C ja C-luokassa 22,0 °C ± 3,5 °C. Tyytyväisyyden arvioinnissa ja mitattujen tulosten perusteella käytetään luokkaa C. Lämpötilat on tarkemmin määritelty standardissa SFS-EN 15251, jossa määritellään päiväkodin operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvoksi 16,5 °C ja enimmäislämpötilaksi 26 °C. [26; 28; 29.]



Kuva 6. ISO 7730 Tyytyväisyysluokitelmä. [29.]

Ympäristöministeriön määrittämän päiväkotien met -arvon 1,4 ja standardin 7730 määrittelemän talviarvon clo 1,0 mukaan lämpötilalle 23,5 °C saadaan arvioitu tyytymättömien määräksi < 15 %. Pataluodon kaikkien mitattujen huoneiden keskiarvo oli 23,5 °C, Hammaslahden 24 °C ja Hukanhaudan 23,5 °C. Tämän perusteella voidaan arvioida, että lämpötilaan tyytymättömiä tiloissa on keskimäärin noin < 15 %. [28, 15.] Mittaustuloksia tukee myös sisäilmakysely,

josta selviää, että sisäilma koettiin liian kuumaksi usein tai aina 14 prosenttia vastaajista. Kylmyyden suhteen vastattiin melko samalla kuin kuumuuteen. Vastaajista 8 %:lla oli kylmä usein.

## 7 Pohdinta

Mittaamalla kaikki päiväkodit sekä ulkoilman arvot samanaikaisesti päästäisiin parhaaseen tulokseen vertailun kannalta. Loppupäätelmä saaduista tuloksista mittausten suhteen olivat, että mitattavat arvot pysyivät sallituissa rajoissa. Hiilidioksidiarvot ylittivät vain hetkellisesti sisäilmastoluokan-S2 raja-arvot. Yhdistelmämittarilla GrayWolf IAQ mitattiin huoneilmasta lämpötilaa, ilman suhteellista kosteutta, hiilidioksidi-, hiilimonoksidi- ja tvoc-arvoja. Ilmamäärien mittauksessa käytettiin ilmamäärämittaria Swema 3000, jolla todettiin ilmanvaihtojärjestelmän puutteellisuus Hammaslahden ja Hukanhaudan päiväkodissa. Syynä oli kohteiden IMS-säätöpeltien automaatio-ohjauksen vika joissakin tiloissa, jolloin pääte-laitteelta ei tullut tarvittava määrä ilmaa. Vertailun vuoksi käytimme laskukaavaa, jolla mitoitetaan ilmamäärä hiilidioksidikuormituksen perusteella huonetilaan. Arvo saatiin GrayWolf mittarin avulla, joka mittasi hiilidioksidipitoisuuksia vuoro-kauden ajan yhdessä huoneessa kerrallaan. Lasketut ilmamäärät olivat suurempia tiloissa, jotka ovat vähäisellä käytöllä ja samat tiloissa, jotka ovat käytössä. Mittaustulosten perusteella, myös vähäisellä käytöllä olevat tilat eivät aiheuta kuormituksen aikana sisäilmaongelmia rakenteista riippumatta.

Yhtenä tärkeimpänä tutkittavana kohteena oli haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (tvoc-arvojen) mittaaminen, koska kohteet ovat uusia. Tvoc-arvot pysyttelivät keskimäärin 200 mikrogrammassa kuutiossa. Mitatut huippulukemat esiintyivät vain kerran mittausjakson aikana, jolloin voidaan arvioida, että huippuarvot olivat käyttäjälähtöisiä. Kuvioista 5–8 nähdään Tvoc-arvojen graafiset esitykset. Huoneiden yhteenlasketut keskiarvot olivat Hammaslahden puurakenteisessa päiväkodissa 178 mikrogrammaa kuutiossa, Hukanhaudan clt-rakenteisessa päiväkodissa 211 mikrogrammaa kuutiossa ja Pataluodon betonirakenteisessa

päiväkodissa 233 mikrogrammaa kuutiossa. Näiden mittausten perusteella päiväkotien tvoc-arvoissa on eroavaisuutta. Mitattua 50 mikrogrammaa kuutiossa voidaan pitää kuitenkin todella pienenä määränä päiväkotien välillä. Pataluodon päiväkotia on vuoden vanhempi kuin Hammaslahden tai Hukanhaudan ja tulos johtuukin mahdollisesti sen betonirakenteesta.

Päiväkodeista mitatut arvot ja kyselyn tulokset korreloivat keskenään. Kyselyyn vastanneet reagoivat muun muassa korkean lämpötilan. Arvot liikkuvat vuorokauden aikana +22 - +26 celsiusasteessa, jonka osa kokee liian kuumaksi. Lämpötila pysyy kuitenkin sallituissa arvoissa. Lämpötilat eivät eronneet päiväkotien välillä juurikaan, joten rakennusteknisillä eroilla ei ole väliä näissä olosuhteissa.

Kehitysideana voidaan miettiä tarpeenmukaisen ilmanvaihdon hyötyjä päiväkodeihin. Tarpeenmukaisella ilmanvaihdolla tarkoitetaan sitä, että ilmanvaihtoa säädetään sen käytön, mittausarvojen sekä siitä syntyvien päästöjen mukaan. Tämän puolesta puhuu se, että tilat ovat pitkiä aikoja käyttämättä, eikä ilmanvaihdon virheellisellä säädöllä saatu mitattua haitallisia arvoja tiloista. Jatkuva mitoitusarvojen mukainen ilmavirta ei ole tarpeellista. Mitattujen arvojen puolesta sisälämpötilan laskeminen on mahdollista. Lämpötilan laskulla voidaan saavuttaa säästöä energiakustannuksissa. Optimaalinen lämpötila riippuu kuitenkin henkilöstä, eikä täyteen tyytyväisyyteen päästä ikinä. Tämän opinnäytetyön perusteella kohteiden sisäilma on laadukas ja terveellinen.

## Lähteet

1. Ympäristöministeriö. 2018. Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet. Finvac ry. Helsinki. 30.11.2017. 30 s.
2. Hengitysliitto. 2018. Hiilimonoksidi eli häkä. <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiatsisailmaongelmat/kaasumaiset-epapuh-taudet/hiilimonoksidi-eli-haka>. 23.10.2018.
3. Työterveyslaitos. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa. Helsinki. 2018.
4. Kemialliset epäpuhtaudet. Sisäilmayhdistys ry. Helsinki. 2008. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Kemialliset-epapuh-taudet>. 14.11.2018.
5. Suomen Säädökokoelma. 1009/2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmaston ja ilmanvaihdosta. Helsinki. 2017. 16 s.
6. Standardi BS EN ISO 7730
7. 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsinki. 2015. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>. 31.10.2018.
8. Rakennustietosäätiö. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Grano/Rakennustieto Oy. 2018. 24 s.
9. Työterveyslaitos. OVA-ohje:Hiilidioksidi. Helsinki. 2017. <http://www.ttl.fi/ova/hiilidioksidi.html>. 4.12.2018.
10. Rakennustietosäätiö. Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustieto Oy. 2008. 22 s.
11. D2 Hanke. Opas ilmanvaihdon mitoitukseen muissa kuin asuinrakennuksissa. Finvac ry. Helsinki. 2017. 24 s.
12. Sandberg, Esa. Sisäilmasto ja ilmastointijärjestelmät. Ilmastointitekniikka osa 1. Talotekniikka-Julkaisut Oy. Tampere. 2014. 415 s. ISBN 978-952-99770-6-2.
13. Ilmatieteenlaitos. Sääsuureiden keskimääräiset arvot kuukausittain vyöhykkeellä 3. <https://ilmatieteenlaitos.fi/energialaskennan-testivuodet-nyky>. 2.11.2018.
14. Seppänen, Olli & Seppänen, Matti. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Sisäilmastoyhdistys. Porvoo. 2010. 279 s.
15. RT-kortti 07-11300. Aurinkosuojaus.
16. 796/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä. Helsinki. 2018. 2 s.
17. Ympäristöministeriö. 2017. Tilan ulkoilmavirran mitoitus hiilidioksidikuorituksen perusteella. Loppuraportti. Optiplan oy. Helsinki. 31.10.2017. 13 s.
18. Peder Wolkoff. The science of the total environment 227. How to measure and evaluate volatile organic compound emissions from building products. A perspective. Kööpenhamina. 1999.
19. Timo Ronkainen. Kosteuslisä-opetusmateriaali. Karelia-amk.

20. Graywolf sensing solutions. 2016. Brochure. 4 s. <https://graywolfsensing.com/wp-content/appnotes/Validating-Low-Cost-IAQ-Sensors-with-High-Quality-Instrumentation-4PG-PR.pdf>. 23.10.2018
21. Manual for Swema 3000. Versio 16.09 5.31. SWEMA AB. SE-123 56 FARSTA. 2001. 37 s. [https://www.swema.com/Prod\\_docs/Swema%203000%20manual%205.31\\_eng.pdf](https://www.swema.com/Prod_docs/Swema%203000%20manual%205.31_eng.pdf). 6.11.2018.
22. Fläktgroupin. Ilmavirtojen mitoitus- ja säätöopas. 2016. 128 s. <http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=499f84d7-c4f2-421e-9b44-741b6332af09>. 31.10.2018.
23. Fläktgroupin. Uudet tasauslaatikot ATTD ja ATTS. 2017. 2 s. <http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=c3132a19-146a-4189-9ad5-ab36851b7da5>. 31.10.2018.
24. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus. http-arvot 2018: Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet. Helsinki 2018. LIITE 5.
25. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskus. Asumisterveysasetus 2015. Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsinki. 2015. 3 s.
26. Ympäristöministeriö. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Helsinki. 2016.
27. Valvira. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje: Osa 3 Asumisterveysasetus § 14-19. Helsinki. 2016.
28. ISO 7730:2005. Lämpöolojen ergonomia. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki.2005.
29. EN 15251:2007. Sisäympäristön lähtötiedot rakennusten energiatehokkuuden suunnitteluun ja arviointiin ottaen huomioon ilman laatu, lämpö-olot, valaistus ja äänitekniset ominaisuudet. Suomen standardisoimisliitto SFS ry. Helsinki. 2007.

## Kyselylomake

## Kyselylomake

## VERTAILEVA SISÄILMATUTKIMUS HAMMASLAHDEN, PATALUODON JA HUKANHAUDAN PÄIVÄKOTEIHIN.

Kyselyllä selvitetään rakennusta käyttävien henkilöiden kokemusta päiväkodin sisäympäristön laadusta ja rakennuksessa oleskelevien oireilua, sekä tuotetaan vertailuaineistoa Hukanhaudan, Pataluodon ja Hammaslahden päiväkotien välillä.

Kysely on merkittävä osa opinnäytetyötä, jonka tekijät ovat Kristiina Sorsa ja Riku Pajander.

Tämä kysely on osoitettu päiväkodin käyttäjille (henkilökunnalle ja lapsille). Kysely toteutetaan jokaisessa päiväkodissa erikseen. Rastita yksi sopiva vastausvaihtoehto. Kysymyksien alle on jätetty tilaa vastata omin sanoin.

1) Onko sinulla sairauksia, joiden takia sisäilman laatu on tärkeää kohdallasi (esim. astma)?
<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> En osaa sanoa
2) Oletko huomannut eroa sisäilman laadussa, kun olet kotona tai päiväkodissa?
<input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei <input type="checkbox"/> En osaa sanoa
3) Onko päiväkodin sisätiloissa liian kuuma?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:
4) Onko päiväkodin sisätiloissa liian kylmä?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:

## Kyselylomake

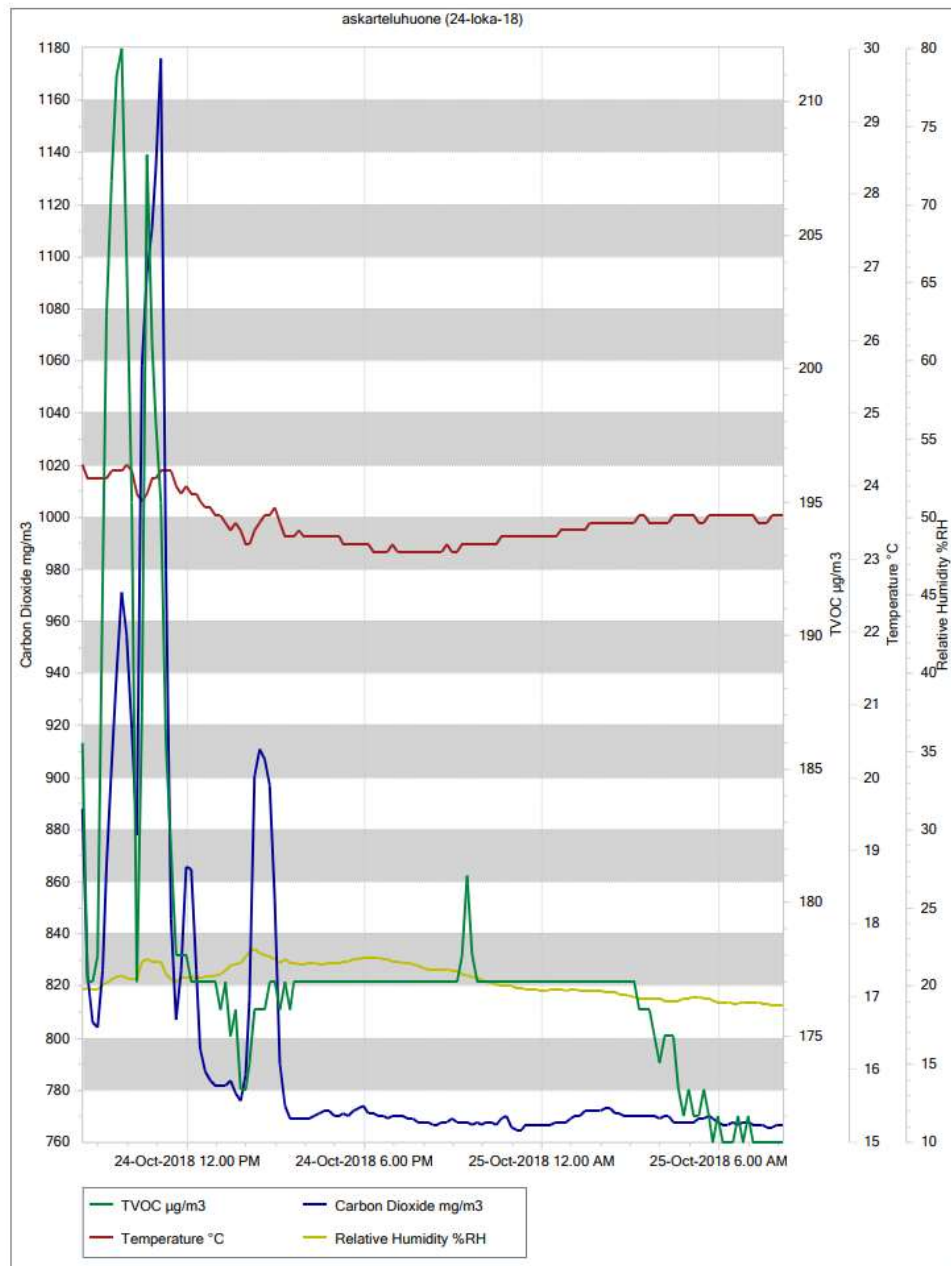
5) Onko päiväkodin sisäilma raikas?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:
6) Onko päiväkodin sisäilma tunkkainen?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:
7) Onko päiväkodissa pölyistä tai likaista?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:
8) Oletko havainnut vetoisuuden tunteen päiväkodin sisätiloissa?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:
9) Oletko havainnut häiritsevää melua päiväkodin sisätiloissa? (esim. IV-kanavat)
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:



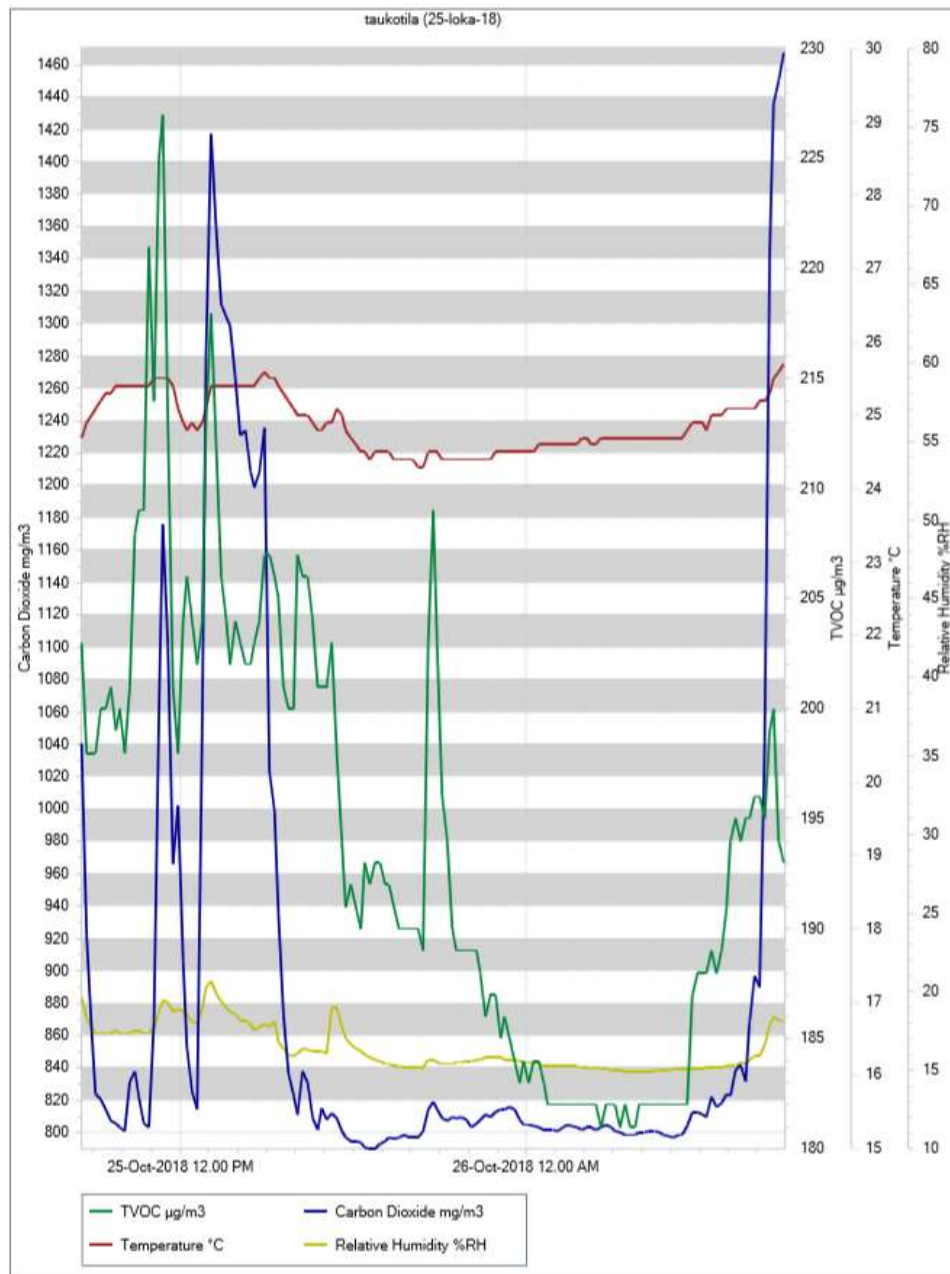
## Kyselylomake

10) Oletko havainnut epämiellyttävää hajua päiväkodin sisätiloissa?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:
11) Oletko sairaana tai flunssassa?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:
12) Kutiseeko tai punoittaako ihosi?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:
13) Onko sinulla nenän tukkoisuutta?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:
14) Oletko väsynyt?
<input type="checkbox"/> Aina <input type="checkbox"/> Usein <input type="checkbox"/> Harvoin <input type="checkbox"/> Ei koskaan <input type="checkbox"/> Ei mikään yllä mainituista Kerro omin sanoin:

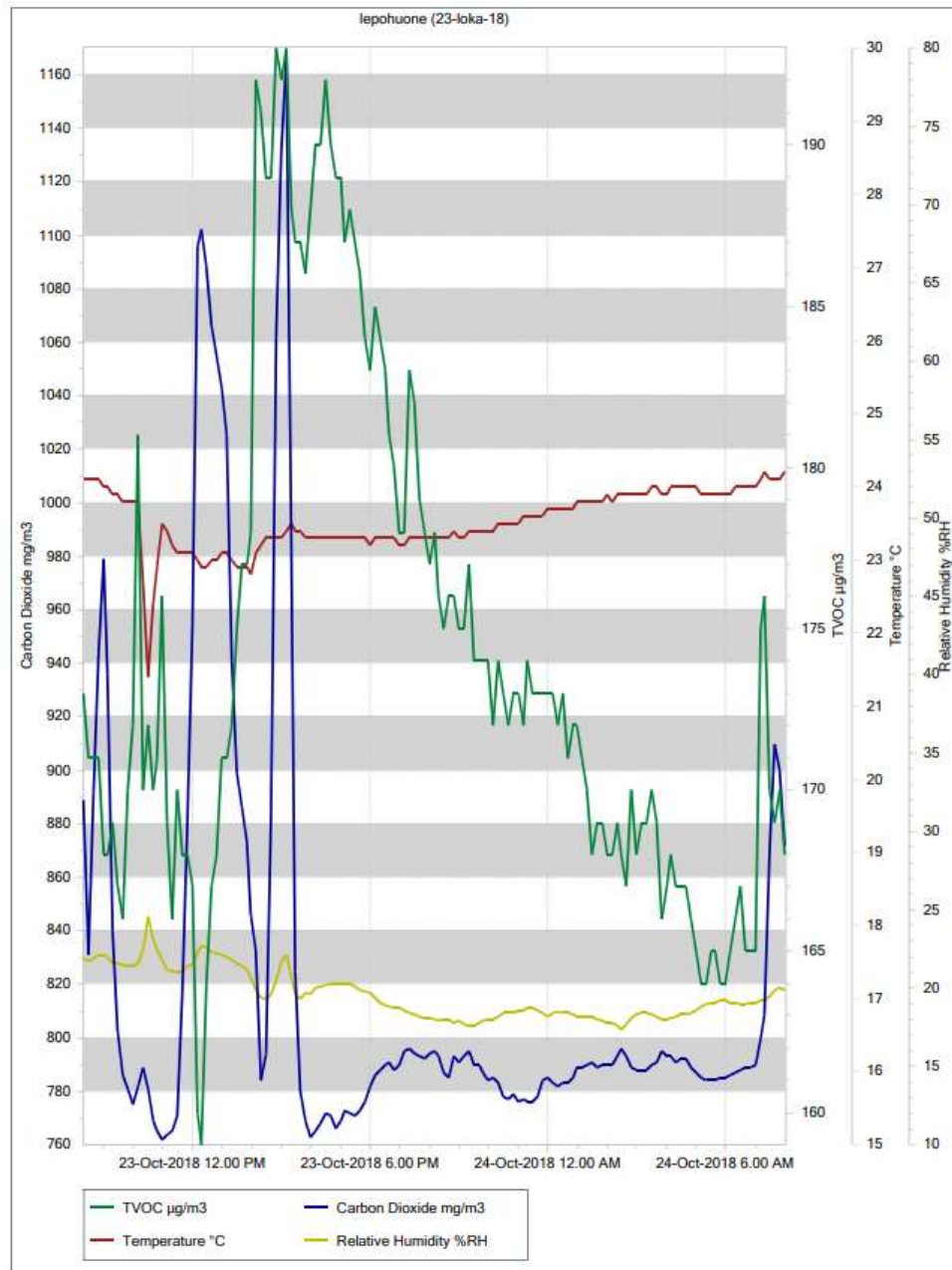
Hammasslahden askarteluhuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)



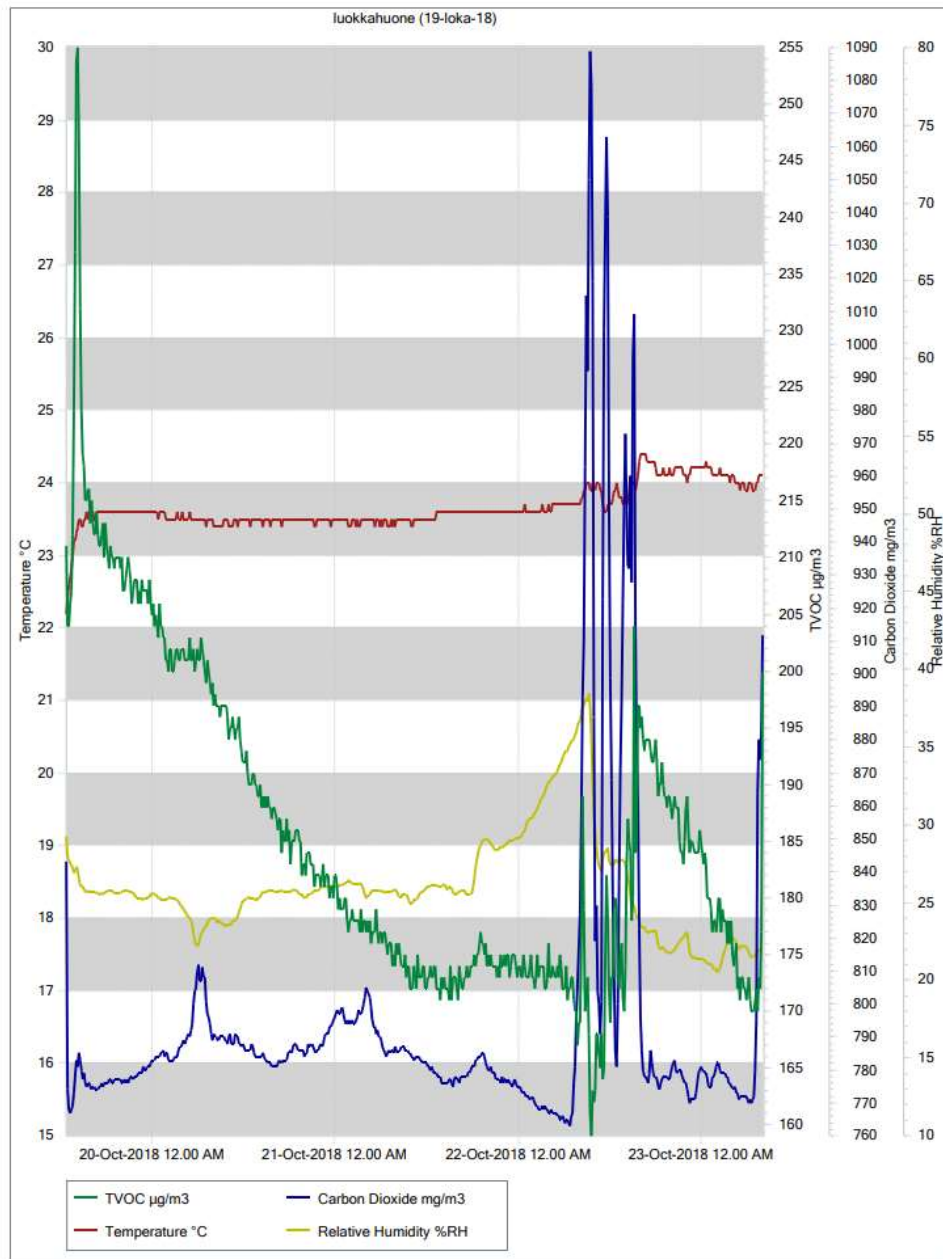
Hammastahden taukotila (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)



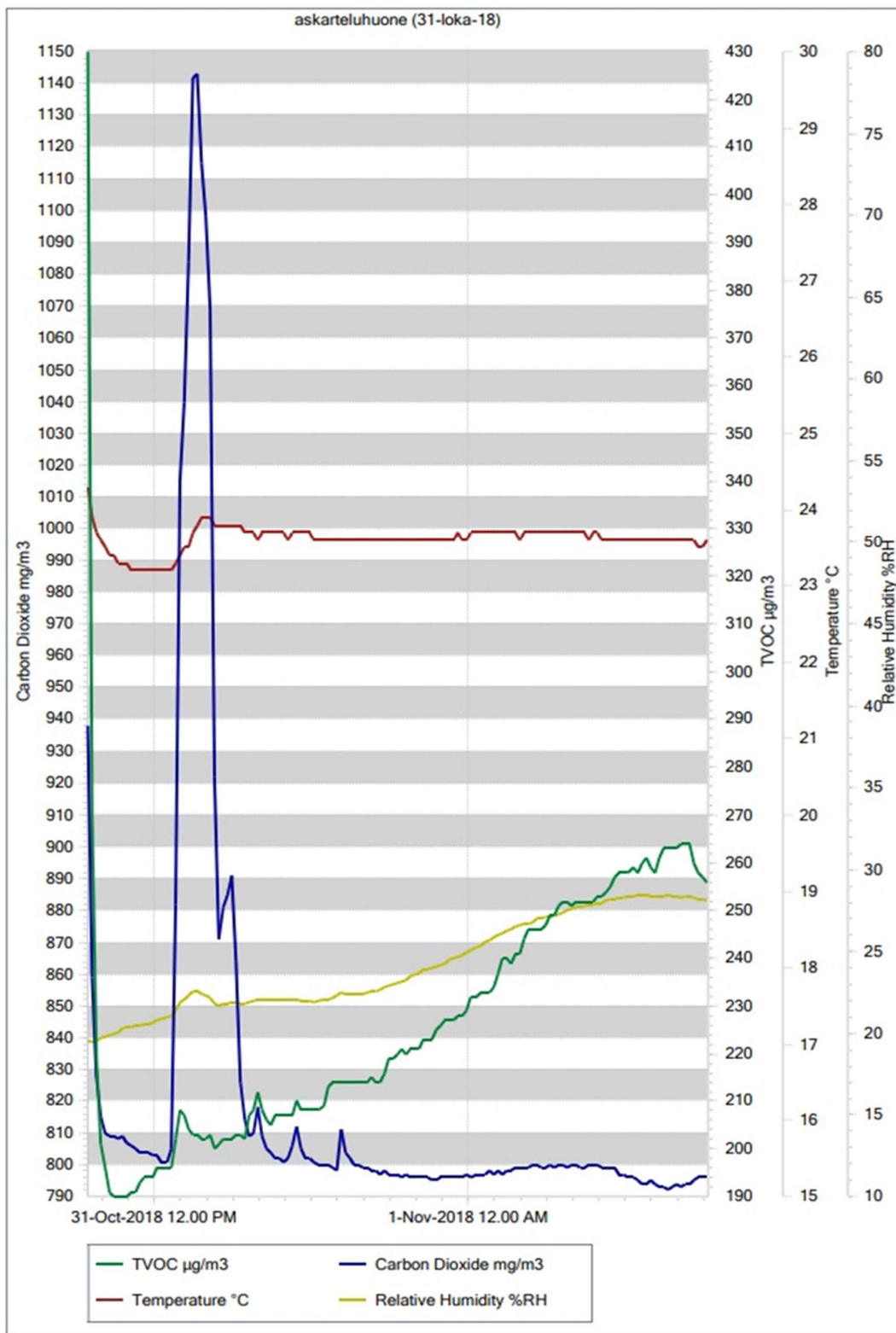
Hammastahden lepohuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)



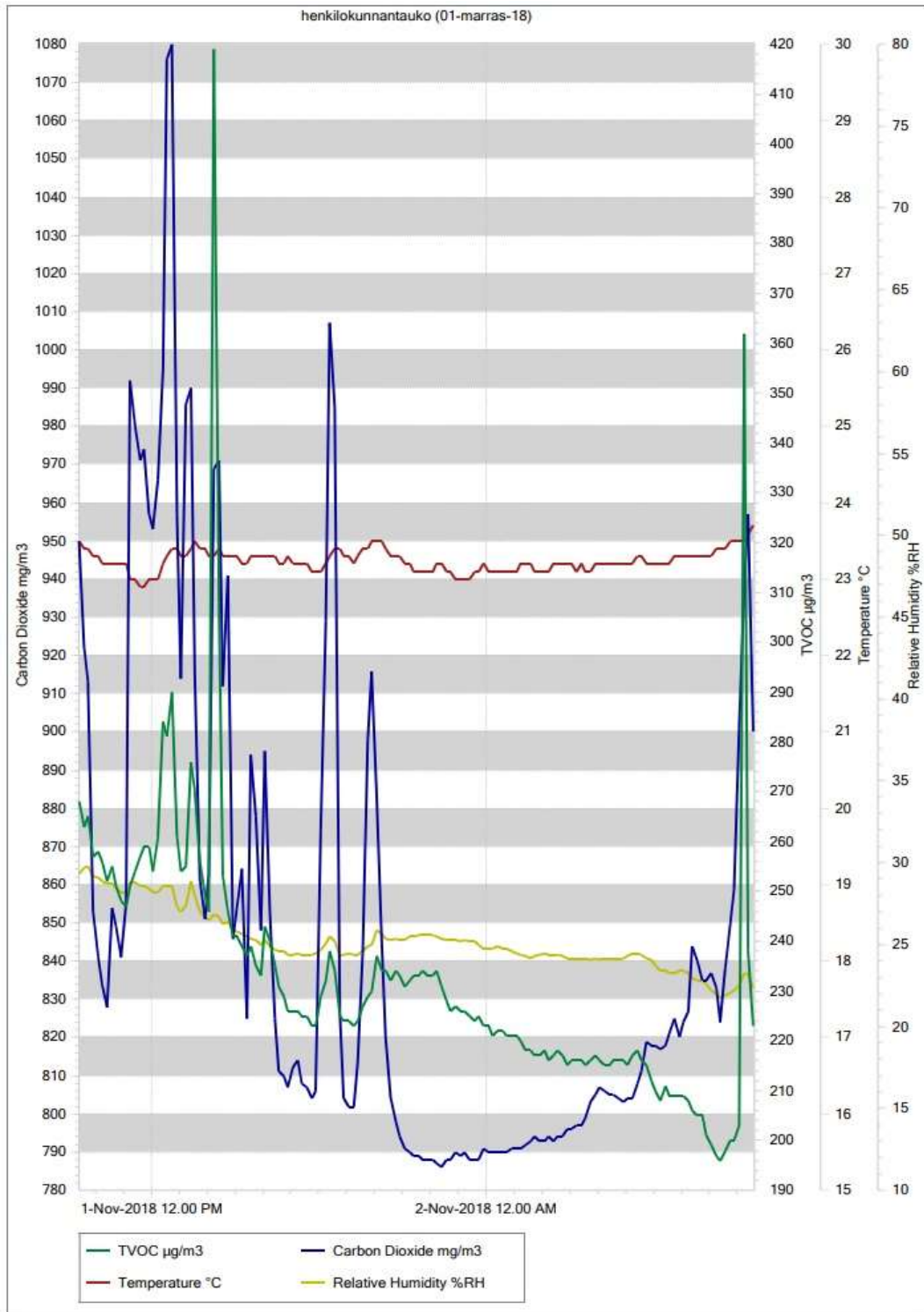
Hammasslahden luokkahuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)



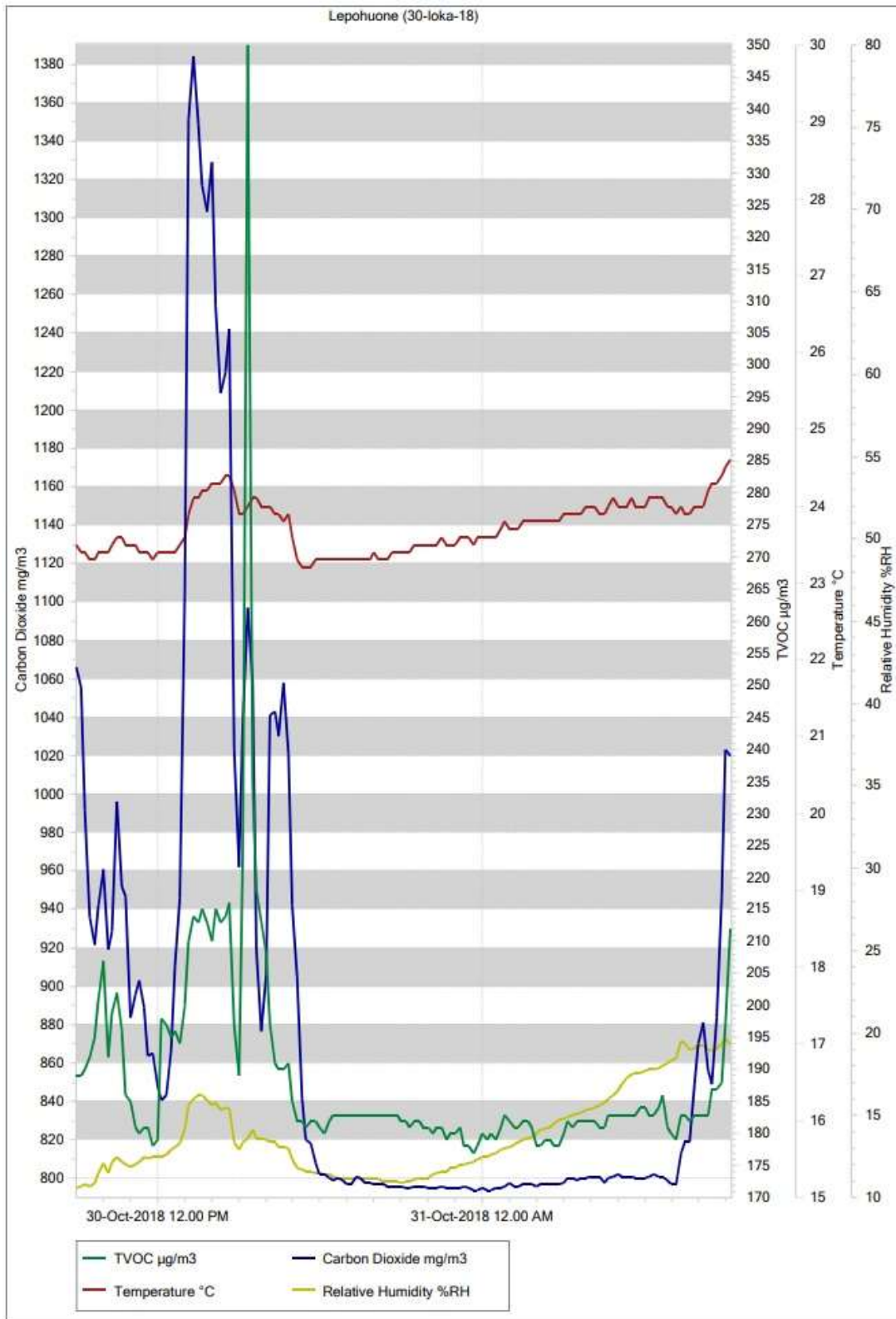
Hukanhaudan askarteluhuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)



Hukanhaudan taukotila (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)

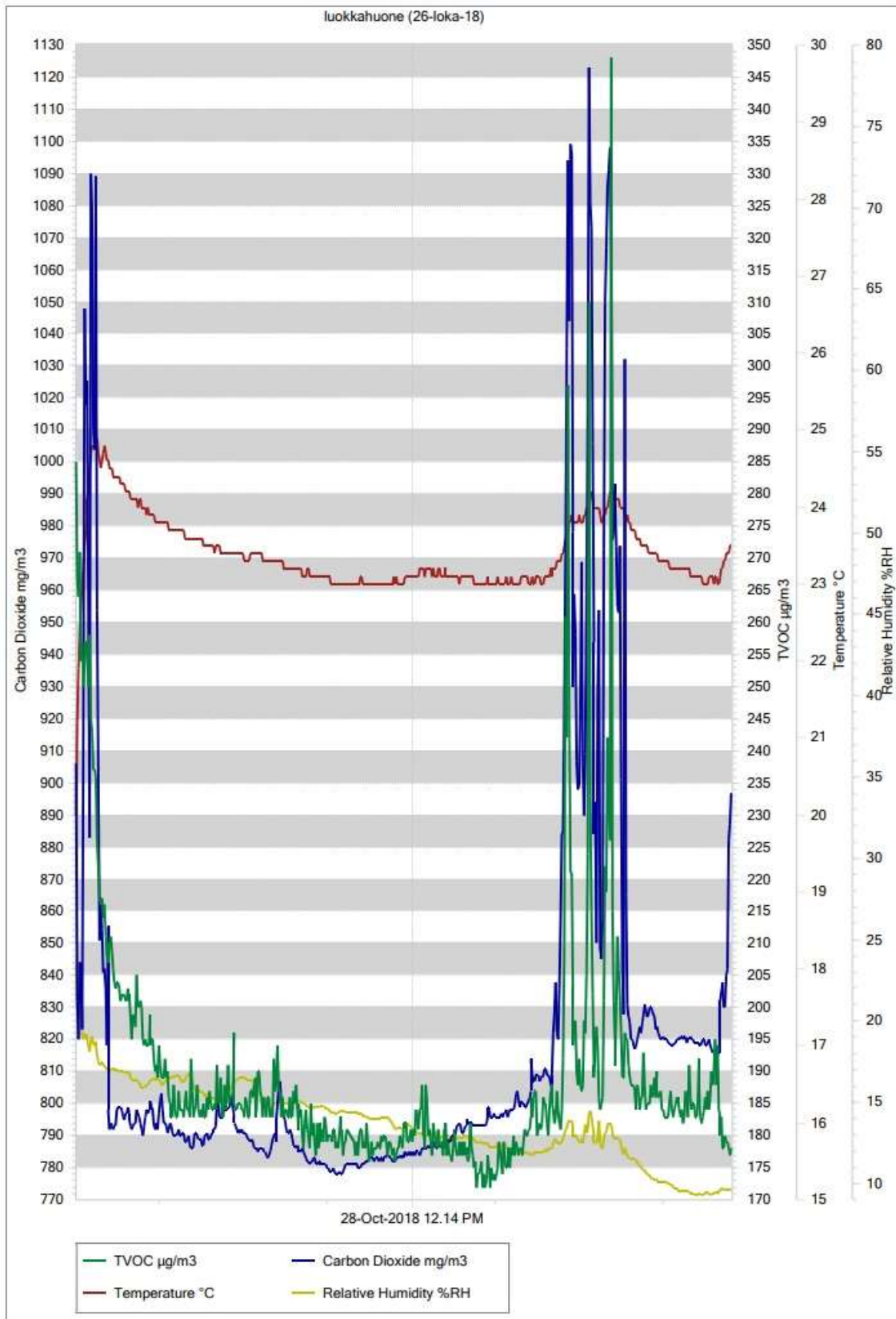


Hukanhaudan lepohuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)

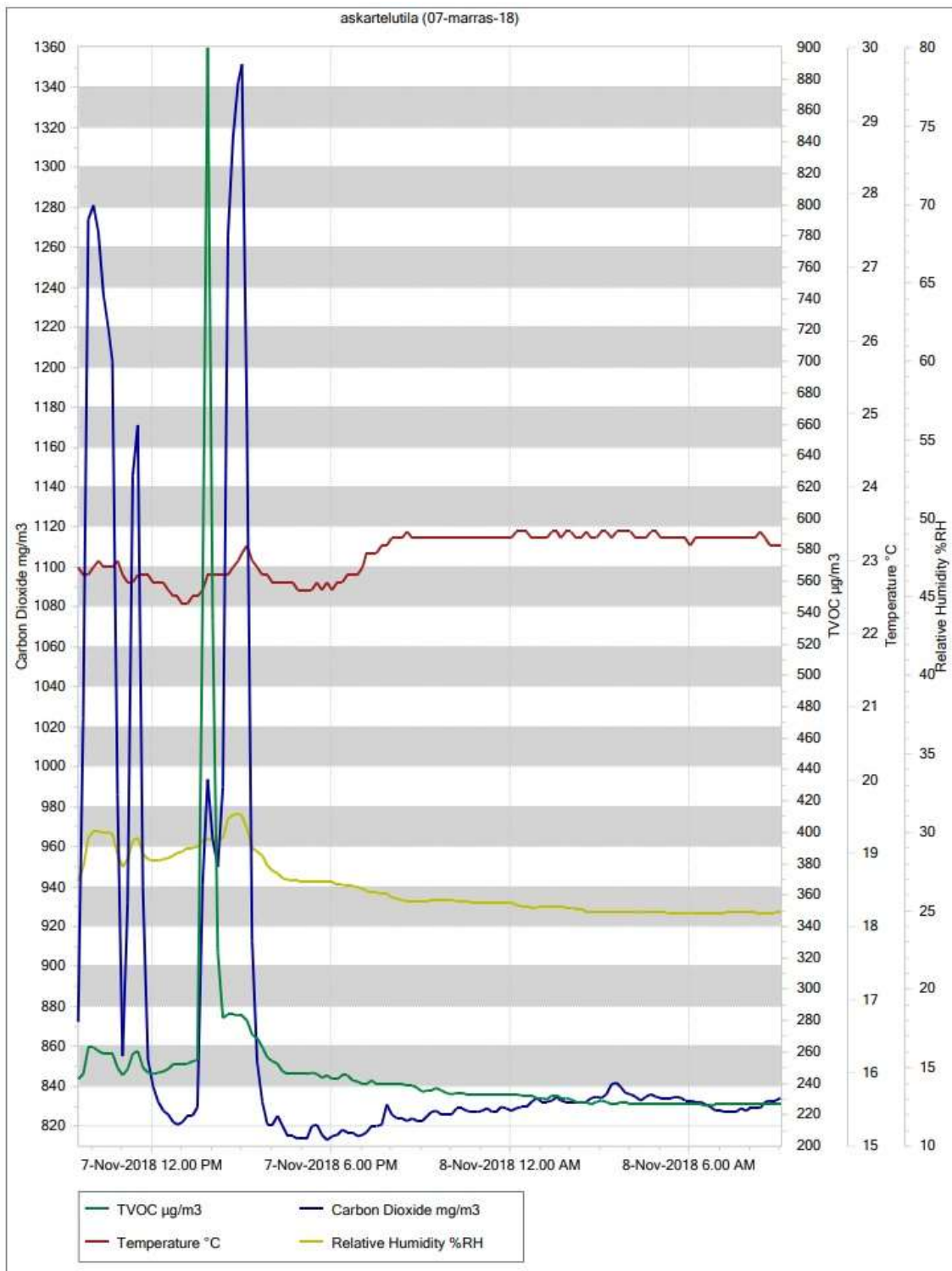




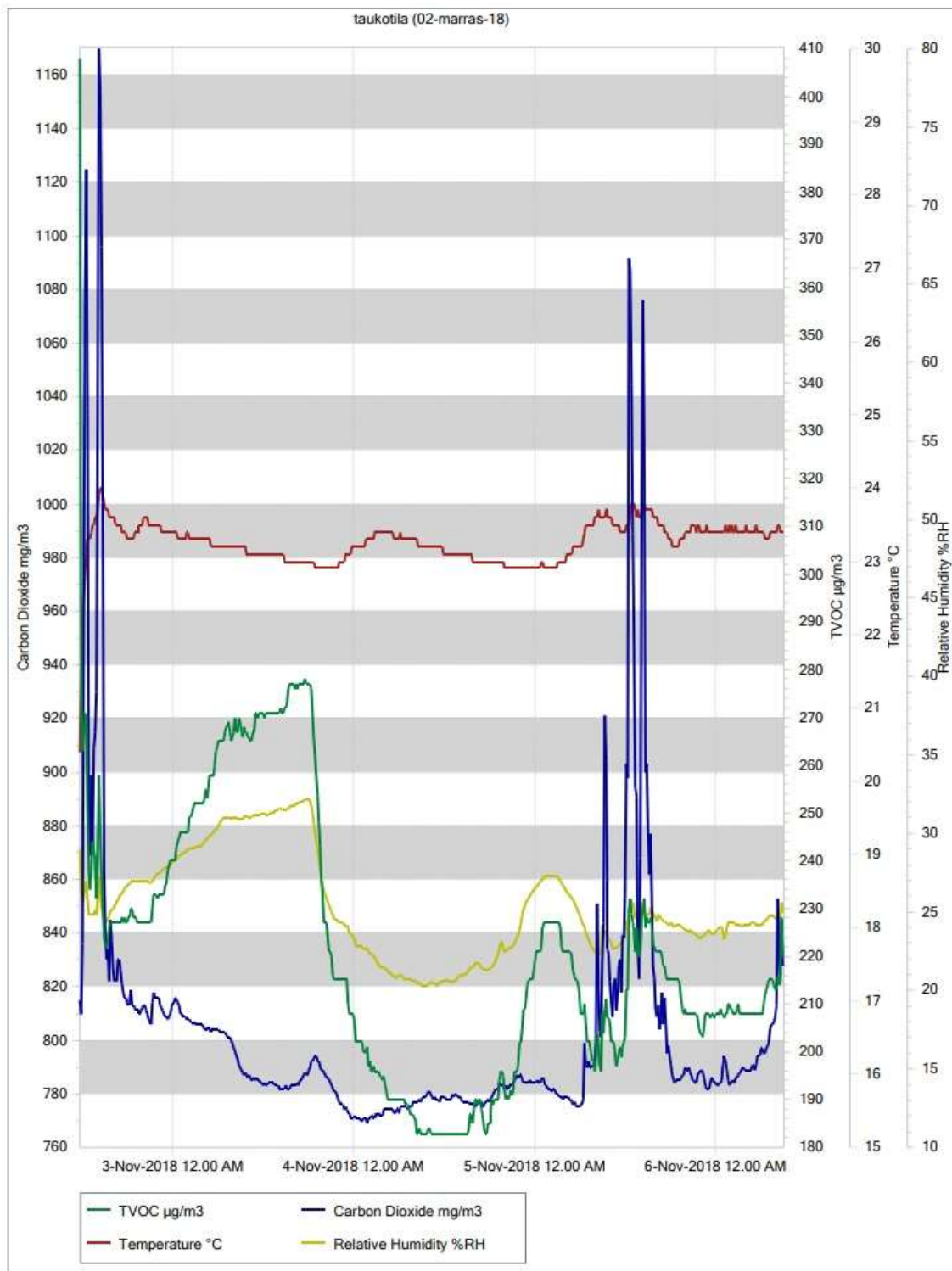
Hukanhaudan luokkahuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)



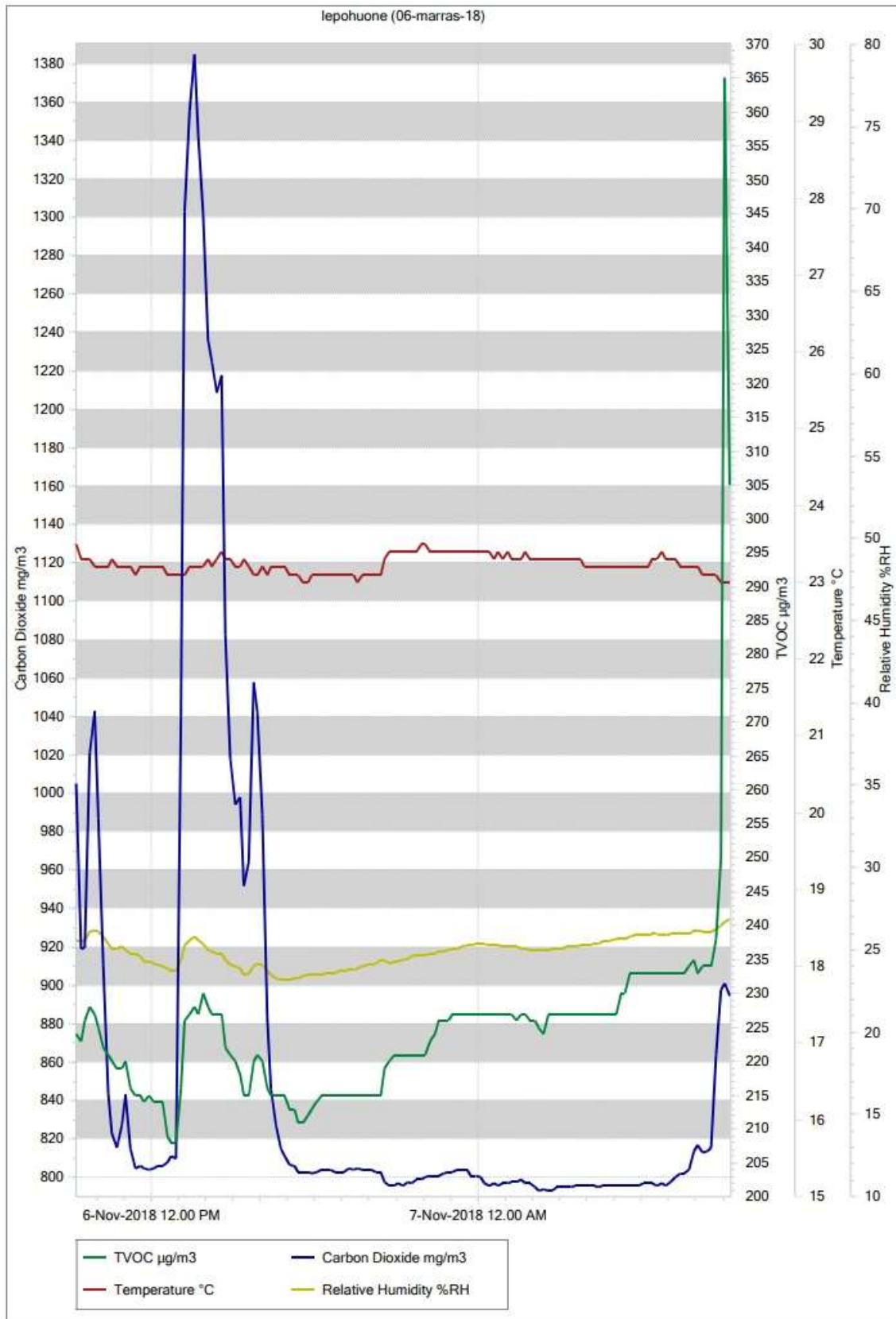
Pataluodon askarteluhuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)



## Pataluodon taukotila (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)



Pataluodon lepohuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)



Pataluodon luokkahuone (tvoc, hiilidioksidi, lämpötila ja suhteellinen kosteus)

