

Mikko Piippo

PÄIVÄKOTIEN JA  
RYHMÄPERHEPÄIVÄKOTIEN  
SISÄILMAN LAATU

Kartoitus Itä-Savon sairaanhoitopiirin  
kuntayhtymän toiminta-alueella

Opinnäytetyö  
Ympäristötekniologia


Toukokuu 2010




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  		
<b>Tekijä(t)</b> Mikko Piippo	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Ympäristötekniologia		
<b>Nimeke</b> Päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien sisäilman laatu – Kartoitus Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymän toiminta-alueella			
<b>Tiivistelmä</b> <p>Ihmiset viettävät valtaosan ajastaan sisätiloissa. Hyvä sisäilman laatu on tärkeä ihmisen terveyden ja viihtyvyyden kannalta. Viime vuosina rakennusten sisäilmaongelmiin on alettu kiinnittää enemmän huomiota.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä kartoitettiin Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymän ympäristöterveyshuollon alueella toimivien päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien sisäilman laatua. Opinnäytetyön tilaaja oli Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymän ympäristöterveyshuolto. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää alueen päivähoitopaikkojen sisäilman laatua. Toisena tutkimuksellisenä tavoitteena oli selvittää sisäilman mittaustulosten sekä työntekijöiden kokemusten välisiä riippuvaisuuksia.</p> <p>Kartoituksessa käytettiin mittausten menetelminä ilman mikrobimittausta sekä hiilidioksidipitoisuuden-, lämpötilan- ja suhteellisen ilmankosteuden mittaamista. Mittausten lisäksi kartoitus sisälsi kyselytutkimuksen päivähoitopaikkojen työntekijöille. Kyselytutkimuksessa selvitettiin työntekijöiden kokemuksia työympäristöstä sekä työpaikkaan liittyvistä terveydellisistä oireista.</p> <p>Kartoituksen perusteella suurimmaksi ongelmaksi paljastui riittämätön ilmanvaihto, joka ilmeni niin mittaustuloksista kuin kyselytutkimuksestakin. Pahimpia ongelmat olivat ryhmäperhepäiväkodeissa. Mittaustulosten ja työntekijöiden kokemusten välillä havaittiin myös pientä riippuvuutta.</p>			
<b>Asiasanat (avainsanat)</b> sisäilma, ilmanvaihto, päiväkodit, mikrobit, hiilidioksidi, kyselytutkimus			
<b>Sivumäärä</b> 52 s. + 59 s.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>Kieli</b> Suomi</td> <td style="width: 33%;"><b>URN</b></td> </tr> </table>	<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>
<b>Kieli</b> Suomi	<b>URN</b>		
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>  			
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b> Martti Pouru	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b> Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä		

## DESCRIPTION

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences		<b>Date of the bachelor's thesis</b>	
<b>Author(s)</b> Mikko Piippo		<b>Degree programme and option</b> Environmental Engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b> Indoor air quality in day-care and group day-care centers – research in the area of Itä-Savo healthcare district			
<b>Abstract</b> <p>Nowadays people spend most of their time indoors. The good quality of indoor air is important for the sake of our mental and physical well-being. Lately people have started to draw attention to the indoor air quality problems.</p> <p>In this bachelor's thesis indoor air quality at day-care and group day-care centers at the Itä-Savo healthcare district was investigated. This study was carried for the environmental and healthcare supervision department of Itä-Savo healthcare district. The main purpose of this study was to investigate indoor air quality at the day-care centers of the region. The second purpose of this study was to analyze the correlation between the measured results and the experiences of the employees.</p> <p>Microbe measuring, carbon dioxide concentration, temperature and relative humidity were used as measuring methods in this survey. The work also included a questionnaire study for the employees of the day-care centers. The study included questions about working environment and symptoms caused by bad indoor air quality.</p> <p>As a conclusion of this work the worst problem at the day-care centers was insufficiency of ventilation. This result was found from both the measuring results and the questionnaire study. The situation was worst at the group day-care centers. It was made apparent that there was small interrelationship between the measured results and the experiences of the employees.</p>			
<b>Subject headings, (keywords)</b> indoor air, ventilation, day care, microbes, carbon dioxide, questionnaire study			
<b>Pages</b> 52 + 59	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>	
<b>Remarks, notes on appendices</b>			
<b>Tutor</b> Martti Pouru		<b>Bachelor's thesis assigned by</b> Itä-Savo healthcare district	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	1
2	SISÄILMA.....	3
2.1	Puhtaan sisäilman merkitys.....	3
2.2	Ilmanvaihto ja sen merkitys.....	3
2.3	Terveyshaitat.....	4
2.3.1	Lämpötila.....	4
2.3.2	Kosteus.....	6
2.3.3	Mikrobit.....	6
2.3.4	Kemialliset aineet.....	8
2.3.5	Melu.....	12
2.4	Terveyshaittojen havaitseminen ja mittaus.....	13
2.5	Sisäilma päiväkodeissa.....	14
3	TUTKIMUSKOHTEET.....	14
3.1	Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä.....	15
3.2	Tutkimuskohteiden valinta.....	15
3.3	Mukana olevat tutkimuskohteet.....	15
4	TUTKIMUSMENETELMÄT.....	16
4.1	Kuusivaihdeimpaktori (nk. Andersenin keräin).....	16
4.2	Lämpötilan, hiilidioksidin ja suhteellisen kosteuden mittaaminen.....	17
4.3	Kyselytutkimus.....	18
5	TUTKIMUSTEN TOTEUTUS.....	19
5.1	Mikrobimittaus.....	19
5.2	Lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidimittaus.....	20
5.3	Kyselytutkimus.....	21
6	KARTOITUKSEN TULOKSET.....	22
6.1	Mikrobimittausten tulokset.....	22
6.2	Lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidimittausten tulokset.....	25
6.3	Kyselytutkimuksen tulokset.....	27
6.3.1	Kyselyyn vastanneet.....	27
6.3.2	Työympäristö.....	29
6.3.3	Oireet.....	40

7	TULOSTEN ANALYSOINTI .....	41
7.1	Sisäilmanlaatu ja viihtyisyys kartoituskohteissa.....	41
7.2	Kyselytutkimuksen ja mittaustulosten välinen riippuvuus .....	42
8	JOHTOPÄÄTELMÄT .....	47
	LÄHTEET .....	50

## 1 JOHDANTO

Suomessa säännöllisessä kokopäivähoidossa käy vuosittain lähes 100 000 lasta ja osapäivähoidossa lähes 25 000 lasta [1]. Lisäksi päiväkodeissa ja ryhmäperhepäiväkodeissa työskentelee suuri määrä lastentarhanopettajia, lastenhoitajia, laitosapulaisia, siivoojia, keittiöhenkilökuntaa sekä henkilökohtaisia avustajia. Näistä syistä päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien ympäristö tulee olla turvallinen, viihtyisä, virikkeellinen ja puhdas. Sisäilman laadulla on suurin yksittäinen merkitys ympäristön viihtyisyyteen, sillä sekä lapset että aikuiset työntekijät viettävät valtaosan ajastaan sisätiloissa.

”Arvioiden mukaan 600 000 – 800 000 suomalaista altistuu päivittäin kosteus- ja homevaurioille kodeissa, työpaikoilla tai muissa julkisissa rakennuksissa. Välitön kosteus- ja homevaurioiden korjaustarve on noin 250 000 pientalossa, 8000 asuinkerrostalossa, 1300 koulussa sekä 1200 hoitoalan rakennuksessa. Huonon sisäilman aiheuttamien kustannusten on arvioitu olevan jopa 3 miljardia euroa vuodessa.” Näin toteaa valtioneuvosto tuoreessa tiedotteessaan. [2.]

Suomessa on paljon julkisia rakennuksia, jotka vaatisivat pikaista saneerausta. Sisäilmaongelmia ja kosteusvaurioita on myös monessa koulussa ja päiväkodissa. Kunnat painivat talousahdingossa, joten määrärahat ovat tiukassa. Tästä johtuen saneeraukset ja kunnostustyöt tulee kohdentaa tarkkaan ja harkitusti oikeisiin kohteisiin. Tilanteen kartoittaminen ja saadut tiedot auttavat päättäjiä myös arvioimaan tarvittavien toimien laajuutta ja määrärahoja.

Valtioneuvosto aloitti vuonna 2009 valtakunnallisen homeohjelman nimeltään kosteus- ja hometalkoot. Talkoiden on määrä jatkaa vuoteen 2013 saakka. Ohjelman tavoitteena on varmistaa korjausrakentamisen laatu kosteusvaurioita ja sisäilmaa silmälläpitäen. Toimenpideohjelma tukee varsinaisten korjauskohteiden lisäksi myös homeosaamisen lisäämistä yrityksissä sekä kosteus- ja homeongelmien arviointimenetelmien kehittämistä. Tavoitteiden saavuttamiseksi on myös varattu resursseja, sillä jo vuonna 2009 aikana korjausrahoja jaettiin kassasta 19 miljoonaa euroa. Valtionavustuksien jakaminen jatkuu vuoteen 2012 asti. [3.]

Tämän opinnäytetyön tilaaja oli Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymän ympäristöterveydenhuolto. Tilaajan tavoitteena oli kartoittaa oman toiminta-alueensa päivähoitotilojen sisäilmanlaatua sekä viihtyvyyttä. Kartoituksessa oli tavoitteena kerätä päiväkotirakennuksista mittaustuloksia, joiden voidaan olettaa indikoivan sisäilman puhtautta ja laatua. Kartoituksen haluttiin olevan laajuudeltaan riittävä, jotta saataisiin mahdollisimman laaja kuva tämänhetkisestä tilanteesta. Kartoituskohteiden määrän vuoksi mittausten ja selvitysten tuli olla helposti sekä taloudellisesti toteutettavissa.

Toinen tämän opinnäytetyön keskeisimmistä tavoitteista oli selvittää mittaustulosten ja kyselytutkimuksen tulosten riippuvuutta toisistaan. Kyselytutkimuksessa esiin nousevia ongelmia voidaan tutkailla mittauksissa selvitettyjen tulosten valossa. Mahdollisten korrelaatioiden löytäminen saattaa selkeyttää käsityksiä sisäilmaongelmien kokemisesta sekä niiden aiheuttamista oireista.

Sisäilman laatu ja sen parantaminen on siis lähitulevaisuuden suurimpia kysymyksiä, jonka toteutumiseen tarvitaan runsaasti resursseja ja uutta tutkimustietoa. Toinen nykyajan suurista puheenaiheista on energiatehokkuus, jonka toteutumisessa keskeisintä on myös ilmanvaihto, lämmitys ja niiden optimointi. Näiden kaikkien seikkojen yhteensovittaminen tehokkaalla ja toimivalla tavalla tulee olemaan haaste, jonka eteen on tehtävä runsaasti töitä.

## **2 SISÄILMA**

Ihminen viettää ajastaan jopa 90 – 95 prosenttia sisätiloissa ja hengittää vuorokauden aikana jopa 40 kuutiometriä ilmaa keuhkoihinsa [4]. Tästä syystä puhdas ja terveellinen sisäilma on erittäin tärkeää yleisen hyvinvointimme kannalta. Suomen terveydensuojelulaissa määrätään, ettei sisäilma saa aiheuttaa terveyshaittaa siellä oleskeleville [5].

### **2.1 Puhtaan sisäilman merkitys**

Sisäilman terveellisyyteen vaikuttavat ilman kemialliset epäpuhtaudet ja fysikaaliset tekijät. Fysikaalisia tekijöitä ovat esimerkiksi lämpötila, kosteus, melu, ilmanvaihto ja valaistus. Kemiallisia epäpuhtauksia sisäilmassa on muun muassa hiilidioksidi, hiilimonoksidi, asbesti, formaldehydi, hiukkaset sekä tupakansavun sisältämät aineet. Näiden lisäksi sisäilman laatuun vaikuttavat mikrobiologiset olot, kuten mikrobikasvustot ja niistä vapautuvat aineet. Fysikaaliset olot vaikuttavat sisäilman terveellisyyteen joko suoraan tai välillisesti. Ne voivat esimerkiksi edesauttaa epäpuhtauksien materiaalipäästöjä sekä lisätä mikrobien kasvuedellytyksiä. [6.]

Viime vuosien aikana on alettu kiinnittää entistä enemmän huomiota rakennusten sisäilmaongelmiin. Kosteusvaurioista ja huonosta sisäilmasta johtuvia oireita ja sairauksia tunnetaan nykyään jo varsin laajasti [7]. Aina ei kuitenkaan ole selvää, mitkä täsmälliset tekijät ja syyt johtavat havaittuihin oireisiin. Lisätutkimustieto voisi selventää oireiden ja eri sisäilmaongelmien välistä yhteyttä.

### **2.2 Ilmanvaihto ja sen merkitys**

Avainasemassa hyvän sisäilman saavuttamisessa on toimiva ilmanvaihtojärjestelmä. Ilmanvaihdon tarkoituksena on korvata epäpuhtauksia sisältävää ilmaa puhtaalla ulkoilmalla. Sisäilman vaihtuvuus on yksi merkittävimmistä seikoista, jotka vaikuttavat epäpuhtauksille altistumiseen. Etenkin ihmisen aineenvaihdunnasta ja toiminnoista aiheutuvia epäpuhtauksia voidaan vähentää ainoastaan ilmanvaihdon avulla. Riittävällä ilmanvaihdolla voidaan myös vähentää merkittävästi kemiallisten ja mikrobiologisten epäpuhtauksien aiheuttamia oireita. [6.]



Huonosti toteutetulla ilmanvaihdolla ei saada aikaan viihtyisää ja terveellistä sisäilmaa. Ilmanvaihdon ollessa riittämätön saattaa ilman hiilidioksidipitoisuus nousta liian korkealle aiheuttaen tunkkaisuutta ja muita oireita. Toisaalta liiallinen ilmanvaihto voi aiheuttaa rakennuksessa vetoisuuden tunnetta tai ilmanvaihtokoneiden häiritsevää melua. Huonosti suunniteltu tai säädetty ilmanvaihto voi lisäksi kuljettaa epäpuhtauksia muista tiloista. Ilmanvaihtokanavat voivat huonosti huollettuna toimia myös otollisina kasvualustoina mikrobeille.

Ilmanvaihdon riittävyttä voidaan mitata virtausmittauksilla ilmanvaihtokanavista tai sisäilman hiilidioksidimittauksilla. Hiilidioksidille on annettu terveydensuojelulaissa raja-arvot, joiden ylittyttyä ilmanvaihto ei ole enää riittävällä tasolla. Ilmanvaihdolle on annettu myös rakennuksen kokoon perustuva ohjearvo, joka on 0,5 m<sup>3</sup>/h rakennuskuutiometriä kohden. [8.]

### **2.3 Terveyshaitat**

Huonossa sisäilmassa oleskelusta voi aiheutua erilaisia terveyshaittoja. Oireiden laatuun ja niiden esiintymiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten epäpuhtauksien laatu, niiden pitoisuudet sekä altistusaika. [7.]

Huonon sisäilman aiheuttamia oireita voivat olla erilaiset allergiaoireet, limakalvojen ärsytys, nenän tukkoisuus tai nuha, päänsärky, pahoinvointi tai väsymys. Sisäilma voi aiheuttaa myös joitain sairauksia, kuten hengitystieinfektioita, allergista nuhaa, astmaa, silmien sidekalvotulehduksia, keuhkosityöpää, homepölykeuhkoa ja muita keuhkosairauksia. Huono sisäilma voi lisäksi pahentaa jo olevien tautien oireita. [9.]

#### **2.3.1 Lämpötila**

Lämpötilan kokeminen on yksilöllistä sekä tilannekohtaista. Siihen vaikuttavat lämpötilan lisäksi lämpösäteilyn määrä, ilman virtausnopeus, kosteus sekä vaatetus ja ihmisen toiminta. Ihmiset voivat aistia samat olosuhteet hyvinkin yksilöllisesti. [8.] Yleensä tyytyväisten osuus on suurin lämpötilan ollessa 21 – 22 °C [7].

Jos huoneilma on liian lämmintä, se voi aiheuttaa väsymystä, keskittymiskyvyn alenemista, hengitystieoireilua ja aiheuttaa kuivuuden tunnetta. Liian korkea lämpötila voi myös kiihdyttää kaasumaisten epäpuhtauksien vapautumista lähteistään [8]. Lämmityskaudella ylläpidetty liian korkea lämpötila lisää myös rakennuksen energiankulutusta. Alhainen sisäilman lämpötila voi puolestaan aiheuttaa vedon tunnetta ja vaikeuttaa raajojen liikkuvuutta [7]. Päiväkodeissa ja oppilaitoksissa sisäilman välttävä lämpötila taso on +20 °C (Taulukko 1).

**TAULUKKO 1. Lämpötilojen lämpötilaindeksien ja ilman virtausnopeuden ohjeellisia arvoja [8, 29].**

Asunto ja muu oleskelutila	välttävä taso	TI	hyvä taso	TI
Huoneilman lämpötila (°C) <sup>1)</sup>	18 <sup>1) 2)</sup>		21	
Operatiivinen lämpötila (°C)	18 <sup>2)</sup>		20	
Seinän lämpötila (°C) <sup>3)</sup>	16 <sup>6)</sup>	81	18	87
Lattian lämpötila (°C) <sup>3)</sup>	18	87	20	97
Pistemäinen lämpötila (°C)	11 <sup>4) 6)</sup>	61	12	65
Ilman virtausnopeus <sup>5)</sup>	vetokäyrä 3		vetokäyrä 2	

<sup>1)</sup> Huoneilman lämpötila ei saa kohota yli 26 °C, ellei lämpötilan kohoaminen johdu ulkoilman lämpimyydestä. Lämmityskaudella huoneilman lämpötilan ei tulisi ylittää arvoa 21-22 °C.

<sup>2)</sup> palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa huoneilman lämpötilan ja operatiivisen lämpötilan välttävä taso on 20 °C sekä lattian pintalämpötilan välttävä taso on 19 °C.

<sup>3)</sup> Keskiarvo standardin SFS 5511 mukaan määriteltynä kun ulkoilman lämpötila on -5 °C ja sisäilman lämpötila + 21 °C. Jos mittausolosuhteet poikkeavat vertailuolosuhteista, käytetään lämpötilaindeksiä.

<sup>4)</sup> Lämpötilaindeksiä 61 % vastaava pintalämpötila. Lämpötilaindeksi on laskettu lämpötilaindeksin laskentakaavan mukaan vastaamaan 9 °C pintalämpötilaa (huoneilman lämpötilaa 21 °C ja suhteellista kosteutta 45 % vastaava kastelämpötila) kun ulkoilman lämpötila on -10 °C ja sisäilman lämpötila 21 °C. Ikkunan, seinännurkkien ja putkien läpiviennin alin hyväksyttävä pintalämpötila.

<sup>5)</sup> Ilman virtausnopeuden enimmäisarvo, joka määräytyy standardin SFS 5511 kuvan 7 vetokäyrästä.

<sup>6)</sup> Jos huoneilman lämpötila on < 21 °C pintalämpötiloja mitatessa, seinän ja lattian sekä pistemäisen pintalämpötilan arvioina käytetään mittaustuloksista laskettua lämpötilaindeksiä, jota verrataan taulukon 1 arvoihin.

Pintojen liian alhaiset lämpötilat voivat aiheuttaa lisääntyvää vedon tunnetta sekä kosteuden tiivistymistä. Alhainen lattiapinnan lämpötila voi olla puolestaan haitallista niin aikuisille kuin lapsille. Etenkin päiväkodeissa lapset toimivat lattiapinnalla enemmän kuin aikuiset. [8.] Päiväkotien lattian lämpötilan välttävä taso on 19 °C (Taulukko 1).

### **2.3.2 Kosteus**

Sisäilman suhteellisen kosteuden tulisi olla noin 20 – 60 prosenttia. Tämän tason saavuttaminen ei ole aina mahdollista, eikä siitä aiheudu suoranaisia terveyshaittoja. Liian korkea kosteus voi kuitenkin lisätä esimerkiksi pölypunkkien lisääntymistä ja kosteuden tiivistymistä rakenteisiin. Liian matala kosteus taas voi ärsyttää hengitysteitä ja altistaa hengitystietulehduksille. [6.]

Sisäilman korkea kosteus talviaikaan voi viitata rakenteiden korkeasta kosteudesta. Talvella ulkoilma sisältää yleensä hyvin vähän vesihöyryä, joten sisäilman kosteus on lämmityskaudella lähes aina peräisin rakennuksen sisätiloista. Ihmisen toiminta, kuten pyykin kuivatus, ruoanlaitto, saunominen ja peseytyminen lisäävät sisäilman kosteutta ja toiminnat tulee ottaa huomioon mittauksissa. [8.]

### **2.3.3 Mikrobit**

Mikrobit ovat pieneliöitä, joihin kuuluvat muun muassa virukset, bakteerit, sienet ja levät. Mikrobeja on kaikkialla ja ne ovat luonnollinen osa ihmisen elinympäristöä. Sisäilmassa esiintyy luonnollisesti joitain tavanomaisia mikrobeja, jonka lisäksi mikrobeja kulkeutuu myös ulkoilmasta. Sisäilmassa olevat mikrobit kulkeutuvat myös rakennuksen pinnoille.

Terveydelle mahdollisesti haitallisten mikrobien esiintyminen sisäilmassa suurissa määrin vaatii kuitenkin paikallisen lähteen. Tällainen lähde voi olla esimerkiksi kostuneella pinnalla kasvavat mikrobit tai home- ja hiivasienet. Kasvustoa voi esiintyä myös sellaisissa rakenteissa, josta mikrobeja, niiden itiöitä tai aineenvaihduntatuotteita kulkeutuu sisäilmaan. [8.]

Mikrobit tarvitsevat kasvaakseen kosteutta, lämpöä sekä ravinteita. Mikrobeille riittää yleensä ravinteeksi pelkkä pöly ja ne ovat aktiivisia lämpötila-alueella 5-40 astetta, joten tärkeimmäksi rajoittavaksi kasvutekijäksi jää rakenteiden ja pintojen kosteus. Mikrobikasvu alkaa, kun rakenteen tasapainokosteus ylittää 80 % (Taulukko 2). Sisäilman kosteuden vaikutus rakenteiden kosteuteen on ainoastaan välillinen. [8.]

**TAULUKKO 2. Mikrobin kasvun minimikosteusvaatimukset agaralustoilla lämpötila-alueella 10 - 40 °C [8, 146].**

Mikrobiryhmä	Kasvualustan tasapainokosteus
Homesienet, hiivat ja aktinomykeetit	65-85 %
Muut bakteerit	95 %
Sinistäjä- ja lahottajasienet	95 % *
*vastaa puun kosteuspitoisuutta 20 - 30 % kuivapainosta	

Sisäilmasta havaittavien mikrobin lajitunnistuksella on suuri merkitys tutkittaessa niiden alkuperää. Lajitunnistus on haastavaa, joten se tulisi aina teettää ammattilaisilla. Tiettyjen mikrobilajien on todettu kasvavan kosteusvaurioituneissa rakenteissa paremmin ja näin ollen ne lajit voivat indikoida kosteusvauriota. Osa mikrobilajeista on ulkoilmasta kulkeutuneita mikrobeja ja osa normaalissa terveessä sisäilmassa viihtyviä lajeja (Taulukko 3). Kuitenkin myös tavanomaiset homesuvut voivat kasvaa kostuneilla materiaaleilla. Lisäksi sisäilmanäytteissä voi esiintyä yksittäisessä mittauksessa lähes mitä vain homesientä, ilman että rakennuksessa olisi kosteusvaurioituneita materiaaleja. [8.]

Sisäilman mikrobit voivat aiheuttaa yleensä erilaisia ärsytysoireita. Merkittävimpiä mikrobiryhmiä terveydellisten vaikutusten kannalta ovat home- ja sädesienet. Terveystaitta voivat aiheuttaa myös mikrobin itiöt, mikrobeista haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja mykotoksiinit. [7.]

**TAULUKKO 3. Esimerkkejä ulko- ja sisäilmassa yleisesti esiintyvistä sienisuvuista ja –ryhmistä sekä kosteusvaurioon viittaavista mikrobisuvuista, -lajeista ja –ryhmistä [6, 82].**

Ulkoilmassa yleisiä sienisukuja	Sisäilmassa yleisiä sienisukuja ja -ryhmiä	Kosteusvaurioon viittaavia mikrobisukuja, -lajeja ja -ryhmiä
<i>Cladosporium</i> basidiomykeetit <i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Alternaria</i> hiivat steriilit**	<i>Penicillium</i> <i>Aspergillus</i> <i>Cladosporium</i> hiivat	<i>Stachybotrys</i> * <i>Trichoderma</i> * <i>Aspergillus versicolor</i> * <i>Aspergillus fumigatus</i> * <i>Chaetomium</i> * <i>Phialophora</i> <i>Fusarium</i> * aktinomykeetit* pääosin Streptomyees
* mahdollisesti toksineja tuottavia mikrobeja ** pesäkkeitä, jotka eivät käytettävillä kasvualustoilla muodosta itiöitä		

### 2.3.4 Kemialliset aineet

Terveyshaittaa sisäilmassa voi aiheuttaa myös erilaiset kemialliset aineet. Aineet voivat olla peräisin rakennus- tai sisustusmateriaaleista, ihmisten toiminnoista, kosteuden vaurioittamista materiaaleista tai tilojen ulkopuolelta, kuten liikenteestä. Sisäilman kemialliset aineet voivat olla joko hiukkasmaisia tai kaasumaisia ja ne voidaan lisäksi jakaa orgaanisiin ja epäorgaanisiin yhdisteisiin. [8.]

#### 2.3.4.1 Ammoniakki

Ammoniakkia voi vapautua sisäilmaan rakennusmateriaaleista, kuten maaleista tai lakoista. Rakenteiden kosteus voi lisätä ammoniakkin vapautumista, joten sisäilman ammoniakkipitoisuus voi viitata kosteusvaurioon. Tällöin voi myös muita haitallisia kemikaaleja vapautua huoneilmaan. Ammoniakkia syntyy myös ihmisten ja eläinten eritteistä. Ammoniakki saattaa aiheuttaa riittävänä pitoisuutena ärsytysoireita. [8.]

### 2.3.4.2 Asbesti

Asbesti on mineraalikuitu, jota on käytetty runsaasti erilaisissa rakennusmateriaaleissa. Laajimmillaan sen käyttö oli 196 – 1970 lukujen vaihteessa. Ehjä ja hyväkuntoinen asbestimateriaali ei ole vaarallinen ihmiselle, eikä siitä irtoa kuituja. Jos materiaali rikkoontuu tai sitä muutoin käsitellään, siitä voi vapautua ilmaan hienojakoista kuitupölyä, joka tunkeutuu keuhkoihin asti. Kuidut ovat läpimitaltaan 0,03 mikrometriä. Altistuminen asbestipölylle voi aiheuttaa keuhkosityöpää, asbestoosia ja muita keuhkopussin sairauksia. Nykyään asbestin käyttäminen rakennusmateriaalina on kielletty. [8.]

### 2.3.4.3 Formaldehydi

Formaldehydiä voi vapautua sisäilmaan eräistä lastulevyistä tai paneeleista, joiden liima-aineena on käytetty ureaformaldehydihartsia. Myös jotkin maalit, lakat, tekstiilit tai kokolattiamatot voivat sisältää formaldehydiä. Formaldehydi aiheuttaa silmien ja ylempien hengitysteiden ärsytysoireita. Formaldehydin voi haistaa huoneilmasta pistävänä hajuna. Lisäksi huoneilmaan voi vapautua muita aldehydejä, mutta niiden ärsytyssynnys ihmiselle on huomattavasti korkeampi. [8.]

### 2.3.4.4 Hiilidioksidi

Korkea hiilidioksidipitoisuus koetaan yleensä ilman tunkkaisuutena. Korkea pitoisuus voi myös aiheuttaa päänsärkyä, väsymystä ja työtehon huononemista. Rakennusten suurimpia hiilidioksidilähteitä ovat siellä oleskelevat ihmiset. Ihmisten aineenvaihdunnasta vapautuu muitakin epäpuhtauksia, joten hiilidioksidipitoisuutta voidaan pitää niiden epäpuhtauksien indikaattorina. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus saattaa kohota liialliseksi esimerkiksi päiväkodin nukkumahuoneessa päiväunien aikaan. [8.]

Sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle ei ole terveysuojelulaissa ilmoitettua raja-arvoa, sillä korkea pitoisuus kertoo lähinnä ilmanvaihdon riittämättömyydestä. Jos sisäilman hiilidioksidipitoisuus ylittää rajan 1 500 ppm (parts per million) (2 700 mg/m<sup>3</sup>), ilmanvaihto ei ole kuitenkaan enää terveysuojelulain edellyttämällä tasolla. Tyydyttävänä pitoisuutena sisäilmassa pidetään arvoa 1 200 ppm. [8.] Erittäin

korkeina pitoisuuksina hiilidioksidi voi kuitenkin aiheuttaa joitain oireita, kuten päänsärkyä ja hengityksen kiihtymistä. Hiilidioksidille onkin määritelty HTP - arvo (haitalliseksi tunnettu pitoisuus) 5000 ppm kahdeksan tunnin vertailuajalle [10]. Osa sisäilman hiilidioksidista on peräisin ulkoilmasta. Ulkoilman normaali hiilidioksidipitoisuus on noin 350 ppm [11].

#### **2.3.4.5 Hiilimonoksidi**

Hiilimonoksidi eli häkä syntyy hiilen epätäydellisessä palamisessa. Sisäilmaan häkää voi syntyä tulisijassa, kaasuliedessä tai tupakoinnissa. Häkä voi kantautua myös ulkoilmasta, jos alueella on runsaasti liikennettä tai autoja on käynnissä rakennuksen läheisyydessä, esimerkiksi autotallissa. Hiilimonoksidi syrjäyttää hapen ihmisen verenkierrosta, jolloin oireina on päänsärkyä, pahoinvointia ja hengenahdistusta. Vakava häkämyrkytys voi aiheuttaa kuoleman. [8.]

#### **2.3.4.6 Styreeni**

Styreeniä voi syntyä rakennusmateriaaleissa, joihin on käytetty polyesterihartsia. Sisäilmassa styreeni voi aiheuttaa hengitysteiden limakalvojen ja silmien sidekalvojen ärsytystä. Lisäksi styreenin on todettu aiheuttavan suurina pitoisuuksina hermostollisia oireita sekä kromosomimuutoksia veressä. Pienten pitoisuuksien pitkäaikaisvaikutuksia ei tunneta. Styreeni aiheuttaa riittävänä pitoisuutena pistävää hajua. [8.]

#### **2.3.4.7 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)**

Haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä tarkoitetaan sisäilmassa esiintyvien kemiallisen aineiden kokonaismäärää. Orgaaniset yhdisteet voidaan jakaa ryhmiin niiden kiehumispisteen mukaan (Taulukko 4). Kiehumispisteestä riippuu yhdisteen haihtuvuus. Alhaisen kiehumispisteen yhdisteet haihtuvat nopeasti ja myös poistuvat materiaaleista nopeammin. [8.]

Orgaanisten yhdisteiden aiheuttamista terveyshaitoista on varsin vähän tietoa. Niiden määrä sisäilmassa on kuitenkin osoitettu kasvavan, jos rakennusmateriaaleissa esiintyy kosteusvaurioita. Orgaanisten yhdisteiden esiintyminen voi myös viitata

muiden kemiallisten aineiden esiintymiseen sisäilmassa, jolloin tarkemmat tutkimukset voivat olla tarpeen. [8.]

#### **TAULUKKO 4. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kiehumispisteet [8,136].**

Ryhmä englanninkielinen lyhenne	Ryhmä	Kiehumispiste, °C
VVOC	erittäin haihtuvat yhdisteet	>0...50-100
VOC	haihtuvat yhdisteet	50-100...240-260
SVOC	puolihaihtuvat yhdisteet	240-260...380-400
POM	hiukkasiin sitoutuneet yhdisteet	>380

#### **2.3.4.8 Hiukkaset**

Sisäilman hiukkasten aiheuttamat terveysvaikutukset riippuvat niiden koosta ja pitoisuudesta. Kokonaisleijumalla (TSP) tarkoitetaan kaikkia ilman sisältämiä hiukkasia ja suurin osa siitä on karkeaa pölyä. Kokonaisleijuman lähteinä ovat yleensä katupöly, luonnonpöly ja ihmisen toiminnan aiheuttamat hiukkaset. Kokonaisleijuman suuret hiukkaset laskeutuvat pinnoille ja terveysvaikutukset riippuvatkin lähinnä leijuman sisältämien hiukkasten laadusta. Hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset ovat peräisin palamisesta, liikenteestä, katupölystä, tupakasta ja esimerkiksi ruoanlaitosta. Pienhiukkasten arvellaan olevan kaikkein haitallisimpia terveydelle ja niiden on todettu lisäävän lasten ja astmaatikkojen oireita sekä sydänsairaiden kuolleisuutta. [8.]

#### **2.3.4.9 Tupakansavu**

Tupakansavu voi kulkeutua sisäilmaan virheellisen ilmanvaihdon tai rakennevuodon seurauksena. Tupakansavu sisältää yli 4000 yhdistettä, joista yli sata on ihmiselle haitallisia ja 40 on todettu aiheuttavan syöpää. Tupakansavu onkin luokiteltu kokonaisuudessaan syöpävaaralliseksi aineeksi. [8.]

Tupakansavu aiheuttaa ensimmäisenä ärsytysoireita silmissä ja hengitysteissä. Tavallisia oireita ovat myös yskä, silmien ja kurkun kirvely, päänsärky ja



pahoinvointi. Oireet korostuvat herkillä henkilöillä, joilla on jotain perussairautta kuten astmaa. Keuhkosityövän lisäksi tupakansavu altistaa sydän- ja verisuonisairauksille. [7,51.]

### 2.3.5 Melu

Äänten kokeminen meluna on hyvin yksilöllistä. Kokemukseen vaikuttavat lisäksi ajankohta sekä ympäristö. Suuren yksilöllisen ja tapauskohtaisten erojen vuoksi äänitason ja terveydellisten oireiden välinen riippuvuus on ainoastaan tilastollinen.

Liiallinen melu voi kuitenkin aiheuttaa tilapäistä kuulon heikentymistä, tinnitystä eli korvien soimista tai suhisemista, yönunen huonontumista tai pahimmassa tapauksessa pysyvää kuulokyvyn heikentymistä. [8.]

Melutasolle annetut päivä- ja yöajan ohjearvot on esitetty taulukossa 5. Ohjearvoja sovelletaan asuintiloihin ja muihin oleskelutiloihin.

**TAULUKKO 5. Päivä- ja yöajan melutasojen ohjearvot asunnoissa ja muissa oleskelutiloissa [6,39].**

Huoneisto ja huonetila	$L_{Aeq,07-22\ h}$	$L_{Aeq,22-07\ h}$
Asuinhuoneisto		
- asuinhuoneet, paitsi keittiö	35 dB	30 dB <sup>2)</sup>
- asunnon muut tilat <sup>1)</sup> ja keittiö	40 dB	40 dB
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat		
- potilashuoneet, majoitushuoneet	35 dB	30 dB
- päiväkodit, lapsien ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet	35 dB	30 dB <sup>3)</sup>
Kokoontumis- ja opetushuoneistot		
- luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänenvahvistuslaitteiden	35 dB <sup>4)</sup>	-

käyttöä.		
- muut kokoontumistilat <sup>4)</sup>	40 dB <sup>4) 6)</sup>	-
Työhuoneistot (yleisön kannalta)		
- yleisön vastaanottotilat ja toimistohuoneet	45 dB <sup>4) 7)</sup>	-
<p>1) Asunnon muita tiloja ovat mm. kylpyhuone, sauna, vaatehuone ja apukeittiö. Jos tällainen tila tai keittiö muodostaa yhteistilan asuinhuoneen kanssa, ohjearvona on asuinhuoneen arvo.</p> <p>2) Asuntojen makuuhuoneisiin yöaikaan kuuluvalla musiikkimelulle ja matalataajuiselle melulle on annettu jäljempänä kohdissa 5.3 ja 5.4 erilliset ohjearvot.</p> <p>3) Arvoa sovelletaan vain huoneisiin, joissa nukutaan yöaikaan.</p> <p>4) Ohjearvo aikana, jona yleisö oleskelee huoneessa. Äänitasot saavat olla korkeampia aikoina, jolloin huoneessa ei ole yleisöä. Kuulovammaisten ja kielenopetuksen luokahuoneille suositellaan ohjearvoksi 30 dB.</p> <p>5) Muita kokoontumistiloja ovat esimerkiksi kokoontumistilojen lämpiöt ja ravintolasalit.</p> <p>6) Tiloissa, joissa harjoitettu toiminta ei edellytä yleisön saavan puheesta tai muista äänistä selvää, voidaan käyttää 5 dB suurempaa ohjearvoa.</p> <p>7) Jos esimerkiksi yleisön ja palvelun intimitettisuoja edellyttää kuuluvuuden rajoittamista samassa huoneessa olevasta palvelupisteestä toiseen, puhetta voidaan peittää ohjearvoa voimakkaammalla, säädettävällä kohinalla tai taustamusiikilla.</p>		

## 2.4 Terveyshaittojen havaitseminen ja mittaus

Terveyshaittoja aiheuttavien tekijöiden havaitsemiseen on valittava oikea menetelmä. Jos rakenne- tai materiaalivauriot voidaan todeta ilman mittauksia, muita menetelmiä ei tarvita. Mittausten ollessa tarpeellisia, oikeiden mittausmenetelmien valitseminen on tärkeää. Teknisten mittausten tulkinassa tulee kuitenkin ottaa huomioon paikalliset olot sekä mahdollisesti altistuneet ihmiset. [8.]

Päiväkoteihin ja kouluihin aikaisemmin tehdyissä tutkimuksissa on käytetty useita eri kartoitusmenetelmiä. Minna Lindholm käytti hyväkseen opinnäytetyönään [12] tekemässä koulujen sisäilman laatukartoituksessa teknisten mittausten lisäksi kohteiden henkilöilmatilavuutta, siivouksen laatutietoja sekä ilmanvaihdon toimivuuden arviointia. Mittauksissa selvitettiin ilman hiilidioksidipitoisuutta, mikrobeja, hiukkasia, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä sekä lämpötilaa ja kosteutta. Terhi Salmisen opinnäytetyössä [13] käytettiin puolestaan mittausten tukena vahvasti työntekijöille suunnattua kyselyä. Kolmeen päiväkotiin suunnatussa kartoituksessa

mittaustulokset ja kyselytutkimuksen vastaukset tukivat toisiaan. Kartoituksia tehtäessä onkin mahdollista käyttää mittausten rinnalla esimerkiksi kyselyllä kerättyjä tietoja.

## **2.5 Sisäilma päiväkodeissa**

Päivähoitopaikat ja koulut asettavat sisäilman laadulle normaaliasumista tiukemmat vaatimukset. Esimerkiksi päiväkodeille asetetut lämpötilojen ohjearvot ovat keskimääräistä tiukemmat. Päiväkodit ja ryhmäperhepäiväkodit asettavat vaatimuksia myös ilmanvaihdolle, sillä suuri lasten määrä vaatii normaalia suuremman ilman vaihtuvuuden. Lapset ovat herkempiä erilaisille altisteille, joten tätä linjaa on pidettävä oikeana. Viranomaisvalvonnan näkökulmasta huomioitavaa on myös sovellettava lainsäädäntö. Päiväkodeissa sekä muissa vastaavissa kohteissa, lapset kuuluvat terveysuojelulain piiriin, mutta työntekijöihin sovelletaan työsuojelulainsäädäntöä.

Ryhmäperhepäiväkodit perustetaan yleisimmin normaaliasumiseen suunniteltuihin asuntoihin. Päiväkoteihin ja kouluihin tehdyssä sisäilman laatukartoituksessa [14] havaittiin, ettei ryhmäperhepäiväkotien ilmanvaihto ole riittävä, jos ilmanvaihtoa ei ole mitoitettu uudestaan suuremmalle kuormitukselle. Myös laadukkaasti suunniteltuja ilmanvaihtojärjestelmiä voidaan käyttää ja huoltaa siten, ettei niillä saavuteta riittävän hyvää sisäilmaa. Tästä kertoi päiväkotien sisäilman laatua ja ilmanvaihdon toimivuutta tutkivassa raportissa [15]. Raportissa selvisi, että huonosta sisäilmasta kärsitään etenkin vanhemmissa päiväkotirakennuksissa. Lisäksi sisäilman laatua heikentää ilmanvaihdon pienentäminen pakkasjaksoilla energian säästämiseksi.

## **3 TUTKIMUSKOHTEET**

Tämän sisäilman laatukartoituksen kohteet valittiin Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymän ympäristöterveyshuollon alueella sijaitsevista päivähoitopaikoista.

### **3.1 Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä**

Tutkimus toteutettiin Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymän ympäristöterveyshuollon toiminta-alueella. Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä, kutsumanimeltään SOSTERI, vastaa jäsenkuntien väestön hyvinvoinnin ja terveyden edistämisestä. SOSTERIn ympäristöterveyshuollon jäsenkuntia ovat Enonkoski, Juva, Kerimäki, Punkaharju, Puumala, Rantasalmi Savonlinna, ja Sulkava. Ympäristöterveyshuollon toiminta-alueella asuu yhteensä noin 57 000 asukasta. SOSTERI aloitti toimintansa vuonna 2007 lakkautettujen perusterveydenhuollon kuntayhtymien pohjalta. [16.]

### **3.2 Tutkimuskohteiden valinta**

Tutkimuskohteiden valikoinnissa keskityttiin tärkeimpiin ja suurimpiin päiväkodeihin ja ryhmäperhepäiväkodeihin. Kartoituskohdeiksi otettiin alueen kaikki päiväkodit, sillä päiväkodissa hoidettavien lasten sekä niissä työskentelevien henkilöiden määrä on merkittäviä. Ryhmäperhepäiväkodeista kartoitukseen valittiin suuri joukko satunnaisotannalla.

### **3.3 Mukana olevat tutkimuskohteet**

Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymän ympäristöterveyshuollon toiminta-alueelta tutkimukseen otettiin yhteensä 20 päiväkotia. Tutkituista päiväkodeista 9 sijaitsee Savonlinnan kaupungin alueella, 4 Juvalla, 2 Kerimäellä ja 2 Rantasalmella. Lisäksi mukana olivat päiväkodit Puumalasta, Punkaharjulta ja Sulkavalta. Ryhmäperhepäiväkoteja kartoitukseen valikoitui 12.

Mukana tutkimuksessa olivat seuraavat päiväkodit: Hakan päiväkoti, Hernemäen vuorohoitopäiväkoti, Kellarpellon päiväkoti (Aapelintien yksikkö), Keskikaupungin päiväkoti, Miekkoniemen vuorohoitopäiväkoti, Nojanmaan päiväkoti, Nätkin päiväkoti, Pihlajaniemen päiväkoti, Tuokkolan päiväkoti, Kulennoisten päiväkoti, Päiväkoti Kerttula (Käenkellojen yksikkö), Päiväkoti Kerttula (Leppäkerttujen ja Perhosten yksikkö), Päiväkoti Touhula, Puumalan päiväkoti, Päiväkoti Nuppula, Päiväkoti Vekkula, Päiväkoti Esikko, Päiväkoti Kummunmäki, Päiväkoti Sateenkaari sekä Päiväkoti Mesikämmen.

Ryhmäperhepäiväkodeista tutkimukseen valikoituivat Hakan ryhmäperhepäiväkoti, Kellarpellon ryhmäperhepäiväkoti (Vunnukat), Keskikaupungin ryhmäperhepäiväkoti, Notkolahdentien ryhmäperhepäiväkoti, Ryhmäperhepäiväkoti Onnimanni, Ryhmäperhepäiväkoti Pikkarainen, Ryhmäperhepäiväkoti Leppis, Enonkosken ryhmäperhepäiväkoti, Koulutien ryhmäperhepäiväkoti, Ryhmäperhepäiväkoti Nuppu, Ryhmäperhepäiväkoti Helinä ja Ryhmäperhepäiväkoti Hattukallio.

Tässä opinnäytetyössä tutkimustulokset esitetään anonyymisti paljastamatta tutkimuskohteiden nimiä. Mukana olevien kohteiden nimilistaus on sattumanvaraisessa järjestyksessä.

## **4 TUTKIMUSMENETELMÄT**

Tutkimukseen tuli valita menetelmät, joiden avulla sisäilman laatua ja viihtyisyyttä voitaisiin arvioida suhteellisen helposti, tehokkaasti ja taloudellisesti. Tässä sisäilman laadun kartoituksessa tutkimusmenetelmiksi valikoituivat ilman mikrobimittaus, lämpötila-, hiilidioksidi- ja kosteusmittaus sekä sisäilmaa koskeva kyselytutkimus.

### **4.1 Kuusivaiheimpaktori (nk. Andersenin keräin)**

Kuusivaiheimpaktori soveltuu mikrobien näytteenottoon ilmasta. Se on yleisimmin käytetty laite ilman mikrobimittauksissa. Sisäilmanäytteitä otetaan yleisimmin kohteista, joissa epäillään sisäilmaongelmia tai kosteusvaurioita, mutta näkyviä tai helposti todettavia vaurioita ei havaita. Kuusivaiheimpaktorilla näytteet tulisi ottaa talvella lumiaikaan tai maan ollessa jäässä. Maan ollessa sulana, ulkoilman luontaiset mikrobit vaikuttavat tulokseen merkittävästi. Otettaessa näyte sulan maan aikaan, tulee ulkoilmasta ottaa vertailunäyte. [17.]

Kuusivaiheimpaktorin toiminta perustuu kuuteen kerroksittain koottavaan siivilälevyyn eli vaiheeseen, joihin näytteenottoa varten avoimet agarmaljat asetetaan. Tämän jälkeen vaiheiden kautta ilma kulkee putkea pitkin kohti pumppua, jolloin näyteilman sisältämät mikrobit impaktoituvat agarmaljoille [18]. Jokainen vaihe sisältää 400 ilmantuloaukkoa, jotka ovat samankokoisia samassa vaiheessa.

Alimmassa vaiheessa ilmantuloaukot ovat pienimpiä ( $\varnothing$  0,25 mm) ja ylimmässä puolestaan suurimpia ( $\varnothing$  1,81 mm) [8].

Suosittelava näytteenottoaika on 10 -15 minuuttia. Sulan maan aikana mitattaessa käytetään vähän lyhyempää näytteenottoaika, kun taas esimerkiksi vertailuasunnon näytteille soveltuu vähän pidempi aika. Näyte tulisi ottaa huoneen keskeltä, noin 1-1,5 m korkeudelta, eikä näytteenoton aikana tulisi olla aivan keräimen läheisyydessä. Näytteet otetaan sekä sienten että bakteerien kasvualustoille. Sieninäytteitä kasvatetaan 7 vrk kuten myös bakteerinäytteitä paitsi lukuun ottamatta aktinomykettejä, joita kasvatetaan 14 vrk. [8.]

Ilmanäytteen pitoisuus ilmoitetaan yksikössä cfu/m<sup>3</sup> (colony forming unit) tai suomalaisittain pmy/m<sup>3</sup> (pesäkettä muodostava yksikkö). Pitoisuuden yksikkö kertoo ilmassa olevien elävien, lisääntymiskykyisten mikrobien tai itiöiden määrän ilmakuutiometrissä. [17.]

Ilmanäytteiden käyttämistä sisäilman tutkimisessa on myös kyseenalaistettu. Varsinkin yksittäisille mittauksille ei tule antaa liikaa painoarvoa. Mikrobipitoisuuden varmistamiseksi voidaan tarvita jopa 10 mittauskertaa [8]. Ilmanäytteiden luotettavuutta tarkastelevassa tutkimuksessa [19] todetaan, ettei kertaluontoisilla mittauksilla voida välttämättä arvioida rakennuksen pitkäaikaista mikrobipitoisuutta tai lajistoa. Sisäilman mikropitoisuuksiin vaikuttaa monet tekijät.

## **4.2 Lämpötilan, hiilidioksidin ja suhteellisen kosteuden mittaaminen**

Sisätilojen lämpötila, kosteus ja hiilidioksidipitoisuus tulee mitata ihmisten oleskeluvyöhykkeeltä. Oleskeluvyöhykkeellä tarkoitetaan huoneen ilmatilaa, johon lasketaan kuuluvaksi lattiasta 1,8 metrin korkeuteen ja 0,6 metriä seinistä rajoittuva alue [8]. Oleskeluvyöhykkeellä tarkoitetaan ainoastaan pysyvään asumiseen tai toimintaan tarkoitettuja tiloja, eikä esimerkiksi kellareita tai muita aputiloja. Mittaustuloksia voidaan arvioida annettuihin ohjearvoihin (taulukko 1). Ohjearvoja käyttämällä huoneilman lämpötilan mittauksen tulee tapahtua 1,1 metrin korkeudelta lattiapinnasta.

Ohjearvot ovat määritelty kuitenkin ainoastaan asuinkäyttöön tarkoitettuihin tiloihin, eikä esimerkiksi kouluihin tai päiväkodeihin. Ohjearvoissa on näille tiloille annettu poikkeukset, joita tulee käyttää lämpöolojen arviointiin ko. tiloissa. Sisäilman suhteellinen kosteus tulee mitata samasta pisteestä huonelämpötilan kanssa.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden mittaamiseen on suositeltua käyttää jatkuvatoimisia mittalaitteita jotka rekisteröivät mittaustulokset muistiin. Hiilidioksidipitoisuuden mittaamisen tulisi perustua infrapunasäteilyn adsorptioon tai sähkökemialliseen kennoon. Mittalaitteiden kalibroinnit tulee olla suoritettuna säännöllisesti. Hiilidioksidipitoisuutta voidaan myös mitata hetkellisesti suoraan osoittavilla ilmaisinputkilla, mutta niiden tarkkuus on huono [8].

### 4.3 Kyselytutkimus

Kyselytutkimuksen tavoitteena on kartoittaa päiväkodeissa ja ryhmäperhepäiväkodeissa työskentelevien henkilöiden tuntemia sisäilmasto-ongelmia sekä niistä mahdollisesti aiheutuvia oireita. Kyselytutkimuksen tuloksia on mahdollista verrata saatuihin mittaustuloksiin, jolloin joidenkin sisäilmaongelmien yhteyttä oireisiin ja tuntemuksiin voidaan tutkailla.

Kyselytutkimuksen vastausten tulkinnassa tulee kiinnittää huomioita vastaajien taustatietoihin, sillä ne voivat vaikuttaa vastauksiin merkittävästi. Vastaajan sukupuoli vaikuttaa yleensä siten, että naiset ovat vastauksissaan totuudenmukaisempia kuin miehet. Vastaajien tupakointi voi vääristää sisäilmastokyselyn tuloksia, sillä usein tupakoinnista aiheutuvat oireet ovat samankaltaisia sisäilmaongelmien kanssa. Vastaajan työhistoria tutkimuskohteessa vaikuttaa myös merkittävästi tuloksiin. Pitkään kohteessa työskennelleenä henkilöllä oireet voivat olla voimakkaampia kuin muilla. Alle vuoden rakennuksessa työskennelleitä ei tulisi tutkimuksen käsittelyssä ottaa huomioon. Kyselytutkimuksen otannan tulee olla tarpeeksi suuri, ettei yksittäisen vastauksen merkitys korostuisi liikaa. Suositeltava vähimmäismäärä on 20 henkilöä. [20.]

Suomalaisilla esiintyy astmaa noin 6 prosentilla, ajoittaisia astman kaltaisia oireita on noin 5 prosentilla ja allergista nuhaa on noin 30 prosentilla kansasta. Atooppista ihottumaa on noin 15–20 prosentilla [21]. Työpaikan sisäiset ristiriidat sekä

esimerkiksi riitapaukset voivat vaikuttaa kyselytutkimukset tuloksiin merkittävästi [20]. Myös työtaakka ja stressi voi myös aiheuttaa sellaisia oireita ja tuntemuksia, jotka tulkitaan huonon sisäilman aiheuttamaksi ja huonontavat näin kyselytutkimuksen tulosta [22]. Vastauksista voidaan piirtää kuvaajat, jotka voidaan tulkita niin sanottujen sisäilmaprofiilien avulla [20]. Profiilien avulla on mahdollista arvioida huonon sisäilman syitä karkealla tavalla.

## **5 TUTKIMUSTEN TOTEUTUS**

Päiväkoteihin ja ryhmäperhepäiväkoteihin tehdyt tutkimukset ja mittauskäynnit toteutettiin kahdella eri ajanjaksolla. Ensimmäisenä suoritettiin mikrobimittaukset. Muut mittaukset sekä kyselytutkimus päätettiin suorittaa myöhemmin, sillä mikrobimittaukset tulee toteuttaa maan ollessa vielä lumipeitteinen.

### **5.1 Mikrobimittaus**

Mikrobimittaukset toteutettiin 6-vaiheimpaktorilla. Kaikki mikrobitutkimukset tehtiin ajanjaksolla 17.3. – 16.4.2009 maan ollessa vielä lumipeitteinen. Mittauksia tehtiin pääsääntöisesti 2 - 3 päiväkotia kohden, riippuen kohteen pinta-alasta sekä tilojen määrästä. Mittaukset keskittyivät pääosin päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien nukkumahuoneisiin. Osissa tutkimuskohteista ilmanäytteitä otettiin myös muista huoneista ja tiloista. Työntekijöiltä tiedusteltiin mahdollisia ongelmakohteita, joihin näytteenottoa tulisi heidän mielestään kohdistaa. Kaikki mittaukset suoritettiin lasten päivittäisessä käytössä oleviin tiloihin eikä esimerkiksi henkilökunnan sosiaalisiin tiloihin. Eteistilat tai vastaavat tilat, joissa oleskellaan ulkovaatteissa, eivät soveltuneet mikrobimittauksille niiden luontaisesti korkeitten arvojen vuoksi.

Impaktori sijoitettiin tutkittavan huoneen keskelle lasten oleskeluvyöhykkeelle. Näytteenottokorkeus mittauksissa oli noin 1 metri lattiapinnasta. Impaktorin sijoittamisessa huomioitiin huoneessa sijaitsevat huonekalut sekä muut esteet, jotka voisivat vaikuttaa ilman liikkumiseen huonetilassa. Myös rakennuksen ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmaventtiilien sekä ikkunoiden sijainti pyrittiin huomioimaan.



Näytteenottokohde valittiin siten, ettei tuloilmaventtiili tai vuotava ikkuna pääsisi puhaltamaan ulkoilmaa suoraan impaktoriin.

6-vaiheimpaktorilla näyteilmaa imettiin 10 minuutin ajan tilavuusvirralla 28,3 l/min. Näytteenotto tapahtui kaksi kertaa samasta pisteestä. Näytteenottojen välillä impaktoriin vaihdettiin kasvatusalustat. Siirryttäessä uuteen mittauspisteeseen impaktori purettiin osiin ja ne puhdistettiin 70 prosenttisella alkoholilla. Osat annettiin kuivua täydellisesti ennen uuden mittauksen aloittamista.

Kaikki mikrobinäytteet tutkittiin Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy:n Joensuun yksikössä.

## **5.2 Lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidimittaus**

Hiilidioksidimittaukset toteutettiin ajanjaksolla 3.5.–27.8.2009. Mittaukset tehtiin pääsääntöisesti vuorokauden mittaisena jaksena. Mittauskohteina olivat pääasiallisesti päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien nukkumahuoneet.

Mittalaitteet pyrittiin sijoittamaan lasten oleskeluvyöhykkeelle siten, että huoneilma pääsee liikkumaan vapaasti. Mittalaitteiden sijoittamista ikkunoiden välittömään läheisyyteen yritettiin välttää. Mittalaitteiden sijoittelussa tuli kiinnittää huomiota myös siihen, etteivät ne herättäisi liikaa mielenkiintoa lapsissa. Päiväkodin työntekijöille annettiin ohjeistus käyttää tiloja normaaliin tapaan.

Mittalaitteina tutkimuksessa oli TSI Q-Trak 7565 ja TSI Q-Trak 8550 (kuvat 1 ja 2). Laitteet pystyvät mittaamaan ilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta samanaikaisesti ja tallentamaan mittaustuloksen muistiin. Molempien mittalaitteiden hiilidioksidimittaus perustuu infrapunasäteilyn adsorptioon.



**KUVA 1. TSI Q-Trak 7565 [23].**



**KUVA 2. TSI Q-Trak 8550 [24].**

Mittaustulokset tallentuivat mittalaitteiden muistiin, josta ne siirrettiin tietokoneelle TrakPro -ohjelmistolla. Tulosten käsittelyssä huomio kiinnitettiin erityisesti mitattuihin hiilidioksidin maksimiarvoihin. Nukkumahuoneista tehdyissä mittauksissa maksimiarvot sijoittuvat lasten päiväunien ajalle. Tuloksissa ei huomioitu kuitenkaan selvästi muista mittaustuloksista poikkeavia, yksittäisiä arvoja. Tällaisia yksittäisiä tuloksia saattaa esiintyä esimerkiksi silloin, jos henkilö on hengittänyt mittarin välittömässä läheisyydessä.

Hiilidioksidimittausten luotettavuuteen ja tulosten suuruuteen vaikuttaa keskeisesti tilojen käyttöaste mittaushetkellä. Mittaukset pyrittiin ajoittamaan päville, jolloin päiväkodin tai ryhmäperhepäiväkodin lapsimäärä olisi lähellä keskimääräistä.

### **5.3 Kyselytutkimus**

Kaikkien kartoitukseen osallistuneiden päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien työntekijöille jätettiin käynnin yhteydessä sisäilmastokyselylomake. Kyselyyn annettiin noin kuukausi vastausaikaa, huomioiden kuitenkin lomalla olevien mahdollisuus osallistua. Tällöin vastaukset pyydettiin palauttamaan kunnes kaikki halukkaat ovat saaneet mahdollisuuden vastata.

Kartoituskohteisiin jätettiin myös työpaikan taustatietolomake, jossa kysyttiin rakennuksen teknisiä tietoja. Taustatietolomakkeella kerättiin rakennuksen perustietoja, kuten pinta-aloja ja rakennus- ja saneerausvuosia. Myös ilmanvaihtotapaa ja lämmönjakomuotoa kysyttiin.

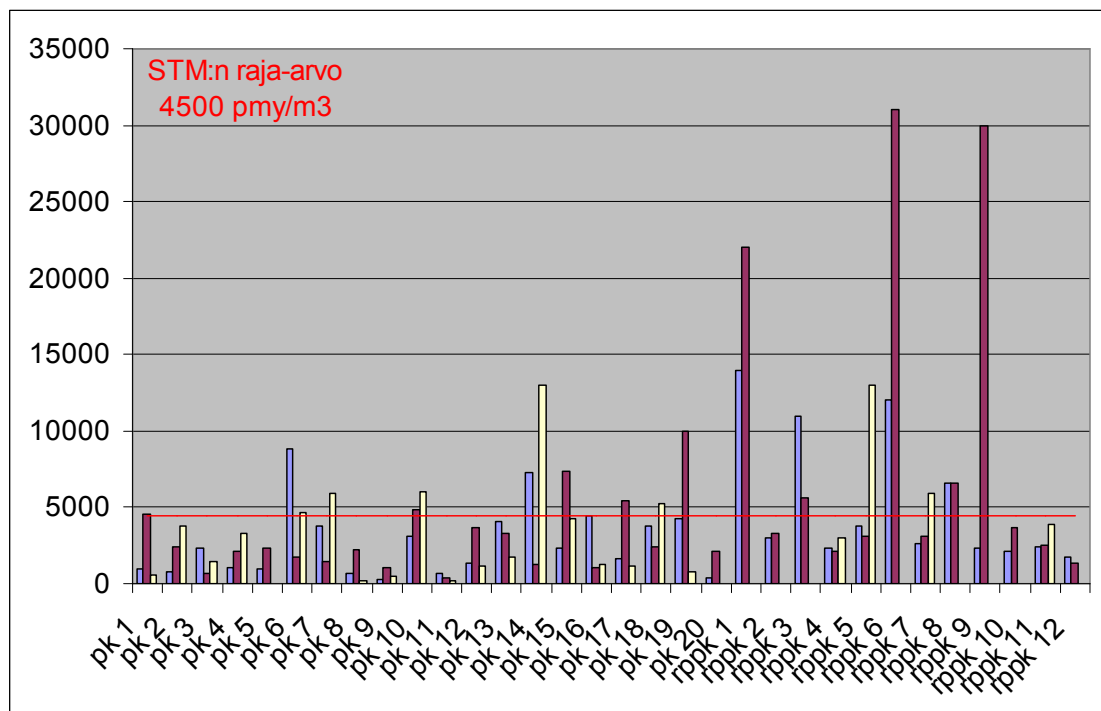
## 6 KARTOITUKSEN TULOKSET

Tämän kartoituksen mittaustulokset sekä kyselytutkimuksen vastaukset ovat esitetty anonymisti kohteiden nimiä paljastamatta. Päiväkotikohteet on merkitty taulukoissa koodilla *pk*, jonka jälkeen on esitetty kohteen järjestysnumero. Ryhmäperhepäiväkodit puolestaan on merkitty koodilla *rppk* sekä järjestysnumerolla. Kohteiden järjestysnumerot ovat sattumanvaraisia, eivätkä ne ole esimerkiksi aiemmin mainitun kohdelistauksen mukaisia. Päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien järjestysnumerot ovat kuitenkin kaikissa esitetyissä tuloksissa samat, jolloin eri tulosten vertaaminen toisiinsa on mahdollista. Kaikki alkuperäiset mittaustulokset sekä kyselytutkimuksen kohdekohtaiset tulokset ovat tämän tutkimuksen liitteenä.

### 6.1 Mikrobimittausten tulokset

Mikrobimittausten tulokset ovat esitetty kootusti taulukoissa. Taulukoissa eri tiloista tehdyt mittaukset on kuvattu eri värityksellä. Väritys pysyy samana kaikissa mikrobipitoisuutta kuvaavissa taulukoissa, joten niiden keskinäinen vertaaminen on mahdollista. Taulukoihin on lisäksi merkitty Sosiaali- ja terveysministeriön julkaiseman asumisterveysohjeen mukaiset raja-arvot.

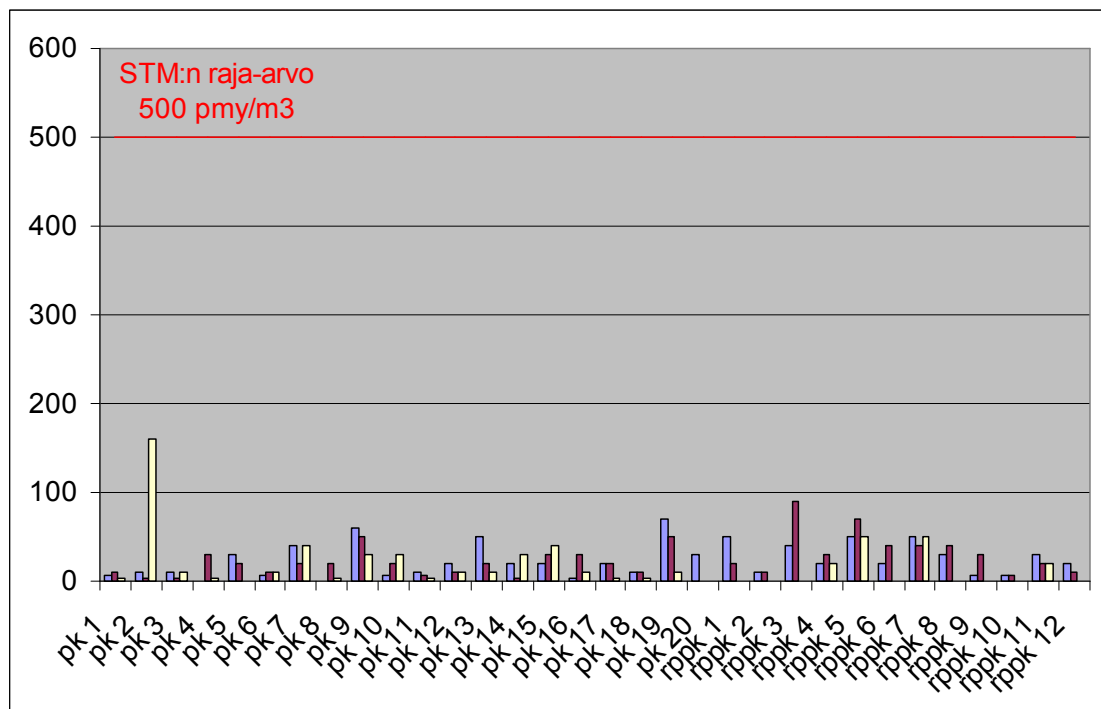
Kaikki mikrobimittausten tulokset löytyvät liitteistä 26 – 57.



**KUVA 3. Kokonaisbakteerien lukumäärä (pmy/m<sup>3</sup>) tutkituissa näytteissä**

Kokonaisbakteerien määrä tutkituissa näytteissä on esitetty kuvassa 3. Sosiaali- ja terveysministeriön julkaiseman asumisterveysohjeen [6] mukaan bakteeripitoisuus on kohonnut, jos se ylittää rajan 4500 pmy/m<sup>3</sup> (pesäkettä muodostavaa yksikköä kuutiometrissä ilmaa). Kohonnut bakteeripitoisuus saattaa viitata kosteus- ja sisäilmaongelmiin, jos samalla myös aktinobakteerien pitoisuus on koholla. Jos aktinobakteerien taso on kuitenkin alhainen, voi kohonnut kokonaisbakteeripitoisuus olla osoitus riittämättömästä ilmanvaihdosta [6,81].

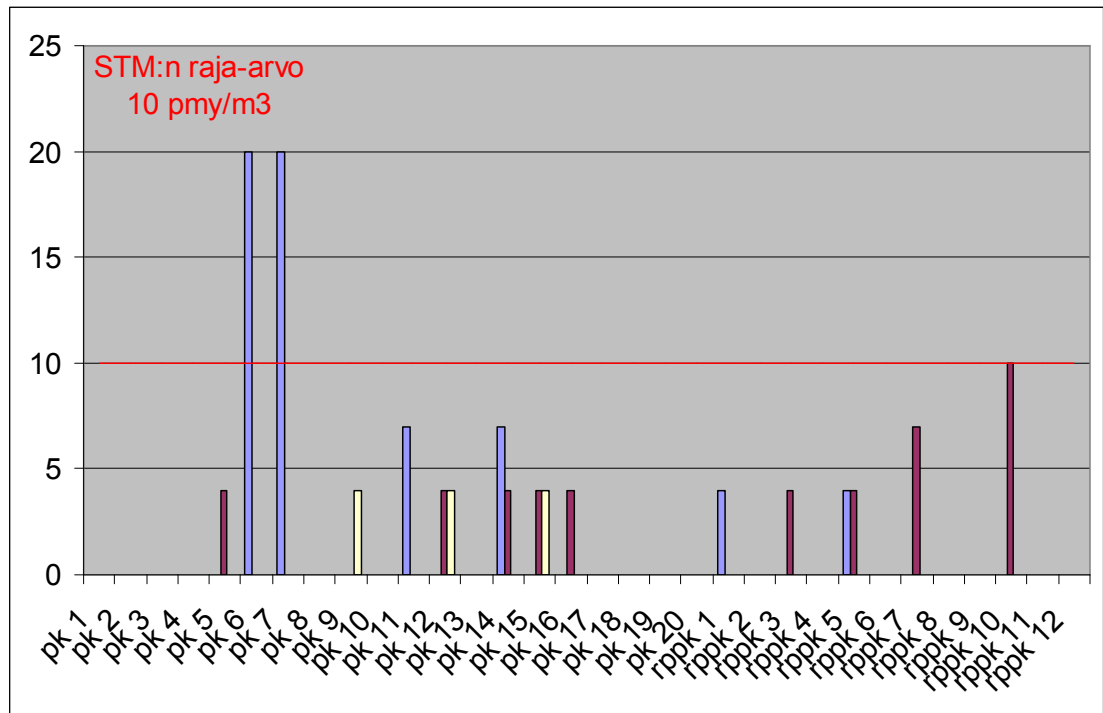
Päiväkotikohteissa kokonaisbakteeripitoisuudet ylittivät kohonneen pitoisuuden rajan yhteensä seitsemässä päiväkodissa. Monissa näistä ylitys oli kuitenkin hyvin pientä. Ryhmäperhepäiväkodeissa ylityksiä oli niin ikään seitsemän. Bakteerimäärät olivat kuitenkin huomattavasti suurempia. Ryhmäperhepäiväkotien pienempi lukumäärä tutkimusotannassa korostaa myös niiden suhteessa korkeampia pitoisuuksia.



**KUVA 4. Homeiden ja hiivojen lukumäärä (pmy/m<sup>3</sup>) tutkituissa näytteissä**

Homeiden ja hiivojen esiintyminen talviaikaan sisäilmassa kohonneina pitoisuuksina viittaa rakenteiden mikrobikasvustoon. Kohonneen pitoisuuden rajana voidaan pitää 500 pmy/m<sup>3</sup>. Kaikkien tutkittujen päivähoitokohteiden home ja hiivapitoisuudet jäivät vähäisiksi eivätkä ylittäneet raja-arvoja (kuva 4). Tulee kuitenkin muistaa, etteivät

yksistään pitoisuudet kerro kaikkea kosteusvaurioiden ja mikrobikasvustojen esiintymisestä. Merkittävää ilmanäytteiden tulkinnessa on myös näyteilman mikrobilajiston tunnistus. Pienenäkin pitoisuutena havaittu selkeä kosteusvaurioista indikoiva homelajike voi viitata vaurioihin. Tässä kartoituksessa mikrobilajistoa ei käsitellä kuitenkaan tarkemmin. Kaikki ilmanäytteistä tunnistetut lajistot löytyvät liitteinä olevista mikrobimittaustuloksista.



**KUVA 5. Aktinobakteerien lukumäärä (pmy/m<sup>3</sup>) tutkituissa näytteissä**

Aktinobakteerien esiintyminen mikrobinäytteissä talviaikaan riittävän korkeana pitoisuutena viittaa mikrobikasvustoon rakennuksessa. Raja-arvona pidetään pitoisuutta 10 pmy/m<sup>3</sup>, jonka ylittyessä myös sisäilma saattaa aiheuttaa terveyshaittaa. Raja-arvo on määritelty taajamassa sijaitseviin kohteisiin. [6.] Kartoitukseen suoritettujen mittausten aktinobakteerien tunnistusraja oli 3 pmy/m<sup>3</sup>, jota pienempiä pitoisuuksia ei voida määritellä.

Päiväkotikohteista aktinobakteeripitoisuus (kuva 5) ylitti määritellyn raja-arvon ainoastaan kahdessa kohteessa; *pk 6*:ssa ja *pk 7*:ssa. Kohteiden pitoisuudet ylittivät raja-arvon kuitenkin selvästi, joten tuloksia voidaan pitää kosteusvaurioihin viittaavina. Lisäksi kyseisten kohteiden kokonaisbakteeripitoisuudet ylittivät joidenkin mittausten osalta raja-arvon 4500 pmy/m<sup>3</sup>.. Ryhmäperhepäiväkodeista mikään ei

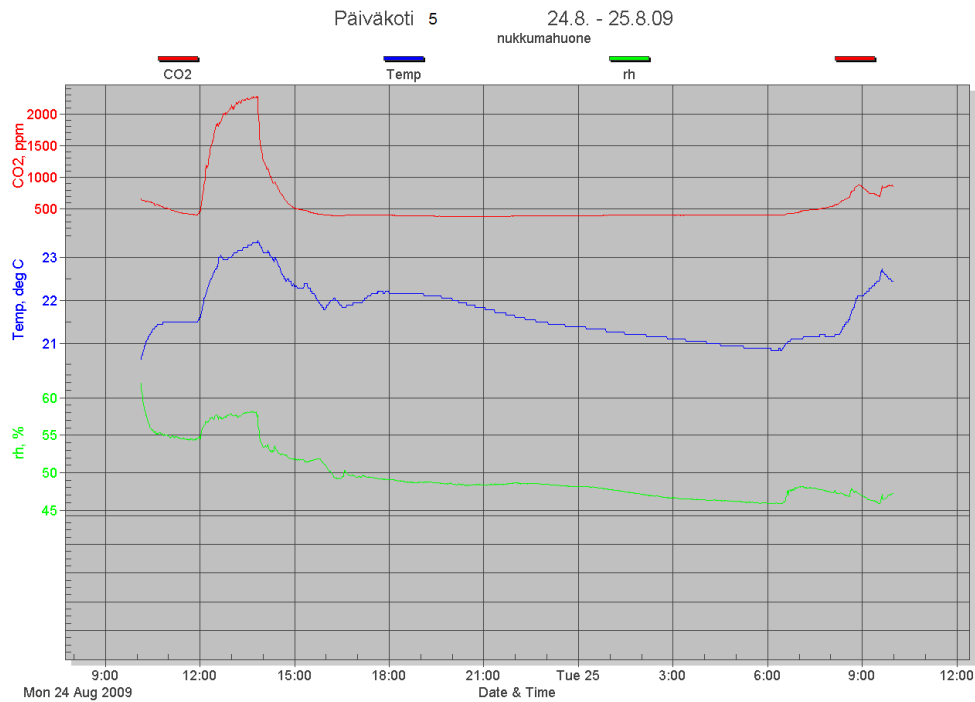
ylittänyt raja-arvoa. *Rppk 10*:stä mitattu aktinobakteeripitoisuus nousi kuitenkin sivuamaan raja-arvoa.

Kohteissa joissa aktinobakteeripitoisuudet olivat pieniä, mutta kokonaisbakteeripitoisuudet koholla, voidaan tulosten olettaa viittaavan kohteiden riittämättömään ilmanvaihtoon. Tällaisiksi kohteiksi voidaan luokitella päiväkodeista *pk 10*, *pk 14* ja *pk 19*. Mikrobimittausten perusteella ilmanvaihto saattaa olla riittämätöntä ryhmäperhepäiväkodeista kohteissa *rppk 1*, *rppk 3*, *rppk 5*, *rppk 6*, *rppk 7*, *rppk 8* ja *rppk 9*. Tulosten perusteella ryhmäperhepäiväkotien ilmanvaihdon riittävyys voidaan kyseenalaistaa, sillä kokonaisbakteeripitoisuus ylittyi yli puolella tutkituista kohteista. Toisaalta osassa ryhmäperhepäiväkodeista mikrobipitoisuudet olivat matalalla eikä näiltä osin ongelmaa ollut.

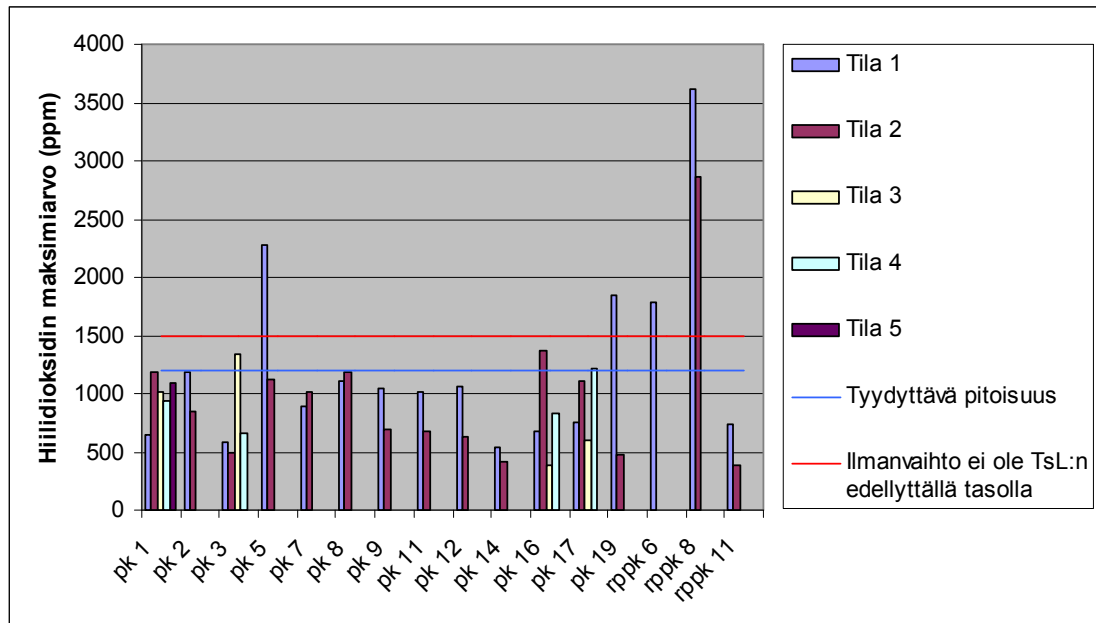
## **6.2 Lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidimittausten tulokset**

Lämpötila- kosteus- ja hiilidioksidimittauksia ei voitu suorittaa kaikissa kartoituskohteissa. Syynä tähän oli mittausajankohdan osuminen kesäajalle, jolloin moni päiväkotitai oli suljettuna tai niiden käyttöasteet olivat luotettavien mittausten aikaansaamiseksi liian alhaiset. Mittaukset suoritettiin sellaisissa kohteissa, joissa paikalla oli lapsia ja työntekijöitä normaali tai lähes normaali määrä. Pääosa kohteissa tehdyistä mittauksista toteutettiin nukkumahuoneissa, joiden tuloksia pidettiin ensisijaisena riittävän ilmanvaihdon ja viihtyvyyden kannalta.

Mittaustuloksista piirrettiin kuvaajat, joissa mitatut arvot sijoitettiin aika-akselille (kuva 6). Näin tuloksista voidaan helposti lukea maksimikuormituksen ajankohdat. Tässä kartoituksessa käsitellään ainoastaan hiilidioksidipitoisuusmittausten tuloksia. Kosteus- ja lämpötila -arvojen käsittely jätettiin tutkimuksen ulkopuolelle.



**KUVA 6. Esimerkki lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidimittausten tuloksista kohteesta *pk 5***



**KUVA 7. Hiilidioksidipitoisuuden maksimiarvot mittausjaksolla**

Hiilidioksidipitoisuusmittausten maksimiarvoista voidaan saada varsin hyvä kuva kohteiden ilmanvaihdon riittävydestä kuormituspiikin aikaan (kuva 7). Valtaosa päiväkodeista saavuttaa hiilidioksidipitoisuudelle annetun tyydyttävän rajan 1200 ppm. Tyydyttävän pitoisuuden ylittivät kohteissa *pk 3*, *pk 16* ja *pk 17*, mutta kaikki

ylitykset tapahtuivat ainoastaan yhden mittauksen osalta. Näin ollen näitä pitoisuuksia ei voida pitää selvänä osoituksena riittämättömästä ilmanvaihdosta.

Ilmanvaihdolle määritelty terveydellinen raja-arvo on hiilidioksidipitoisuutena mitattuna 1500 ppm. Tämän arvo ylittyi kohteissa *pk 5, pk 19, rppk 6 ja rppk 8*.

### 6.3 Kyselytutkimuksen tulokset

Kyselyyn vastasi yhteensä 168 päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien työntekijää. Edellytys vastaamiselle oli työntekijän vähintään vuoden mittainen työskentely tutkimuskohteessa. Työntekijöiksi laskettiin kaikki päiväkotirakennuksissa vakituisesti työskentelevät henkilöt. Kaikkien vastaajien keskimääräinen ikä oli 46,1 ja työskentelyaika tutkittavassa kohteessa 8,6 vuotta.

#### 6.3.1 Kyselyyn vastanneet

Sisäilmastokyselyn vastausprosentti ylsi 76 prosenttiin (Taulukko 6). Vastausprosenttia laskettaessa määrästä on vähennetty vastaajat, joiden työskentelyaika kartoituskohteessa on ollut alle vuoden. Näin ollen kyselyn todellinen vastaushalukkuus on hiukan vastausprosenttia suurempi. Vastausprosenttia voidaan pitää riittävänä tulosten tulkinnan kannalta, sillä toivottava vastausprosentti on 70 - 80 prosenttia [20]. Riittävän suurella vastausprosentilla vähennetään vääristymien syntymistä.

#### TAULUKKO 6. Kyselytutkimuksen vastausprosentti

	Työntekijöiden lukumäärä	Vastaajien lukumäärä	Vastausprosentti
Päiväkodit	185	139	75,1
Ryhmäperhepäiväkodit	27	22	81,5
kaikki	212	161	<b>75,9</b>

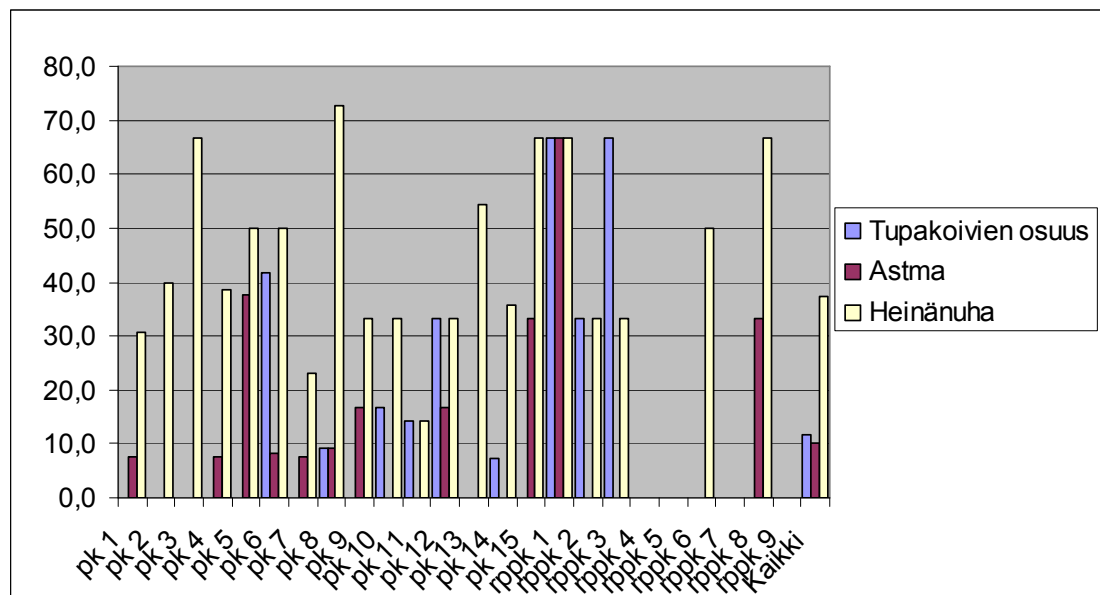
Usean päiväkodin sekä ryhmäperhepäiväkotien kohdalla vastaajien määrä jää hyvin pieneksi, eikä tutkimustuloksia voi pitää erityisen tarkkoina. Yksittäisen vastauksen vaikutus tulokseen on suuri, jolloin esimerkiksi jokin allergia voi vääristää tulosta merkittävästi. Vastauksia voidaan kuitenkin arvioida yhdessä saatujen mittaustulosten kanssa, jolloin voidaan saada kokonaisvaltaisempi kuva tutkimuskohteesta.



Kyselytutkimuksen vastauksia voidaan myös käsitellä kokonaisuuksina, jolloin vastaajamäärät ovat suurempia ja harhat pienempiä.

Kyselyyn vastanneista yli 96 prosenttia oli naisia.. Naiset ilmaisevat yleensä oireita miehiä herkemmin ja totuudenmukaisemmin [20]. Sukupuolijakauma miesten ja naisten välillä kartoituskohteissa on lähellä vastausten jakaumaa, joten tulosten ei voida olettaa vääristyvän.

Vastaajista 11 prosenttia raportoi tupakoivansa päivittäin (kuva 8). Lukua voidaan pitää suhteellisen alhaisena, sillä suomalaisista naisista keskimäärin 18 prosenttia tupakoi vuonna 2008 [25]. Suhteellisen alhainen tupakoivien määrä voidaan olettaa parantavan kyselyn luotettavuutta sisäilman aiheuttamien oireiden osalta. Toisaalta tupakoivat työntekijät näyttävät keskittyneen muutamaankin kohteeseen, joiden osalta prosentuaalinen osuus kasvaa suureksi.



**KUVA 8. Kartoituskohteiden työntekijöiden tupakoinnin, astman ja heinänuhan yleisyys prosentuaalisesti esitettynä**

Astman yleisyys vastaajajoukossa on hyvin lähellä keskimääräistä arvoa, eikä näin ollen ole merkittävä seikka (Kuva 8). Suomalaisista keskimäärin 6 prosenttia sairastaa jonkinasteisia astman oireita. Allergisen nuhan yleisyys vastaajissa on sitä vastoin hiukan kohonnut. Keskimäärin 30 prosenttia kärsii allergisesta nuhasta, joten kartoituskohteiden työntekijöillä tämä on noin 10 prosenttiyksikköä yleisempää. Heinänuhan sekä astman esiintyvyyksissä on lisäksi varsin suuria kohdekohtaisia

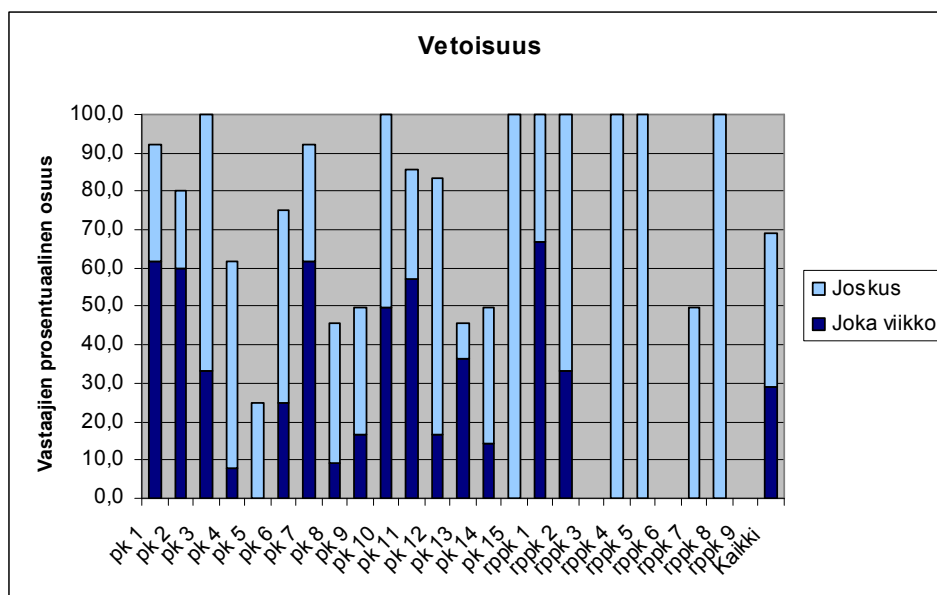
eroavaisuuksia, mikä voidaan ainakin osittain selittää vastaajien suhteellisen pienellä lukumäärällä.

Kyselytutkimuksessa käytetty kyselylomake liitteessä 1.

### 6.3.2 Työympäristö

Työympäristöä käsittelevät kysymykset muodostivat kyselytutkimuksen ensimmäisen puoliskon. Kysymysten avulla pyritään saamaan kokonaiskuva kohteen sisäilman laadusta, sekä mahdollisista ongelmista. Vastauksista on mahdollista piirtää kuvaajat, joita voidaan tulkita erilaisten vastausprofiilien perusteella. Silloin voidaan arvioida myös huonon sisäilman syitä. Kohdekohtaiset kuvaajat työympäristöstä löytyy opinnäytetyön liitteistä 2 - 25.

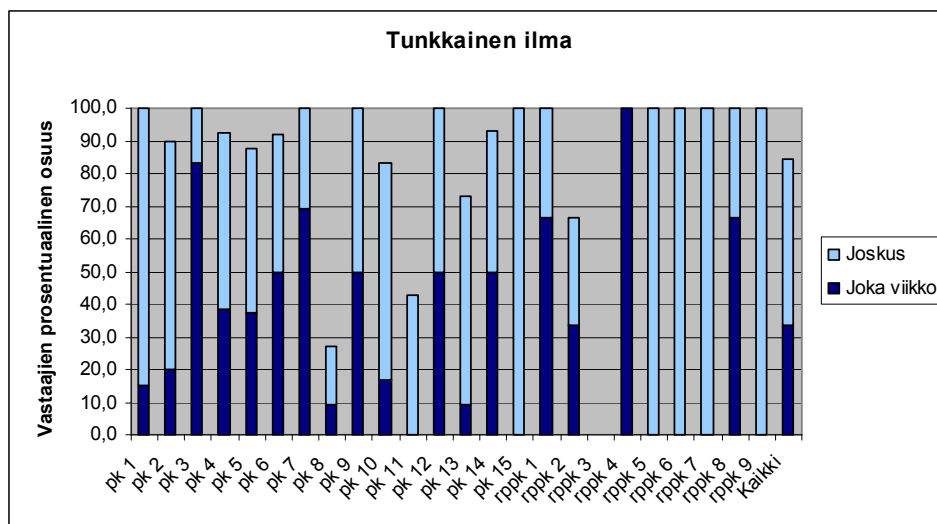
Tässä kartoituksessa lähtökohdaksi on otettu kohteiden keskinäinen vertailu, joten sisäilmastoprofiileja ei ole käsitelty. Tulokset on esitetty kysymyskohtaisilla kuvaajilla, joista ilmenee kaikkien kohteiden vastausprosentit. Kuvissa on esitetty myös kaikkien kohteiden keskimääräiset vastausprosentit. Kohtien ”Kaikki” keskimääräiset vastausprosentit ovat painotettuja keskiarvoja, joissa on huomioitu kohteiden vastaajien lukumäärät. Näin ollen esimerkiksi ryhmäperhepäiväkotien vähäinen vastaajien lukumäärä ei vääristä keskiarvoa. Ryhmäperhepäiväkotien vastausprosentteja tuleekin käsitellä kriittisesti juuri vastaajien vähäisyydestä riippuen.



**KUVA 9. Kysymykseen ”Vetoisuus” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

Vetoisuuden tunnetta viikoittain kokee noin 30 prosenttia vastaajista (kuva 9). Harvemmin vetoisuus on ongelma noin 40 prosentille. Luvut ovat varsin suuria, mutta osassa kohteista luvut ovat huomattavasti keskiarvoa matalammat. Ryhmäperhepäiväkotien tuloksia voidaan pitää päiväkoteja matalampana varsinkin viikoittaisten ongelmien suhteen. Päiväkotien suuremmat ja avarammat tilat voivat selittää vedon tunteen yleisyyttä.

Vastausten perusteella ilman tunkkaisuus näyttäisi olevan todellinen ongelma (kuva 10). Kaikista vastaajista lähes 85 prosenttia kokee ilman tunkkaiseksi ainakin joskus. Viikoittain tunkkaisuutta kokee kolmannes vastaajista. Jatkuvaa tunkkaisuutta kokevien määrä on pienin päiväkotikohteissa *pk 1*, *pk 2*, *pk 8*, *pk 10*, *pk 11* ja *pk 15*.

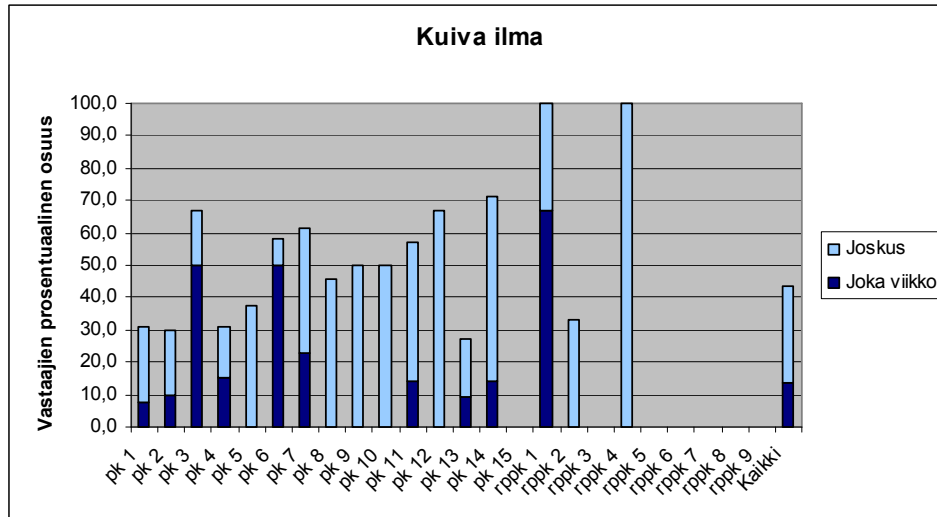


**KUVA 10. Kysymykseen ”Tunkkainen ilma” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

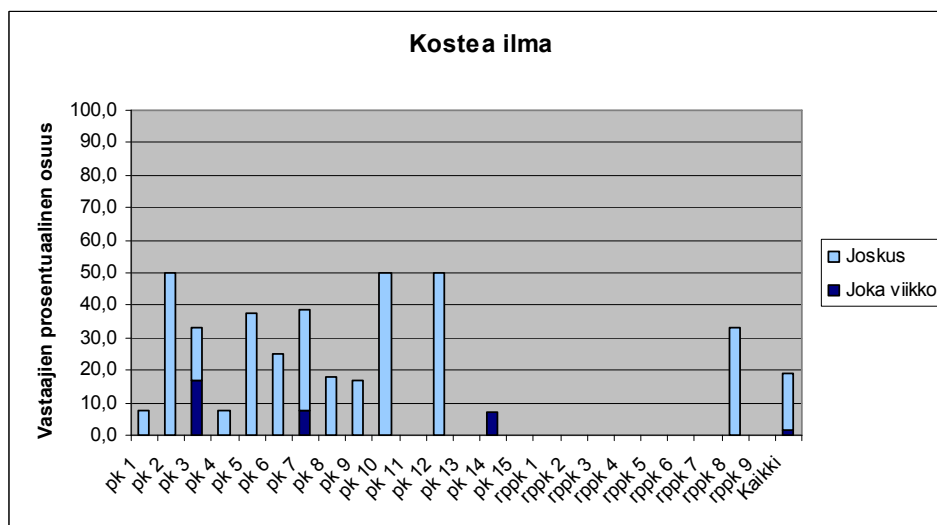
Ilman kuivuus ei näyttäisi olevan merkittäviä ongelma päiväkodeissa (kuva 11). Kuivaksi sisäilman kokee noin 40 prosenttia työntekijöistä. ”Kyllä” vastaajista vain noin kolmannes kokee ongelmaa viikoittain. Kuiva ilma on talvella hyvin yleistä, joten siihen voidaan osaltaan olla totuttu eikä sitä nähdä ongelmaksi.

Kohteiden sisäilman liiallinen kosteus ei ole ongelma ainakaan yleisellä tasolla (kuva 12). Joka viikko ilman kokee kosteaksi alle 2 prosenttia työntekijöistä. Tuloksissa on kuitenkin hajontaa ja joissain kohteista jopa puolet kokee ilman kosteaksi ainakin

joskus. Vastausten perusteella kostean sisäilman kokeminen on yleisempää päiväkodeissa kuin ryhmäperhepäiväkodeissa. Kesäisin sisäilman kosteus on luonnostaankin varsin kostea, mutta talviaikainen kosteus voi viitata rakenteista tulevaan kosteuteen.



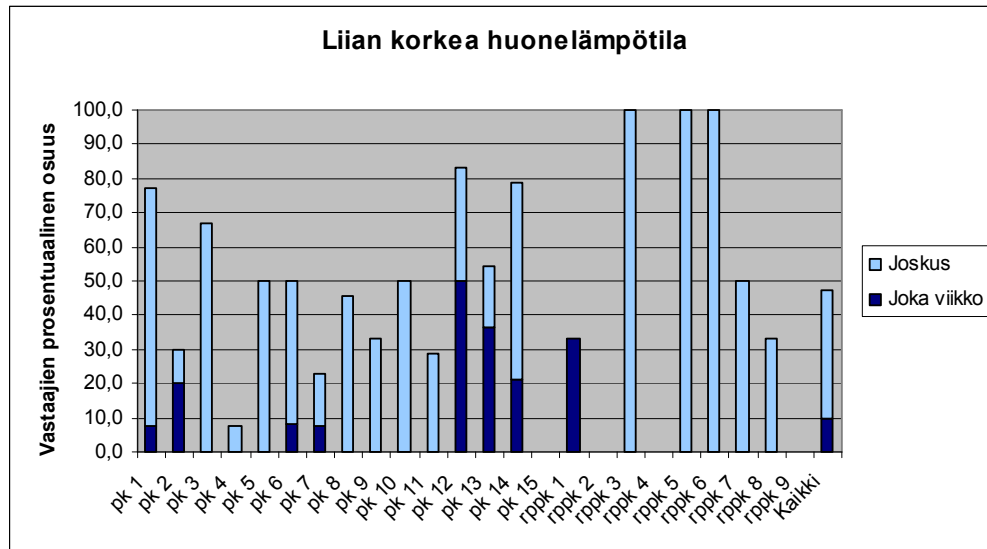
KUVA 11. Kysymykseen ”*Kuiva ilma*” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä



KUVA 12. Kysymykseen ”*Kostea ilma*” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä

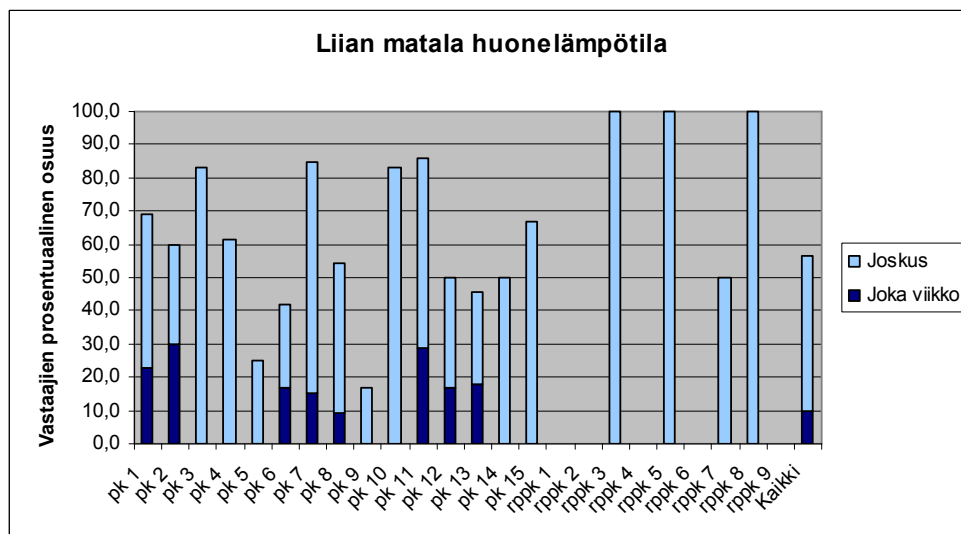
Suurin osa huonelämpötilojen kokemiseen liittyvistä ongelmista vaikuttaisi olevan tilapäisiä, sillä ”*Joskus*” vastaajien osuus on suuri. Tällaisia tapauksia syntyy helposti esimerkiksi kesällä, jolloin huonelämpötila voi kohota luonnostaan epämiellyttävän korkealle. Joissain päiväkotikohteissa sisälämpötilan epämiellyttävää tasoa pidetään myös viikoittaisena.

Liian korkeaa lämpötilaa viikoittain kokee noin 10 prosenttia kohteiden työntekijöistä (kuva 13). Eniten jatkuvia ongelmia esiintyi päiväkodissa *pk 12*. Kohteessa jopa 50 prosenttia koki lämpötilan korkeaksi viikoittain.

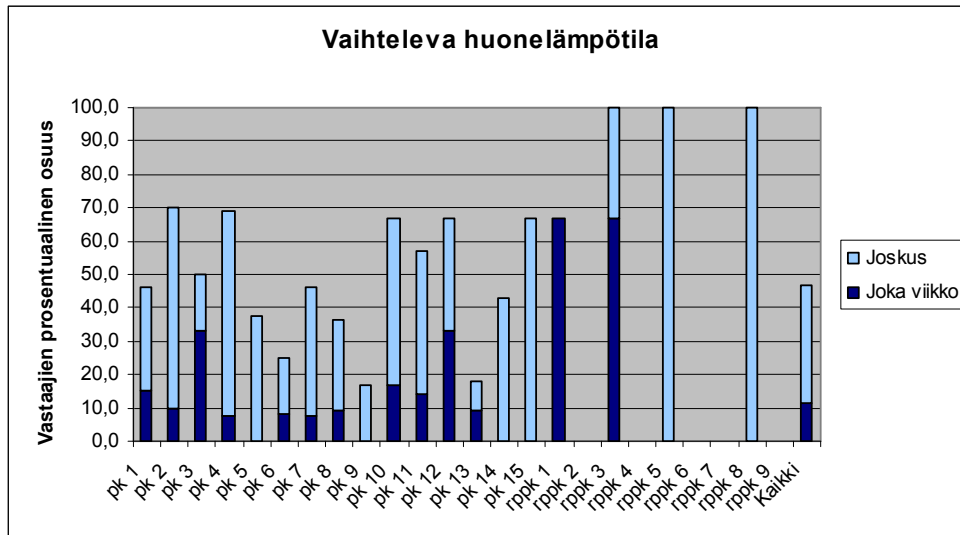


**KUVA 13. Kysymykseen ”Liian korkea huonelämpötila” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

Viikoittain liian matalasta sisälämpötilasta kärsii myös noin 10 prosenttia vastaajista (kuva 14). Suurimmat vastausprosentit löytyivät kohteista *pk 2* ja *pk 11*. Ajoittain liian matalaa huonelämpötilaa kertoo kokevansa yhteensä yli 45 prosenttia työntekijöistä. Myös lämpötilan vaihtelevaisuutta kokee säännöllisesti noin 10 prosenttia (kuva 15). Vaihteleva lämpötila voidaan käsittää joko lämpötilan muutoksilla tilassa tai eri tilojen välisillä lämpötilojen eroilla.

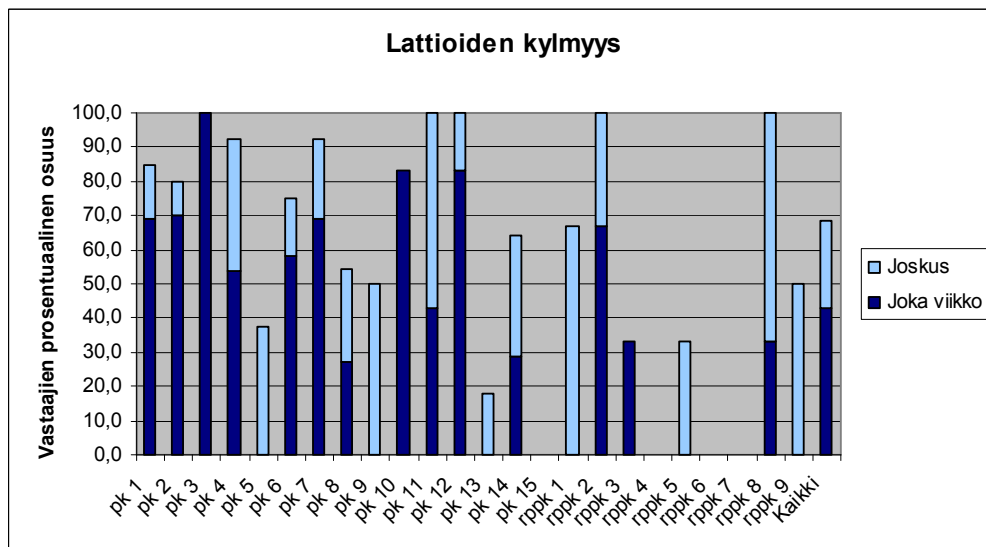


**KUVA 14. Kysymykseen ”Liian matala huonelämpötila” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

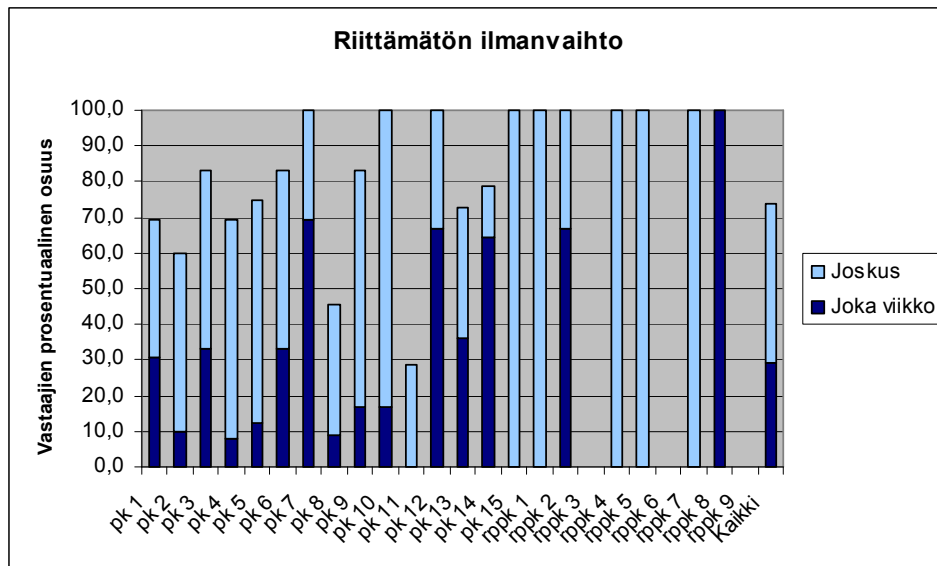


**KUVA 15. Kysymykseen ”Vaihteleva huonelämpötila” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

Kyselytutkimuksen lämpöoloja kartoittavissa kysymyksissä lattioiden kylmyys nousi esiin selvästi muiden joukosta (kuva 16). Työntekijöistä jopa 43 prosenttia piti työpaikkansa lattiaa kylminä viikoittain. Lisäksi ajoittaista kylmyyttä koki 25 prosenttia vastaajista. Vastauksissa löytyi suuria eroavaisuuksia, sillä esimerkiksi kohteen *pk 3* lattiaa piti aina kylmänä kaikki vastaajat, kun taas *pk 15*:sta kukaan ei kokenut vastaavaa. Vastausten perusteella lattioiden kylmyys oli pienin ongelma päiväkodeissa *pk 5*, *pk 9*, *pk 13* ja *pk 15*.

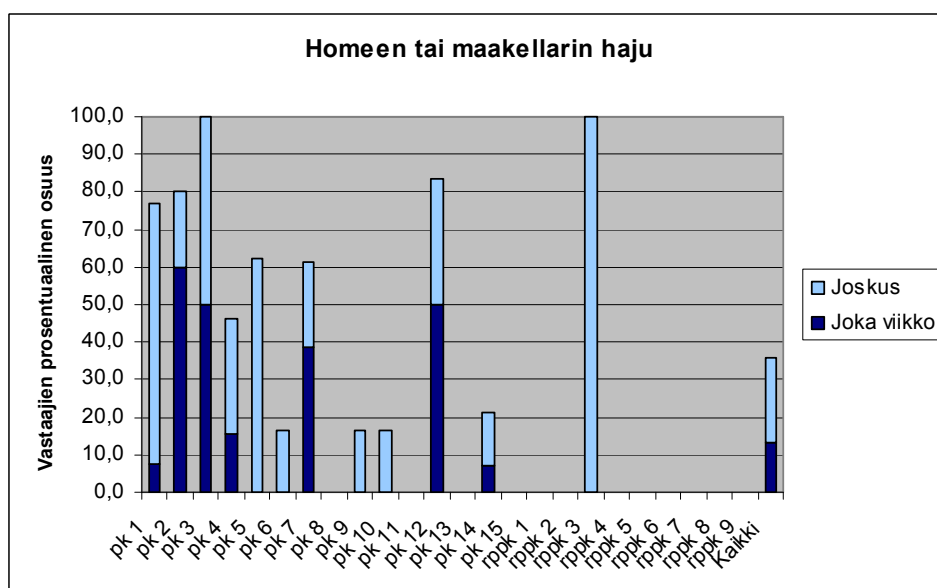


**KUVA 16. Kysymykseen ”Lattioiden kylmyys” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**



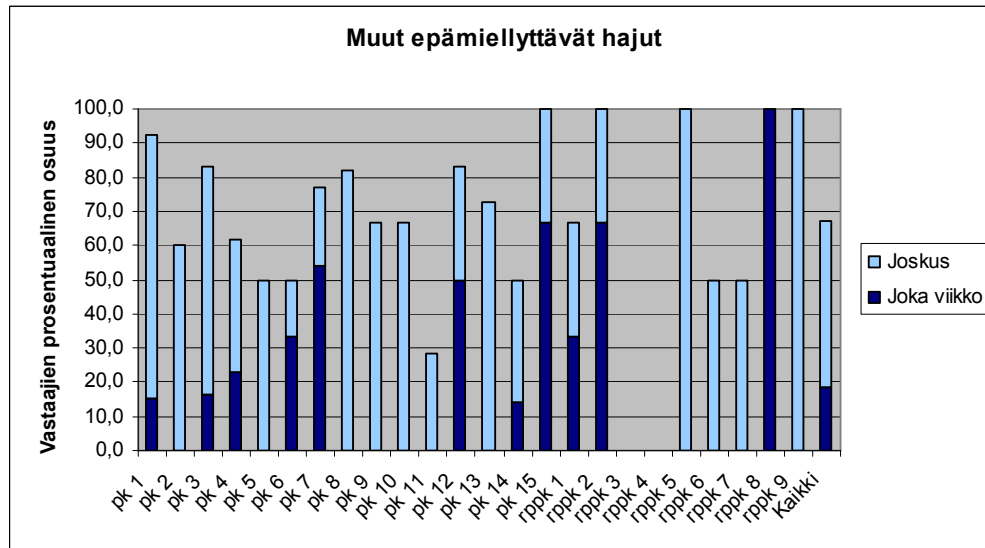
**KUVA 17. Kysymykseen ”*Riittämätön ilmanvaihto*” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

Kartoituskohteiden työntekijöistä ilmanvaihtoa piti riittämättömänä lähes 30 prosenttia (kuva 17). Lisäksi lähes 45 prosentin mielestä se oli riittämätöntä ajoittain. Päiväkotikohteista selvästi muita paremman tuloksen saivat *pk 8* ja *pk 11*. Riittävä ilmanvaihto vaikuttaa sisäilmanlaatuun merkittävästi ja se voi vähentää muiden ongelmien vakavuutta. Toisaalta jotkin sisäilman ongelmat voidaan ajatella johtuvan riittämättömästä ilmanvaihdosta, vaikka ne johtuisivat todellisuudessa jostain muusta. Myös tunnistamattomat tai vaikeasti selitettävät ongelmat voidaan ilmoittaa johtuvan huonosta ilmanvaihdosta.



**KUVA 18. Kysymykseen ”*Homeen tai maakellarin haju*” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

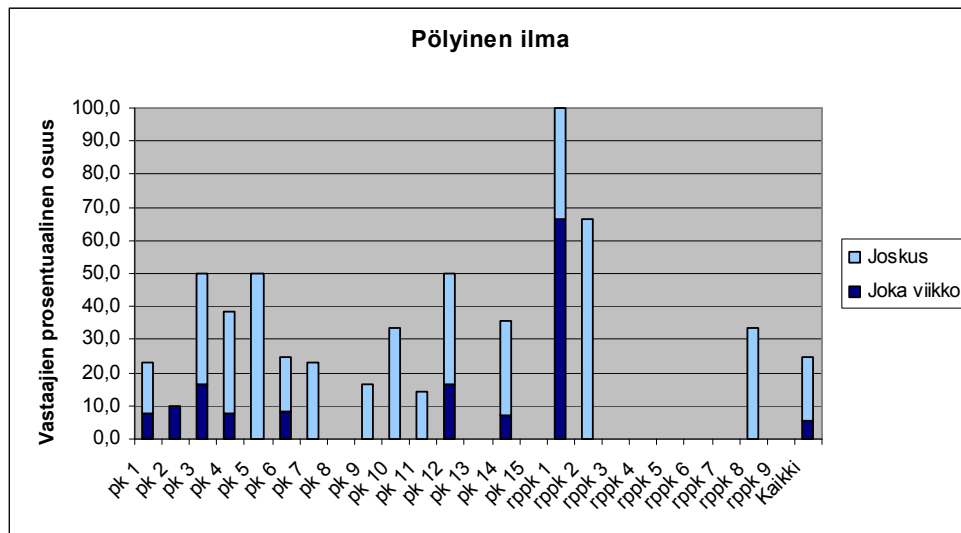
Homeen tai maakellarin hajua työpaikallaan ilmoitti yhteensä noin 35 prosenttia vastaajista (kuva 18). Hajun kokeminen keskittyi vahvasti kohteisiin *pk 2*, *pk 3*, *pk 7* ja *pk 12*. Myös muita epämiellyttäviä hajuja pidettiin ajoittain melko yleisenä (kuva 19). Viikoittaisista hajuhaitoista yleisin oli viemärin haju. Yleensä sitä esiintyi etenkin vähän käytettyjen vesipisteiden ja lattiakaivojen yhteydessä, jolloin syynä on todennäköisesti vesilukon kuivuminen.



**KUVA 19. Kysymykseen ”Muut epämiellyttävät hajut” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

Pölyistä ilmaa ei pidetty jatkuvana ongelmana millään päiväkodilla (kuva 20). Pölyinen ilma saattaisi olla merkki ilmanvaihdon vähäisyydestä tai tuloilman riittämättömästä suodattamisesta. Ulkoilman huonosta suodatuksesta saattaisi aiheutua myös muita ongelmia esimerkiksi ilmanvaihtokanavissa, jonne kertyvä pöly ja lika saattaa toimia hyvänä kasvualustana mikrobeille. Runsas ja jatkuva ikkunatuuletus saattaa myös lisätä ilman pölyisyyttä, jos ulkoilmassa on esimerkiksi runsaasti katupölyä. Ryhmäperhepäiväkodeista *rppk 1* ja *rppk 2* tulokset olivat merkittävästi korkeammalla.

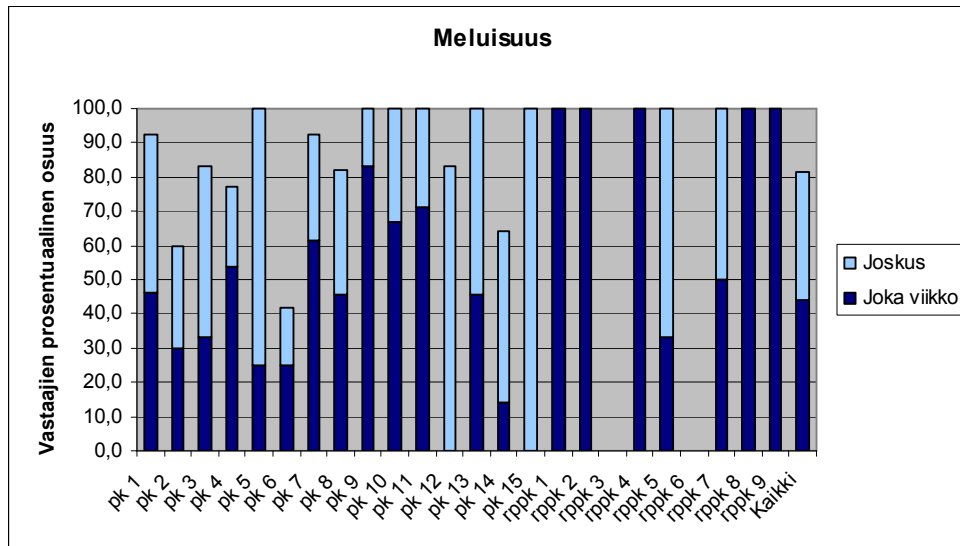




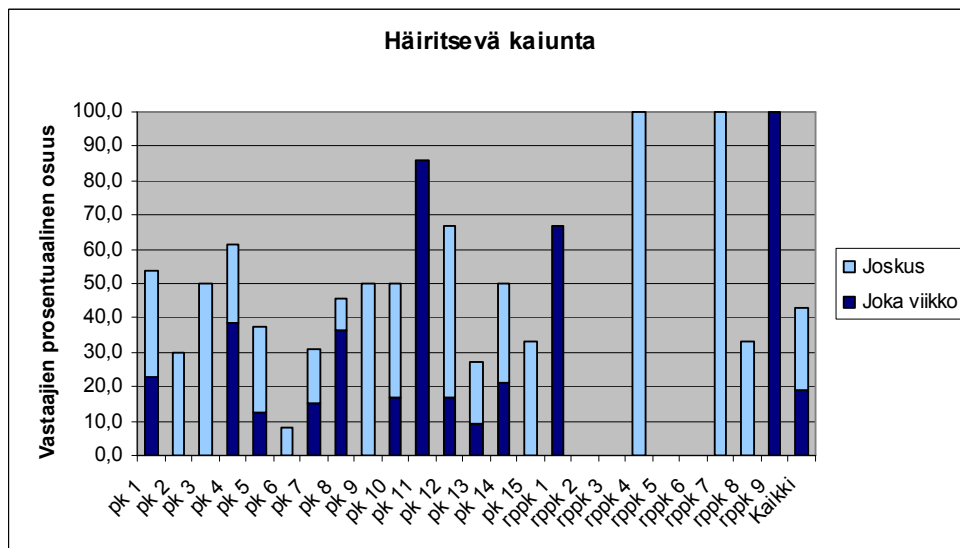
**KUVA 20. Kysymykseen ”Pölyinen ilma” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

Meluisuutta koetaan yleisesti lähes kaikissa kartoituskohteissa (kuva 21). Melulähteitä päiväkodeissa riittää, joten kysymys on lähinnä sen häiritsevyyden minimoinnista. Kasvatuksellisilla menetelmillä voidaan varmaankin tilannetta helpottaa, mutta kaiun estäminen tai vaimentaminen tulee ottaa ensimmäisenä huomioon.

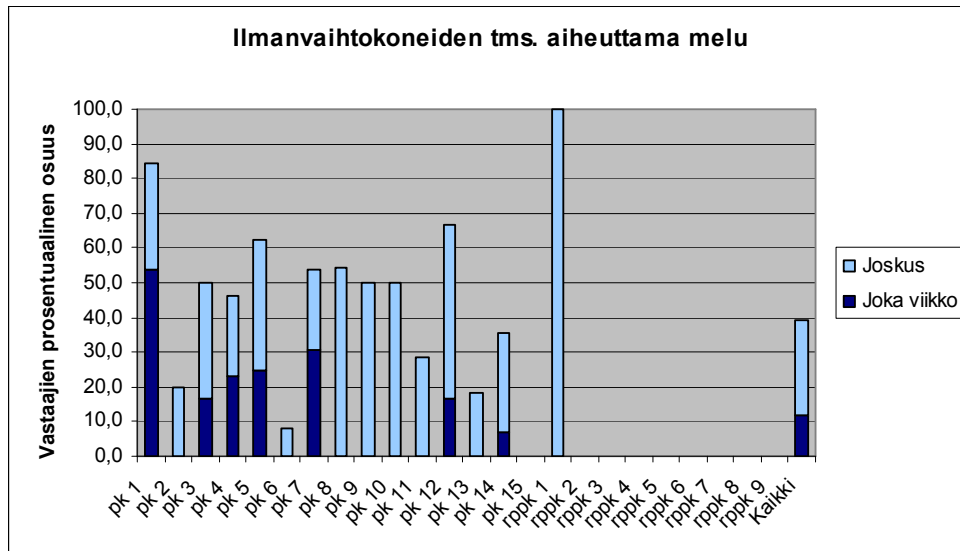
Häiritsevää kaiuntaa kohteissa kokeekin huomattavasti pienempi joukko työntekijöistä (kuva 22). Jatkuvana kaiunta näyttäisi häiritsevän päiväkodeista eniten kohteessa *pk 11*. Ilmanvaihtokoneiden aiheuttamaa melua pidetään varsin yleisenä monessa päiväkodissa (kuva 23). Vastausten perusteella jatkuvaa ongelmaa ilmanvaihtokoneiden melusta on varsinkin päiväkodissa *pk 1*.



**KUVA 21.** Kysymykseen ”*Meluisuus*” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä



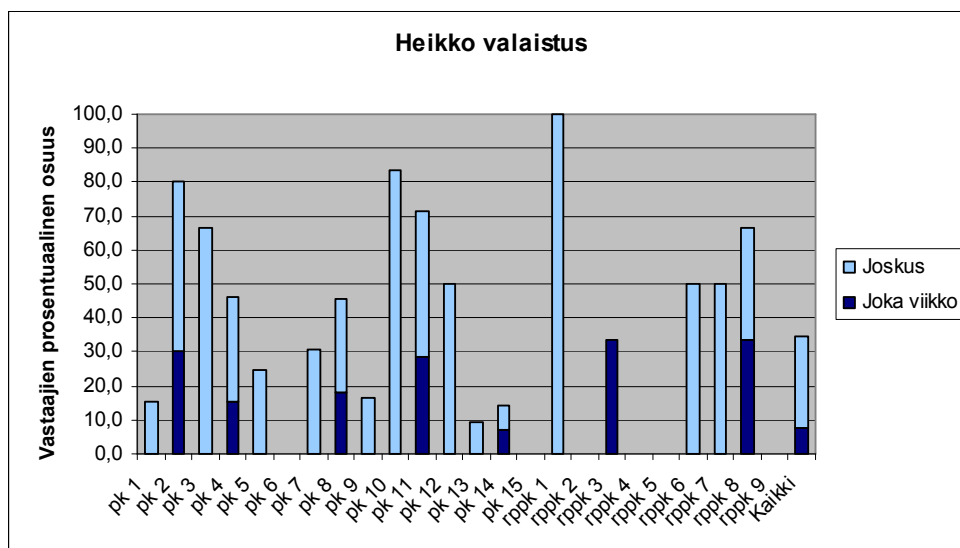
**KUVA 22.** Kysymykseen ”*Häiritsevä kaiunta*” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä



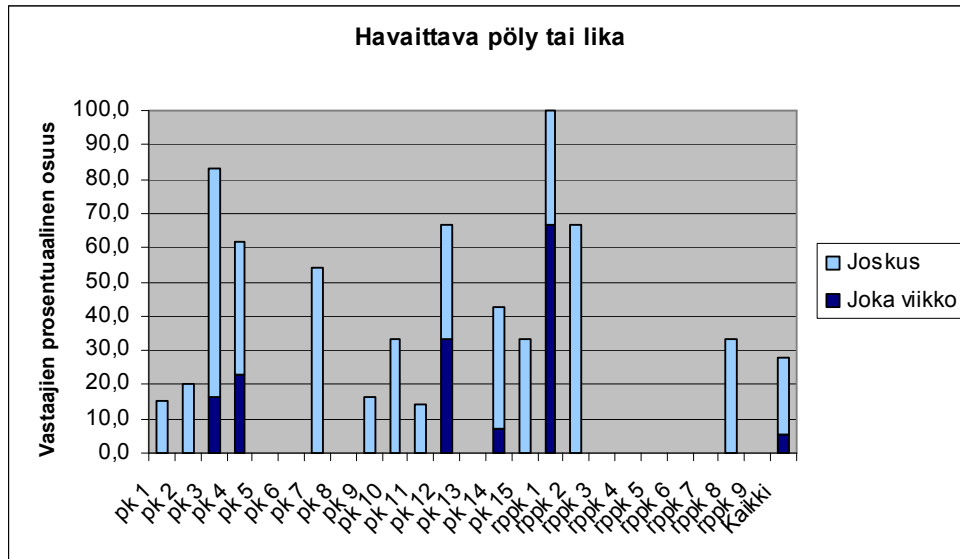
**KUVA 23. Kysymykseen ”Ilmanvaihtokoneiden tms. aiheuttama melu” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

Heikkoa valaistusta pidettiin viikoittaisena ongelmana alle 10 prosentissa kohteista (kuva 24). Päiväkotikohteista *pk 2* ja *pk 11* vastaajien lukumäärä ylsi kuitenkin noin 30 prosenttiin. Useissa päiväkotikohteissa kerrottiin valaistuksen olleen ongelma, joka on kuitenkin viime vuosien aikana korjattu valaisimia lisäämällä.

Havaittavan pölyn ja lian yleisyydellä pyritään kartoittamaan yleisen siisteyden ja siivouksen tasoa. Pölyä ja likaa havaittiin eniten päiväkotikohteista *pk 3*, *pk 4*, *pk 7* ja *pk 12*:sta (kuva 25). Ryhmäperhepäiväkodeista *rppk 1* ja *rppk 2* tulokset olivat muita korkeampia.

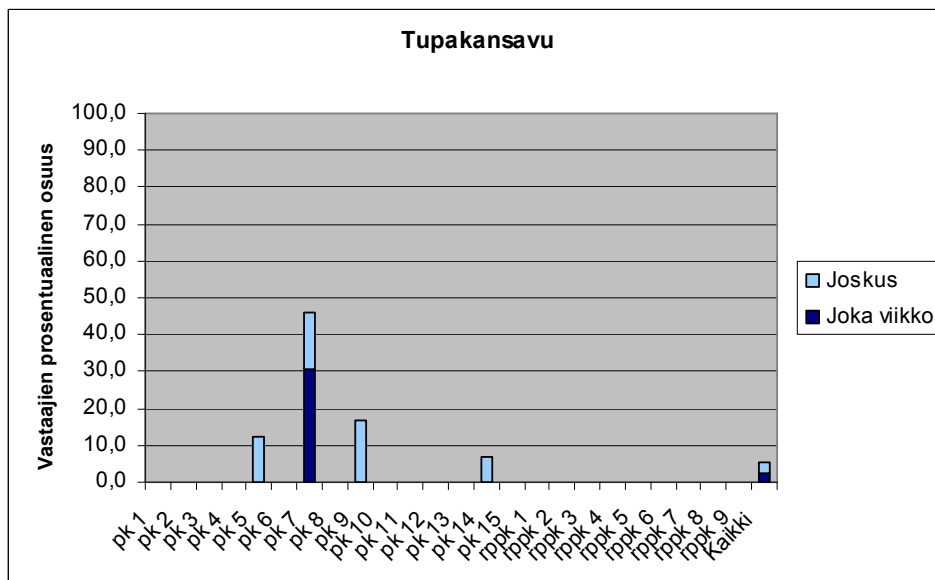


**KUVA 24. Kysymykseen ”Heikko valaistus” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**



**KUVA 25. Kysymykseen ”Havaittava pöly tai lika” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

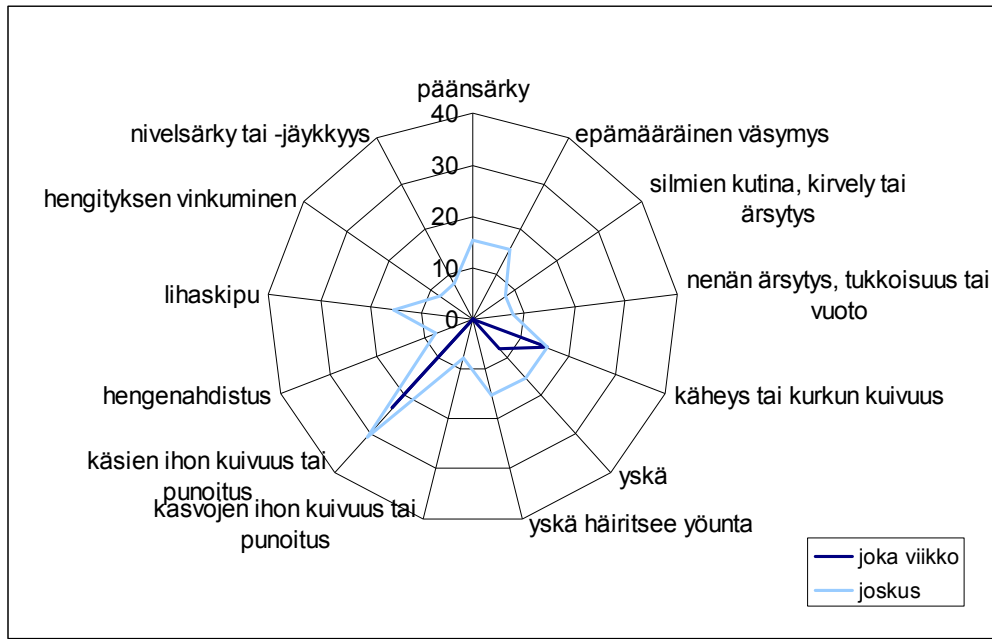
Päivähoitokohteissa tupakansavun aiheuttamat hajuhaitat ovat hyvin harvinaisia. Ainoastaan kohteessa *pk 7* tupakansavua pidetään jatkuvana ongelmana (kuva 26). Kohteessa tupakansavu kerrottiin kulkeutuvan ilmanvaihtokoneistojen välityksellä muualta kiinteistöstä. Kyseinen päiväkotito on sijoitettu kerrostalon yhteyteen.



**KUVA 26. Kysymykseen ”Tupakansavu” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä**

### 6.3.3 Oireet

Kyselytutkimuksessa kartoitettiin myös työntekijöiden oireita. Oirekyselyssä kysyttiin oireita, jotka saattavat liittyä huonoon sisäilmaan. Oirekyselyn tuloksista piirrettiin kuvaajat, joista oireiden laatua ja esiintyvyyttä voidaan arvioida (kuva 27).



**KUVA 27. Esimerkki oirekyselystä laaditusta kuvaajasta kohteesta *pk 7***

Kartoituskohteiden oirekyselyiden vastauksia voidaan käyttää osana terveyshaitan lähteiden selvitystä. Oireiden tarkempi tulkinta ja analysointi vaatisivat kuitenkin riittävää asiantuntemusta terveydenhuollosta ja oireiden esiintymisestä. Sellaista tietotaitoa minulla ei ole, joten oirekyselyjen tuloksia käytetään tässä tutkimuksessa ainoastaan mitattujen tekijöiden ja oireiden korrelaatioiden tutkimisessa. Näitä riippuvuuksia käsitellään kappaleessa tulosten analysointi. Tarkempaa tarkastelua varten kohdekohtaiset kyselytutkimuksen tulokset löytyvät tämän opinnäytetyön liitteistä 2 - 25. Kyselytutkimuksen kohdekohtaisista tuloksista löytyvät myös oirekyselystä laaditut kuvaajat.

## 7 TULOSTEN ANALYSOINTI

Mittaustulosten sekä kyselytutkimusten vastausten analysoinnissa keskeisintä on löytää helposti ymmärrettävä ja looginen tapa arvioida eri tuloksia keskenään. Näin voidaan muodostaa kokonaisarvio kohteiden sisäilman laadusta ja viihtyisyydestä.

Kartoituskohteet pystytään luokittelemaan sisäilmastokyselyn vastausten perusteella. Kyselyn tulokset eivät ole kuitenkaan yhtä käyttökelpoisia tai tilastollisesti merkittäviä kaikissa kartoituksessa mukana olleissa kohteissa. Etenkin kaikkien ryhmäperhepäiväkotien työntekijöiden lukumäärä on niin pieni, ettei tilastollisesti luotettavaa kyselytutkimustulosta voi saada. Vastauksia voidaan kuitenkin käsitellä osana kokonaiskuvaa, joka muodostuu yhdistämällä kaikki tekniset mittaustulokset sekä kyselytutkimuksen tulokset yhteen.

Pienissä kohteissa, kuten ryhmäperhepäiväkodeissa, teknisten mittaustulosten merkittävyys kasvaa arvioitaessa kokonaisuutta. Kohteissa joiden työntekijämäärät ovat suurempia, kyselytulosten tilastollinen luotettavuus kasvaa. Näin ollen suurien päiväkotikohteiden arvioinnissa kyselytutkimusta voidaan käyttää tehokkaasti mittausten tukena.

### 7.1 Sisäilmanlaatu ja viihtyisyys kartoituskohteissa

Riittämätön ilmanvaihto nousi tulosten perusteella yleisimmäksi sisäilmanongelmaksi kartoituskohteissa. Kyselytutkimuksen vastausten perusteella ilmanvaihto on riittämätöntä lähes kaikissa kohteissa, tosin päiväkotikohteissa *pk 7*, *pk 12* ja *pk 14* tulokset ovat hiukan muita korkeammat. Kohteessa *pk 7* ilmanvaihdon huonosta toiminnasta kertoo myös tupakansavun kulkeutuminen sisätiloihin. Sekä hiilidioksidipitoisuuksien että kokonaisbakteerien määrän perusteilla ilmanvaihto on puutteellista monissa päiväkotikohteissa.

Hiilidioksidiarvot ylittivät 1500 ppm:n rajan kuitenkin ainoastaan kohteissa *pk 5* ja *pk 19*. Kokonaisbakteeripitoisuudet ylittivät 4500 pmy/m<sup>3</sup> rajan kohteissa *pk 1*, *pk 6*, *pk 7*, *pk 10*, *pk 14*, *pk 15*, *pk 17*, *pk 18* ja *pk 19*. Bakteeripitoisuudet ylittyivät siis vajaalla

puolella päiväkotikohteista. Yhteensä yli 70 prosenttia kaikista ilmanäytteiden kokonaisbakteeripitoisuuksista jäi alle määritellyn raja-arvon.

Ryhmäperhepäiväkodeissa mikrobimittausten tulokset olivat myös korkealla useassa kohteessa. Kokonaisbakteeripitoisuudet ylittivät raja-arvot kohteissa *rppk 1*, *rppk 3*, *rppk 5*, *rppk 6*, *rppk 7*, *rppk 8*, ja *rppk 9*. Pitoisuudet ylittyivät siten yli puolella ryhmäperhepäiväkodeista. Hiilidioksidipitoisuudet olivat koholla ryhmäperhepäiväkodeista *rppk 6* ja *rppk 8*:ssa.

Riittämättömän ilmanvaihdon lisäksi joidenkin päiväkotikohteiden osalta oli viitteitä myös muihin sisäilmaongelmiin ja kosteusvaurioihin. Kosteusvaurioihin viittaavat ilman mikrobimittauksista saadut aktinobakteeripitoisuudet, jotka olivat koholla kohteissa *pk 6* ja *pk 7*. Kyselytutkimuksessa homeen ja maakellarin hajusta kärsittiin etenkin kohteissa *pk 2*, *pk 3*, *pk 7* ja *pk 12*. Näissä kohteissa hajujen alkuperää tulisi selvittää tarkemmin.

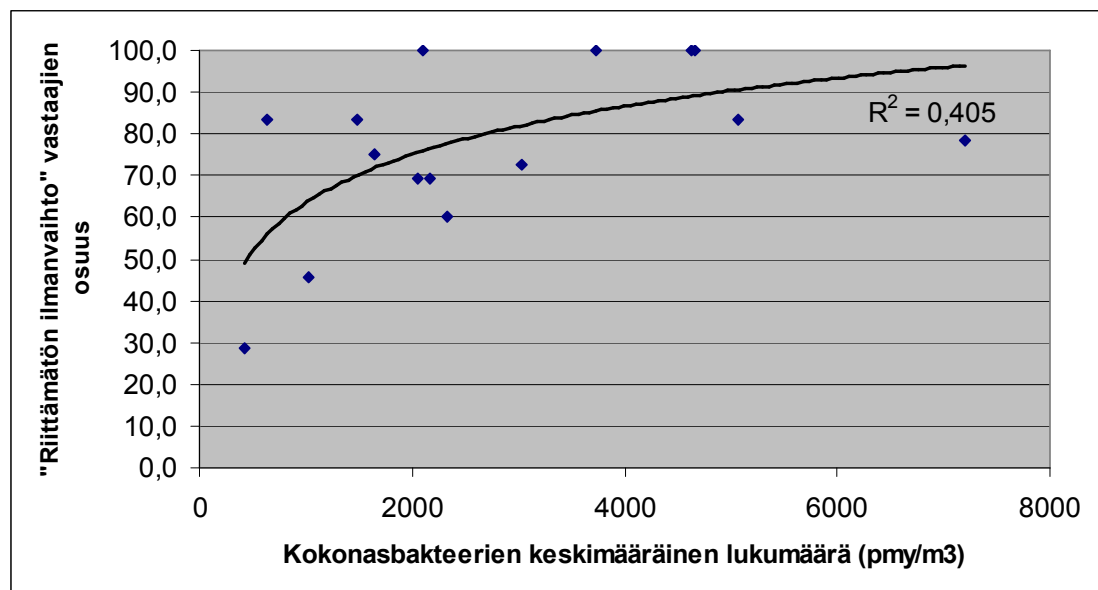
Tässä kartoituksessa tehdyt mittaukset ovat luonteeltaan yksittäisiä ja niitä tulee käsitellä niille kuuluvalla painoarvolla. Kyselytutkimuksella kerätyt tiedot voivat antaa vahvistusta mittaustuloksille, mutta etenkin pienissä kohteissa kyselyinkin epävarmuustekijät ovat suuret. Näin ollen ympäristöterveyshuollon tulee harkita jatkotutkimuksia ja mittauksia kohteisiin, joissa havaittiin ongelmia. Uusintamittauksilla voidaan varmistaa esimerkiksi ilmanvaihdon riittämättömyys. Tupakansavun kulkeutumista päiväkodin sisätiloihin (*pk 7*) tulee selvittää tarkemmin sekä puuttua mahdolliseen ongelmaan.

## **7.2 Kyselytutkimuksen ja mittaustulosten välinen riippuvuus**

Tämän opinnäytetyön yhtenä tavoitteena oli kyselytutkimuksen ja tehtyjen teknisten mittausten välisten riippuvuuksien tarkastelu. Vertailemalla tuloksia toisiinsa tavoitteena oli saada kokonaisvaltainen käsitys sisäilman laadusta. Koska pelkkä mittauksilla kerätty tieto ei kerro kaikkea mittaussympäristön viihtyisyydestä tai tilanteesta muulloin kuin mittaushetkellä, voidaan kyselytutkimuksen vastausten avulla tätä selvittää.

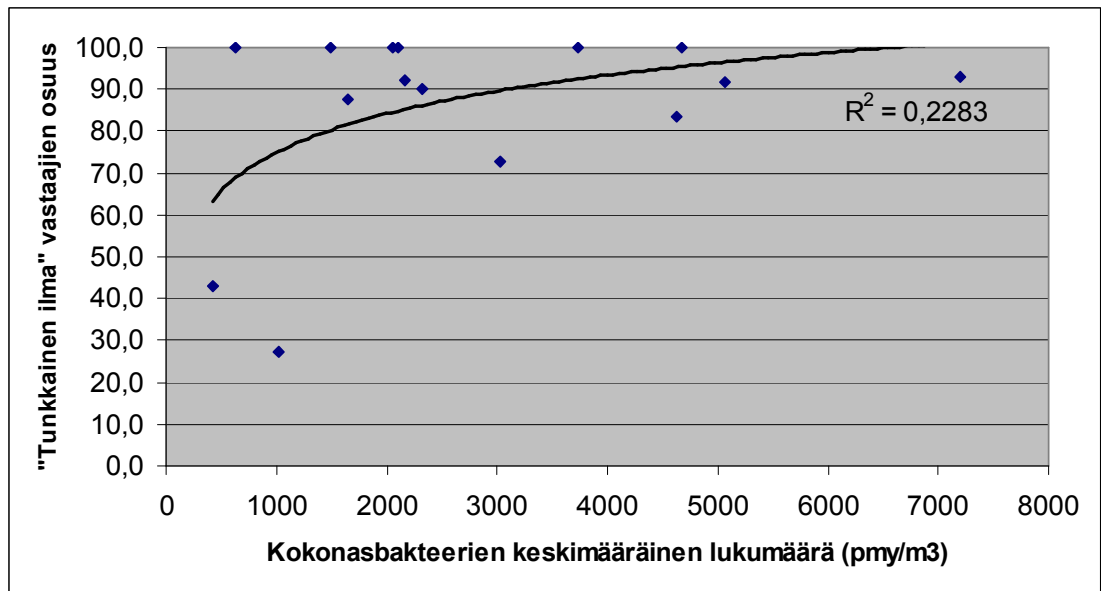
Kyselytutkimuksen vastausten ja mittaustulosten välisen riippuvuuden tarkastelussa on käytetty ainoastaan päiväkodeista saatuja kysely- ja mittaustuloksia. Ryhmäperhepäiväkodeista saadut kyselytutkimustulokset eivät ole erittäin pienen vastaajamääränsä vuoksi tarkastelussa tilastollisesti käyttökelpoisia. Suurimmassa osassa ryhmäperhepäiväkoteja kyselyyn vastanneiden työntekijöiden määrä jää kolmeen tai sen alle. Näin pieni vastaajien lukumäärä aiheuttaa epävarmuustekijöitä vastausten tulkinnassa.

Vahvimmat riippuvuudet työympäristöä koskevien kysymysten ja suoritettujen mittausten välillä syntyivät ilmanlaatua käsittelevien kysymysten kanssa. ”*Riittämätön ilmanvaihto*” kysymykseen ”*kyllä, joka viikko*” tai ”*kyllä, joskus*” vastanneiden prosentuaalinen osuus korreloi varsin vahvasti mitattujen kokonaisbakteeripitoisuuksien kanssa (kuva 28). Heikkoa riippuvuutta voidaan löytää myös ”*Tunkkainen ilma*” vastaajien kanssa (kuva 29). Tulosten perusteella voidaan todeta, että kokonaisbakteeripitoisuus todellakin viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon ja sitä kautta huonoksi ja tunkkaiseksi koettuun sisäilmaan.



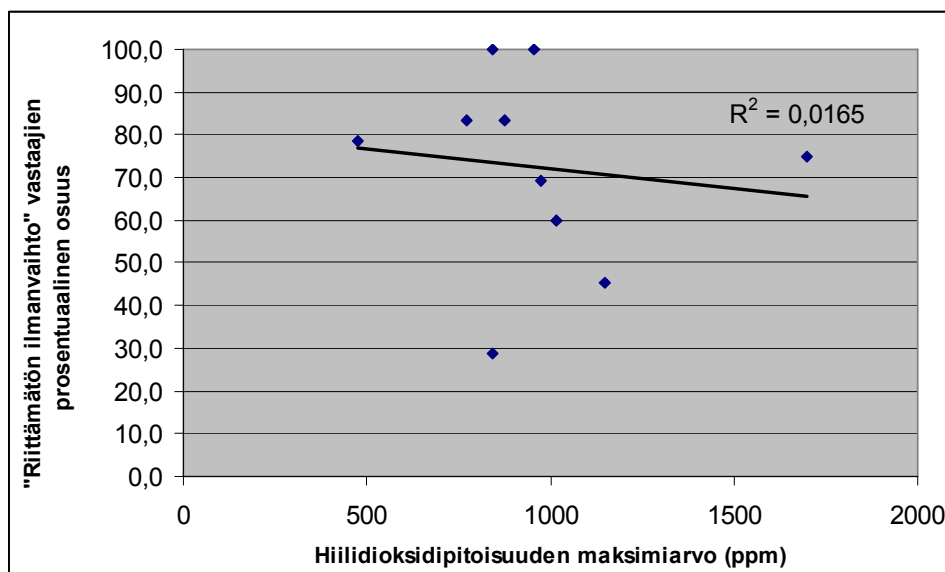
**KUVA 28.** Kokonaisbakteeripitoisuuden ja ”*riittämätön ilmanvaihto*” vastaajien välinen riippuvuus



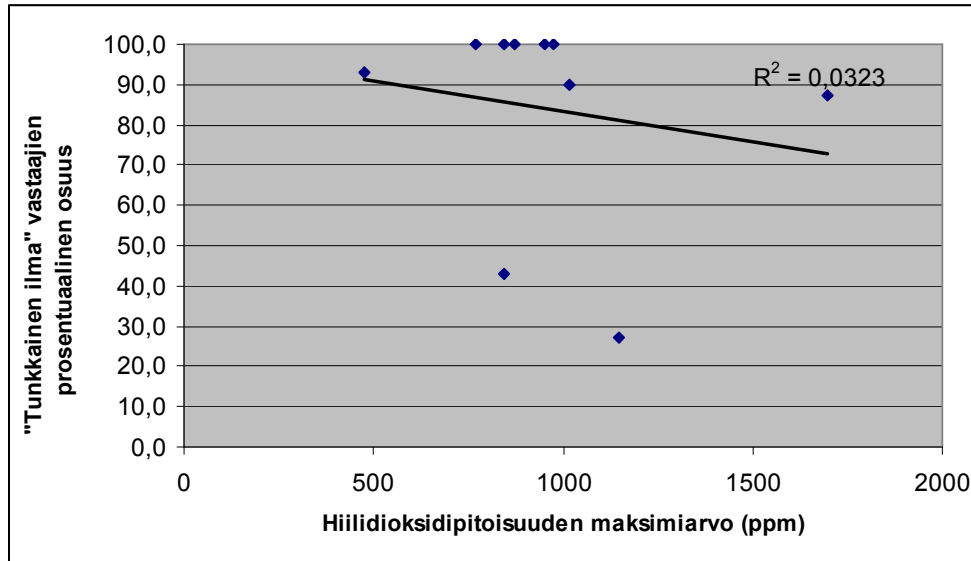


**KUVA 29. Kokonاسبakteeripitoisuuden ja ”tunkkainen ilma” vastaajien välinen riippuvuus**

Muiden työympäristöä koskevien kysymysten tai mittaustulosten välille ei muodostunut merkittäviä korrelaatioita. Hieman yllättävää tuloksissa oli, ettei riittämättömästä ilmanvaihdosta normaalisti kertova ilman hiilidioksidipitoisuus korreloinut kyselytutkimuksen vastausten kanssa kuten kokonاسبakteeripitoisuus. ”Riittämätön ilmanvaihto” kysymyksen ja hiilidioksiditulosten välillä ei tulosten mukaan ollut minkäänlaista riippuvuutta (kuva 30). Hiilidioksidipitoisuudella ja kysymyksellä ”Tunkkainen ilma” ei myöskään näyttäisi olevan lainkaan keskinäistä riippuvuutta (kuva 31).

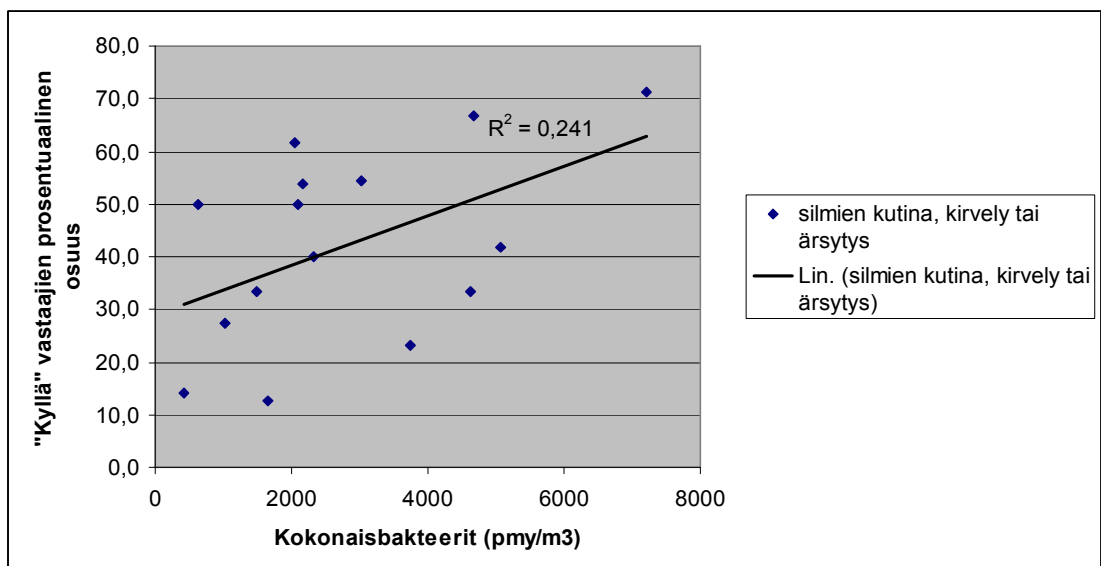


**KUVA 30. Hiilidioksidipitoisuuden ja ”riittämätön ilmanvaihto” vastaajien välinen riippuvuus**



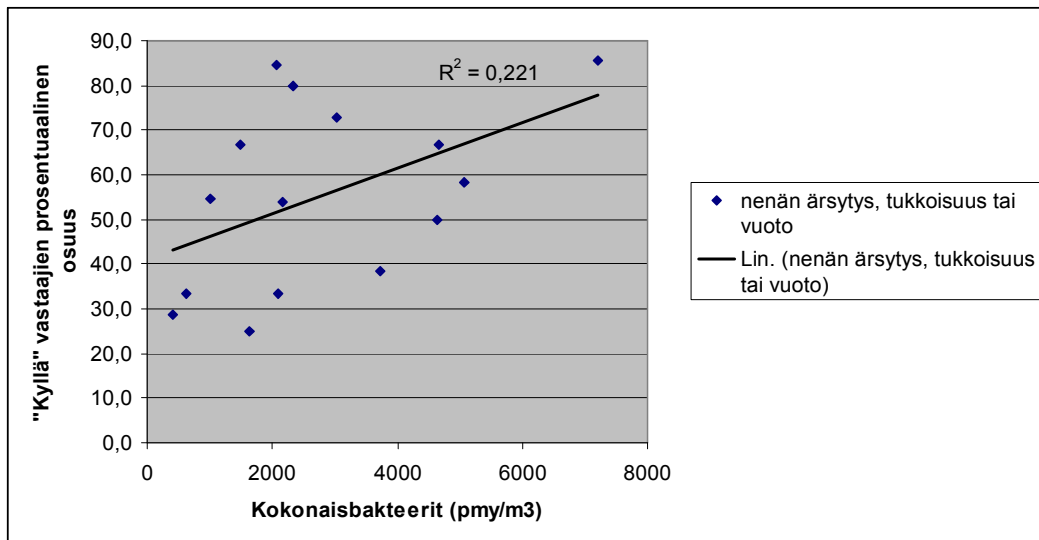
**KUVA 31. Hiilidioksidipitoisuuden ja ”tunkkainen ilma” vastaajien välinen riippuvuus**

Oirekyselyn tulosten ja mikrobimittauksessa saatujen kokonaisbakteeripitoisuuksien välillä havaittiin heikkoa korrelaatiota tiettyjen oireiden osalta. Kaikissa oirekyselyä käsittelevissä kuvaajissa ”kyllä” vastaajilla tarkoitetaan kaikkia niitä, jotka vastasivat kyseessä olevaan oireeseen joko ”kyllä, joka viikko” tai ”kyllä, joskus”. Oireiden epäiltyä syytä ei ole otettu huomioon.

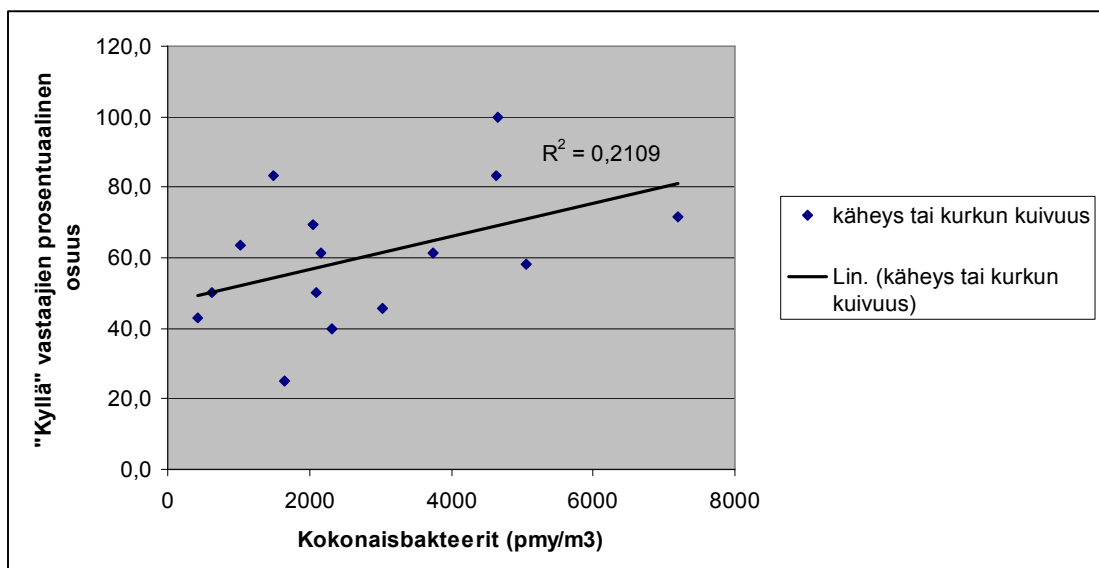


**KUVA 32. Kokonaisbakteeripitoisuuden ja ”silmien kutina, kirvely tai ärsytys” kysymykseen ”kyllä” vastanneiden välinen riippuvuus**

Oirekyselyn silmien kutinaa, kirvelyä tai ärtymystä käsittelevään kysymykseen ”*kyllä, joka viikko*” tai ”*kyllä, joskus*” vastanneiden prosentuaalinen lukumäärä korreloi heikosti mitattujen kokonaisbakteeripitoisuuksien kanssa (kuva 32). Vaikka korrelaatio ei olekaan kovin vahva, voi jonkinasteista riippuvuutta tekijöiden välillä havaita. Lähes samanarvoiset riippuvuudet saadaan ”*nenän ärsytys, tukkoisuus tai vuoto*” ja ”*käheys tai kurkun kuivuus*” kysymysten ja kokonaisbakteeripitoisuuksien välille (kuvat 33 ja 34).



**KUVA 33. Kokonaisbakteeripitoisuuden ja ”*nenän ärsytys, tukkoisuus tai vuoto*” kysymykseen ”*kyllä*” vastanneiden välinen riippuvuus**



**KUVA 34. Kokonaisbakteeripitoisuuden ja ”*käheys tai kurkun kuivuus*” kysymykseen ”*kyllä*” vastanneiden välinen riippuvuus**

Hiilidioksidipitoisuuksien maksimiarvot eivät korreloineet myöskään oirekyselyiden tulosten kanssa.

Kohonnut kokonaisbakteeripitoisuus kertoo yleensä ilmanvaihdon vähyydestä. Ilmanvaihdon ollessa liian alhaista, sisäilmassa voi esiintyä myös muita haitallisia hiukkasia ja kaasuja kohonneina pitoisuuksina. Tämän kartoituksen tuloksista voidaan sanoa, että riittämätön sisäilman vaihtuvuus lisää joidenkin limakalvojen ärsytyksen todennäköisyyttä. Tässä tutkimuksessa tällaisia limakalvoärsytyksiä olivat, kurkun käheys ja kuivuus, nenän ärsytys, tukkoisuus tai vuoto ja silmien kutina, kirvely tai ärsytys.

## 8 JOHTOPÄÄTELMÄT

Päiväkotien ja ryhmäperhepäiväkotien sisäilman laatu riippuu monesta tekijästä. Päiväuniaika asettaa nukkumahuoneiden ilmanvaihdolle suuren hetkellisen kuormituspiikin. Ilmanvaihdon ollessa liian matalalla tasolla, ilman hiilidioksiditaso kohoaa suljetussa huoneessa nopeasti. Toisaalta liiallinen ilmanvaihto voi aiheuttaa vedon tunnetta ja melua, jotka voivat etenkin uniaikana olla ongelma.

Useassa päiväkodissa tehtiin nukkumahuoneen tuuletus ennen ja jälkeen lasten päiväuniaikaa. Tuuletuksella huoneeseen saadaan raitista ilmaa, mutta vaarana on lämpötilan laskeminen liian alhaiselle tasolle. Tuuletus on kuitenkin nopein ja helpoin tapa saada huoneilma raittiiksi ja riittävän happipitoiseksi päiväunien ajaksi. Pelkkä tuuletus ei kuitenkaan auta, vaan ilmanvaihtolaitteisto tulee olla toiminnassa ja riittävällä voimakkuudella. Ilmanvaihtolaitteiden tulee olla myös tasapainotettu oikein, jotta ilman vaihtuvuus olisi riittävää kaikissa tiloissa. Tuuletuksella saadut hyödyt ovat myös hyvin lyhytaikaisia, sillä suljetussa huoneessa lämpötila ja hiilidioksidipitoisuus kohoavat nopeasti. Lämmityskaudella liiallinen tuuletus kohottaa myös rakennuksen lämmityskustannuksia.

Nykyaikaisessa koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustellussa päiväkotirakennuksessa ilmanvaihdon käyttöön ja riittävään huoltamiseen tulee kiinnittää nykyistä enemmän huomiota. Monissa tapauksissa ilmanvaihto on saatettu

suunnitella laadukkaasti, mutta sen säätäminen, käyttökoulutus ja huoltaminen on laiminlyöty. Myös uusimpia mitoitusrvoja heikommilla ilmanvaihtojärjestelmillä voidaan saavuttaa riittävä ilmanvaihto oikeilla säätö ja huoltotoimenpiteillä. Niin ilmanvaihdon suunnittelussa että säätämässä tulee ottaa entistä enemmän huomioon kyseessä olevan kohteen erityistarpeet ja ominaisuudet. Päiväkodeissa päivärytmit ovat varsin säännölliset, joten kuormituspiikit ja paikat voivat olla etukäteen ennustettavissa. Ilmanvaihdon säätämällä huonekohtaisten tarpeiden sekä ajallisten vaihteluiden mukaan voidaan saavuttaa mittavia etuja viihtyisyyteen ja sisäilman terveellisyteen. Samalla on mahdollista saavuttaa myös energian säästöä, sillä ilmanvaihdon osuus rakennusten kokonaiskulutuksesta on merkittävä. Energiansäästötavoitteita ei kuitenkaan tule nostaa sisäilman laatua tärkeämmäksi tekijäksi, vaan molempia seikkoja tulee käsitellä kokonaisuutena.

Ryhmäperhepäiväkoti perustetaan yleensä normaaliasumiseen suunniteltuun asuntoon. Tiloja voidaan muokata vastaamaan ryhmäperhepäiväkodin tarpeita, mutta ongelmia saattaa ilmetä etenkin ilmanvaihdon osalta, jonka muutostyöt ovat yleensä vaikeita ja kalliita toteuttaa. Ryhmäperhepäiväkotien nukkumahuoneet ovat yleensä hyvin pieniä suhteutettuna siellä nukkuvien lasten määrään. Jos ilmanvaihto ei ole riittävällä tasolla, vaan se on mitoitettu normaalin asumiskäytön mukaan, sisäilman hiilidioksidi ja kokonaisbakteeripitoisuudet voivat kohota korkealle. Nämä indikoivat tunkkaisesta ilmasta, jonka vaihtuvuus ei ole riittävää. Seurauksena saattaa olla työntekijöiden ja lasten sairastelua ja esimerkiksi limakalvojen ärsytysoireita. Lasten päivähoitopaikkojen perustamista normaaleihin asuntoihin tulisi siis välttää ilman ilmanvaihdon riittävyyden kattavaa selvittämistä.

Kartoituksen yksi suurimmista ongelmista oli sen ajankohta. Lämpö- kosteus- ja hiilidioksidimittausten sekä sisäilmastokyselyn osuminen kesäkuukausille vaikeutti sekä luotettavien mittaustulosten saantia että työntekijöiden osallistumismahdollisuutta. Mittauksissa keskityttiin ainoastaan sellaisiin kohteisiin, joista luotettavat ja normaalitilaa kuvaavat tulokset olivat saatavissa. Näin saatiin mahdollisimman oikeansuuntaiset tulokset koko kartoitukselle. Vastaavanlaisia kartoituksia ja tutkimuksia tehtäessä ajankohdan suunnittelu tulisi ottaa huomioon jo ennen toteutusta. Myös eri mittaukset ja kyselyt olisi paras suorittaa mahdollisimman lyhyessä ajassa, jotta kohteissa ei ehtisi tapahtua tuloksiin vaikuttavia muutoksia mittausten välillä.

Hiilidioksidi-, lämpötila- ja kosteusmittaukset päivähoitopaikoissa ja vastaavissa olisi paras tehdä talviaikaan. Talvella päiväkotien ryhmäkoot ovat normaalin kokoiset, jolloin mittaustulokset kertovat mahdollisimman hyvin oikean tilanteen. Lämmityskaudella tilojen käyttäminenkin muuttuu. Huoneita ei voida tuulettaa ikkunoiden avaamisella kuin lyhyesti, jottei huonelämpötila tippuisi liian alhaiseksi. Tällöin rakennuksen ilmanvaihdon toimivuus on entistä tärkeämmässä asemassa. Mittausten suorittaminen tällaisena aikana antaa täten kuvan ilmanvaihdon riittävydestä suurimman kuormituksen ja vaatimusten aikana. Ilmanvaihtohan tulisi suunnitella ja käyttää niin, että sisäilmanlaatu ei heikkenisi tällaisinaan hetkinä.

Sisäilman laadun vaikutus terveyteemme ja viihtyvyyteemme on kiistaton. Julkisten rakennusten ja työpaikkojen terveellisyyttä voidaan pitää koko yhteiskuntaa koskettavana asiana. Työtehon laskeminen ja sairauspoissaolot ovat ainoastaan osa niistä euroista, joita yhteiskunta menettää huonon sisäilman johdosta vuosittain. Tilanne ei korjaannu ilman riittäviä resursseja. Olisikin tärkeää ymmärtää hyvästä sisäilmanlaadusta saatuja hyötyjä. Saneeraukseen käytetyt resurssit tulevat yhteiskunnalle takaisin inhimillisistä seikoista puhumattakaan. Toivottavasti vuonna 2009 alkaneet valtakunnalliset kosteus- ja hometalkoot lisäävät kiinnostusta asiaa kohtaan sekä luovat tarpeellisia tutkimustietoja ja hyviä käytäntöjä. Projektin toteutumisen kannalta keskeisintä on saada sen taakse mahdollisimman vankka ja laaja kannatus.

## LÄHTEET

1. Ikääntyneiden, vammaisten, sosiaalisen luototuksen ja lasten päivähoidon tilastokysely kuntiin 2007. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. Www-dokumentti osoitteessa  
<http://www.stakes.fi/FI/tilastot/aiheittain/Sosiaalipalvelut/lastenpaivahoito.htm#top>.  
Luettu 16.2.2010. Päivitetty 5.1.2009.
2. Valtioneuvoston viestintäyksikkö. Tiedote 14.4.2010. Www-dokumentti osoitteessa  
<http://www.valtioneuvosto.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedote/fi.jsp?oid=292535> Luettu 20.4.2010.
3. Ympäristöministeriö. Tiedote 25.2.2009. Www-dokumentti osoitteessa  
<http://www.valtioneuvosto.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedote/fi.jsp?oid=254557> Luettu 20.4.2010.
4. Sisäilmayhdistys ry. Perustietoa. Www-sivu osoitteessa  
[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/sisailmasto/perustietoa/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/perustietoa/) Luettu 23.3.2010. Ei päivitystietoja.
5. Terveydensuojelulaki 763/94 26§. Www-dokumentti osoitteessa  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>. Luettu 16.3.2010.
6. Asumisterveysohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1.
7. Puhakka ym. Terveellinen sisäilma. Sisäilmatietokeskus 1996. Jyväskylä: Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy.
8. Asumisterveysopas. 2. korjattu painos. Sosiaali- ja terveysministeriö (julk.). Ympäristö ja Terveys – lehti, Pori. 2008.
9. Sisäilmayhdistys ry. Sisäilmaoireet. Www-dokumentti osoitteessa  
[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/terveysvaikutukset/sisailmaoireet](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/terveysvaikutukset/sisailmaoireet).  
Luettu 23.3.2010. Ei päivitystietoja.

10. Hiilidioksidi, nestemäinen. Käyttöturvallisuustiedote 1.5.2009. Air Liquide Finland Oy, Oulu.
11. Sisäilmayhdistys ry. Kemiaalliset epäpuhtaudet. Www-dokumentti osoitteessa [http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/sisailmasto/kemiaalliset\\_epapuhtaudet/#hiilidioksidi](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/kemiaalliset_epapuhtaudet/#hiilidioksidi). Luettu 23.03.2010. Ei päivitystietoja.
12. Lindholm, Minna. Seitsemän koulun sisäilman laatukartoitus Kouvolan – Valkealan kansanterveystyön kuntayhtymän alueella. Opinnäytetyö 2003. Mikkelin Ammattikorkeakoulu, Mikkeli.
13. Salminen, Terhi. Kolmen Imatralaisen päiväkodin sisäilmasto. Opinnäytetyö 2002. Mikkelin Ammattikorkeakoulu, Mikkeli.
14. Järvenmäki, Mari. Koulujen ja päiväkotien sisäilman laatukartoitus Juva Puumala Sulkava kuntayhtymän alueella. Opinnäytetyö 2000. Mikkelin Ammattikorkeakoulu, Mikkeli.
15. Jalas, J. - Karjalainen, K. - Kimari, P. 2000. Päiväkotien sisäilman laatu ja ilmanvaihdon toimivuus. Suomen Talotekniikan Kehityskeskus Oy.
16. Itä-Savon sairaanhoitopiirin kuntayhtymä. Www-sivut osoitteessa <http://www.isshp.fi>. Luettu 10.1.1010. Ei päivitystietoja.
17. Husman, Tuula - Roto, Pekka - Seuri, Markku. Sisäilma ja terveys – tietoa rakentajille. Www-dokumentti osoitteessa [http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja\\_b/2002b14.pdf](http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja_b/2002b14.pdf) Luettu 12.1.1010. Ei päivitystietoa.
18. Andersen, Ariel A. New Sampler for the collection, sizing, and enumeration of viable airborne particles. U. S. Army Chemical Corps Proving Ground 1958.
19. Häkkinen, Sirkku. Andersen – kuusivaiheimpaktorilla otettujen näytteiden tulokset – pelkkää ilmaa? Aerobiologian yksikkö, Turun Yliopisto. Tutkimus julkaistu Sisäilmastoseminaarissa 2010.



20. Työterveyslaitos. Työterveyslaitoksen sisäilmastokysely – työterveyshuollon työväline. Sisäilmastokyselyn käyttö- ja tulkintaohjeet. 2008.

21. Allergia- ja astmaliitto. Allergian yleisyys. Www-sivut osoitteessa <http://www.allergia.com/index.phtml?s=86>. Luettu 14.1.2010. Ei päivitystietoja.

22. Lahtinen M. Psykologinen näkökulma työpaikkojen sisäilmasto-ongelmiin: psykososiaalinen työympäristö ja organisaation ongelmanratkaisutaidot ongelmanvyyhden osatekijöinä. Väitöskirja. Tampereen yliopisto 2004.

23. TSI Q-Trak 7565. Kuva osoitteessa [http://www.tsi.com/en-1033/products/2346/qtrak\\_indoor\\_air\\_quality\\_monitor.aspx](http://www.tsi.com/en-1033/products/2346/qtrak_indoor_air_quality_monitor.aspx)

24. TSI Q-Trak 8550. Kuva osoitteessa [http://www.tsi.com/uploadedImages/Product\\_Information/Images/Small/qtrak.jpg](http://www.tsi.com/uploadedImages/Product_Information/Images/Small/qtrak.jpg)

25. Tupakkatilasto. Tilastokeskus 2009. Www-dokumentti osoitteessa <http://www.stat.fi/til/tup/index.html>. Luettu 17.3.2010. Julkaistu 4.12.2009

**Taustatietoja**

Työnantaja/toimipiste		Rakennus/osasto
ikä <input type="text"/>	sukupuoli <input type="checkbox"/> mies <input type="checkbox"/> nainen	<b>Kuinka monta vuotta olet työskennellyt tässä päiväkodissa?</b> <input type="text"/>
<b>Tupakoitko?</b> <input type="checkbox"/> en <input type="checkbox"/> päivittäin		

Tällä kyselyllä pyrimme keräämään henkilökohtaisia kokemuksiasi työpaikkasi sisäilmastosta ja sinulla esiintyvistä vaivoista ja oireista. Kysely toteutetaan nimettömänä.

**Työympäristö**

**Onko sinua haitannut työpaikallasi jokin seuraavista tekijöistä viimeisen kolmen kuukauden aikana?**

	kyllä, joka viikko	kyllä, joskus	ei lainkaan	missä tiloissa ongelmat esiintyvät?
vetoisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
tunkkainen (huono) ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
kuiva ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
kosteaa ilmaa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
liian korkea huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
liian matala huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
vaihteleva huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
lattioiden kylmyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
riittämätön ilmanvaihto homeen tai maakellarin haju	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
muut epämiellyttävät hajut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
pölyinen ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
meluisuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
häiritsevä kaiunta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
ilmanvaihtokoneiden tms. aiheuttama melu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
heikko valaistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
havaittava pöly tai lika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
tupakansavu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

## Keskittyvätkö sisäilma-ongelmat erityisesti tiettyihin tiloihin, olosuhteisiin tai vuodenaikoihin?

### Oireet

Onko sinulla esiintynyt jotain seuraavista oireista tai vaivoista viimeisen kolmen kuukauden aikana?	kyllä*, joka viikko	kyllä*, joskus	ei koskaan	*jos vastasit <b>kyllä</b> , epäiletkö oireiden johtuvan työympäristöstäsi?		
				kyllä	ei	en osaa sanoa
päänsärky	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
epämääräinen väsymys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
silmien kutina, kirvely tai ärsytys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nenän ärsytys, tukkoisuus tai vuoto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
käheys tai kurkun kuivuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
yskä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
yskä häiritsee yöunta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kasvojen ihon kuivuus tai punotus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
käsien ihon kuivuus tai punotus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hengenhädistys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lihaskipu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hengityksen vinkuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nivelsärky tai -jäykkyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Aikaisemmat ja nykyiset sairaudet

Onko sinulla nyt tai aikaisemmin ollut astmaa?

ei  kyllä

Onko sinulla nyt tai aikaisemmin ollut heinänuhaa tai muuta allergista nuhaa?

ei  kyllä

### Huomautuksia ja lisätietoja:

---



---



---

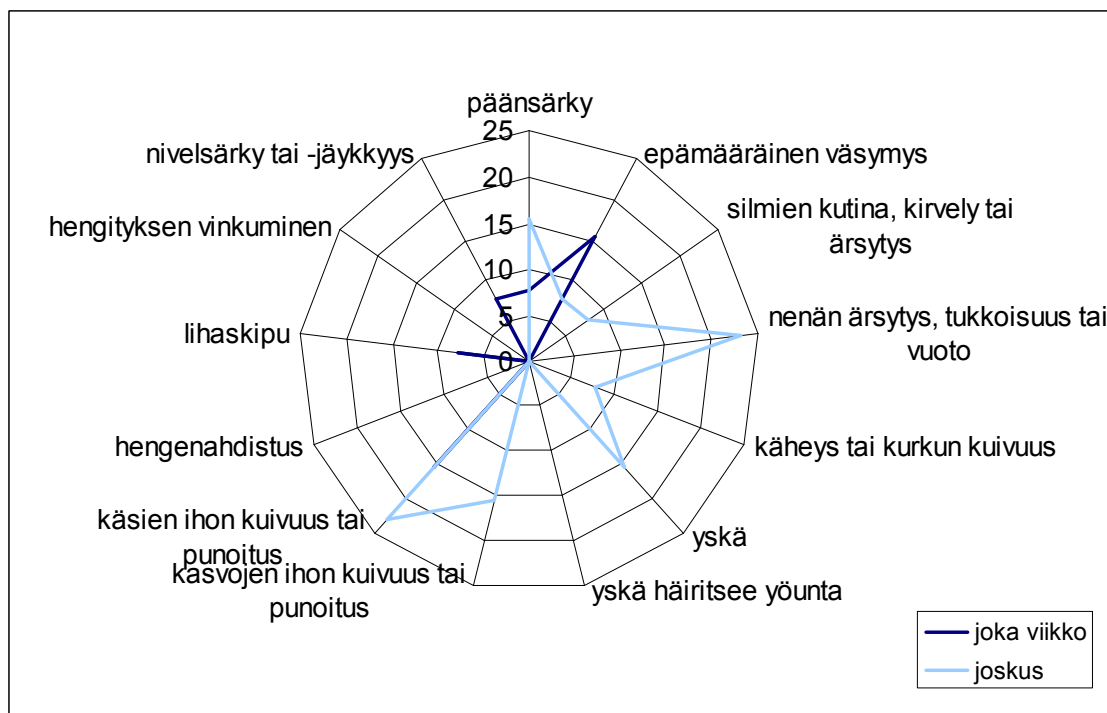
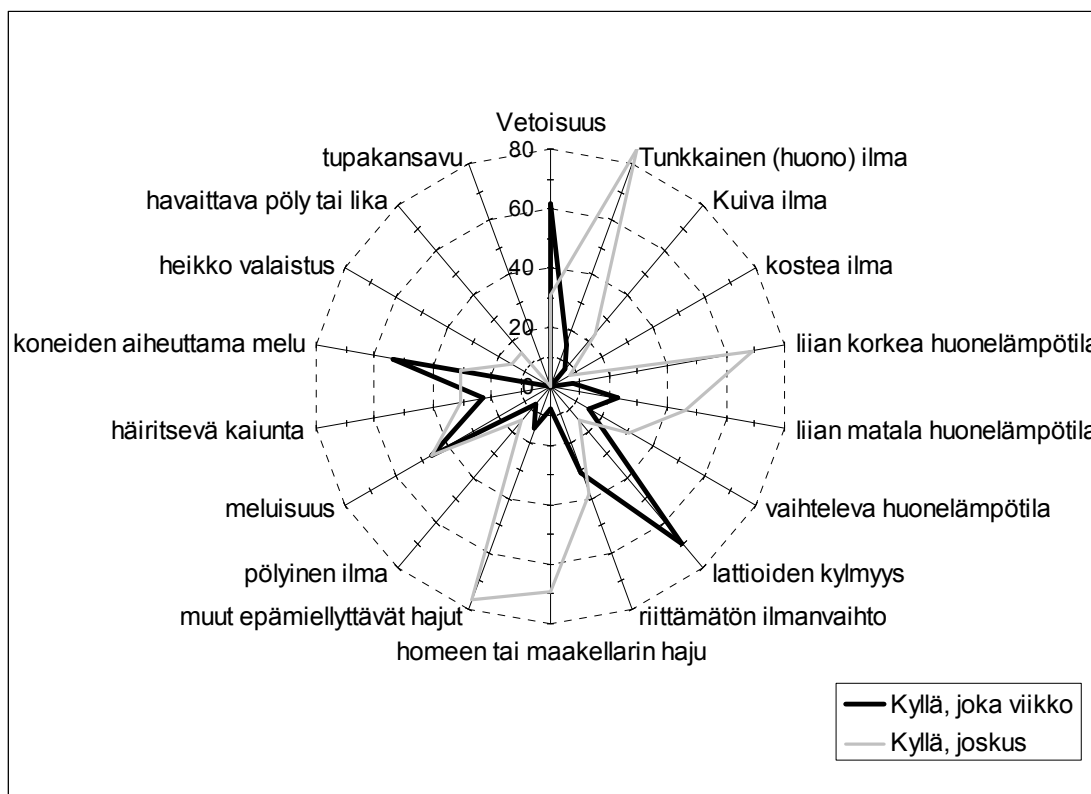


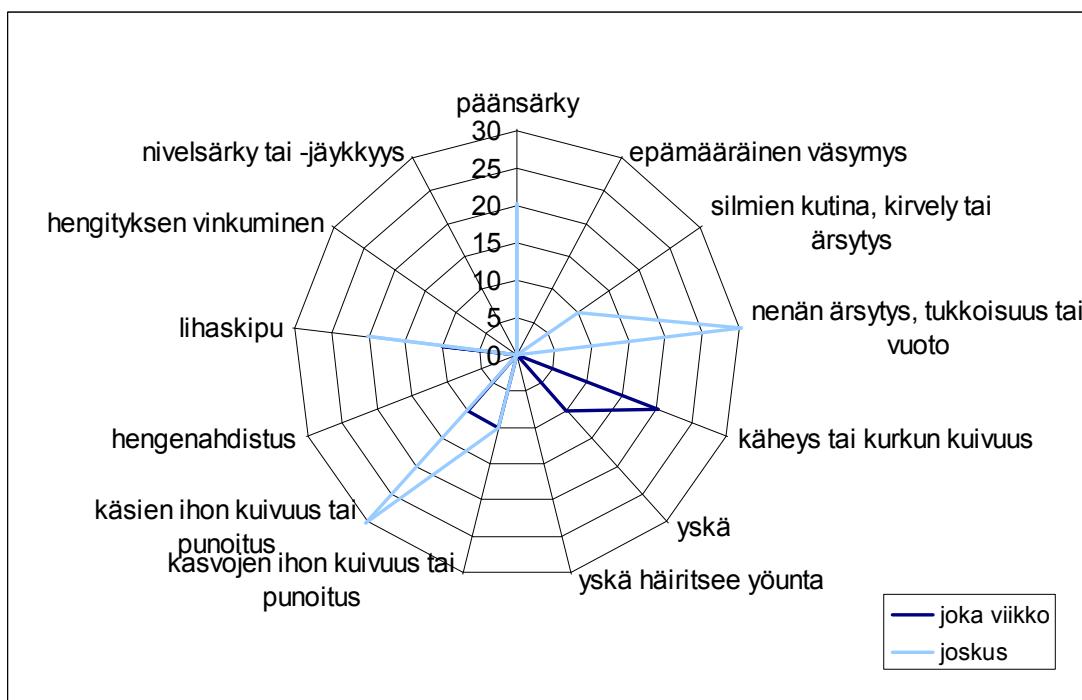
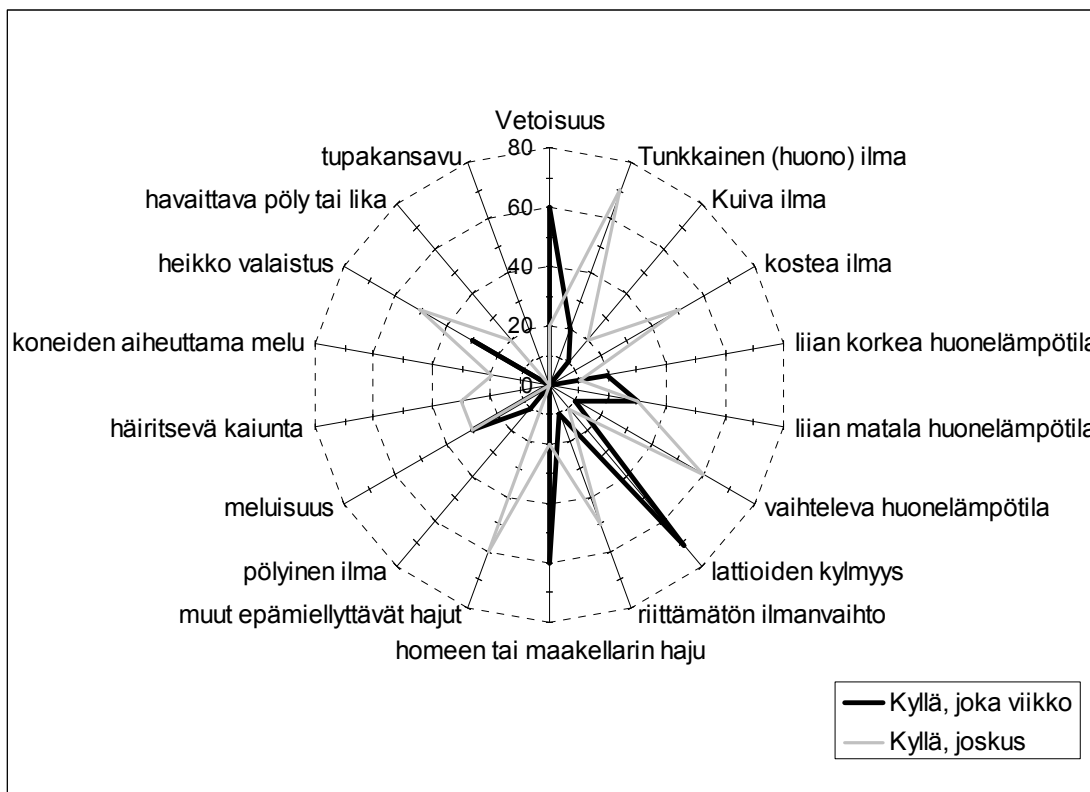
---

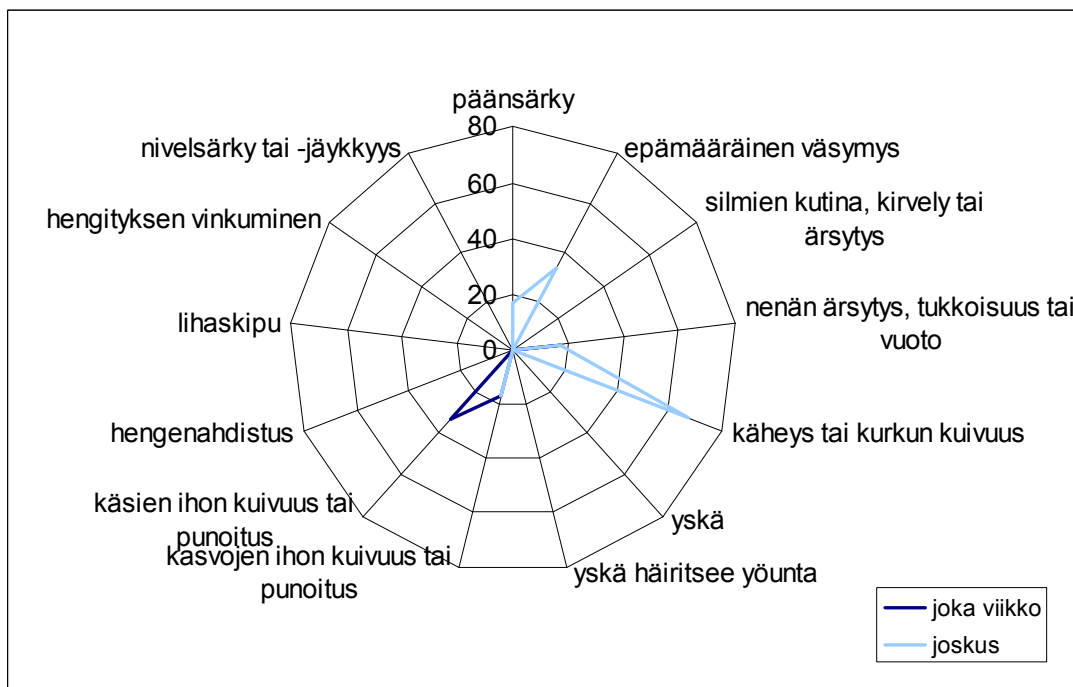
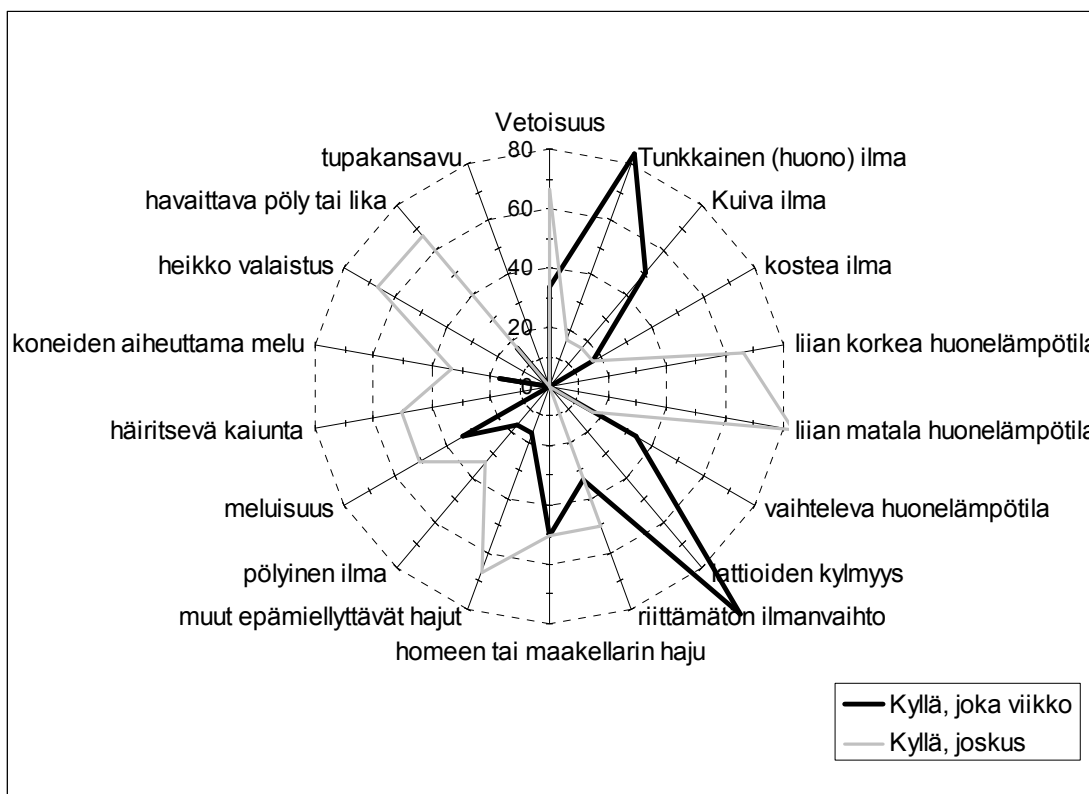


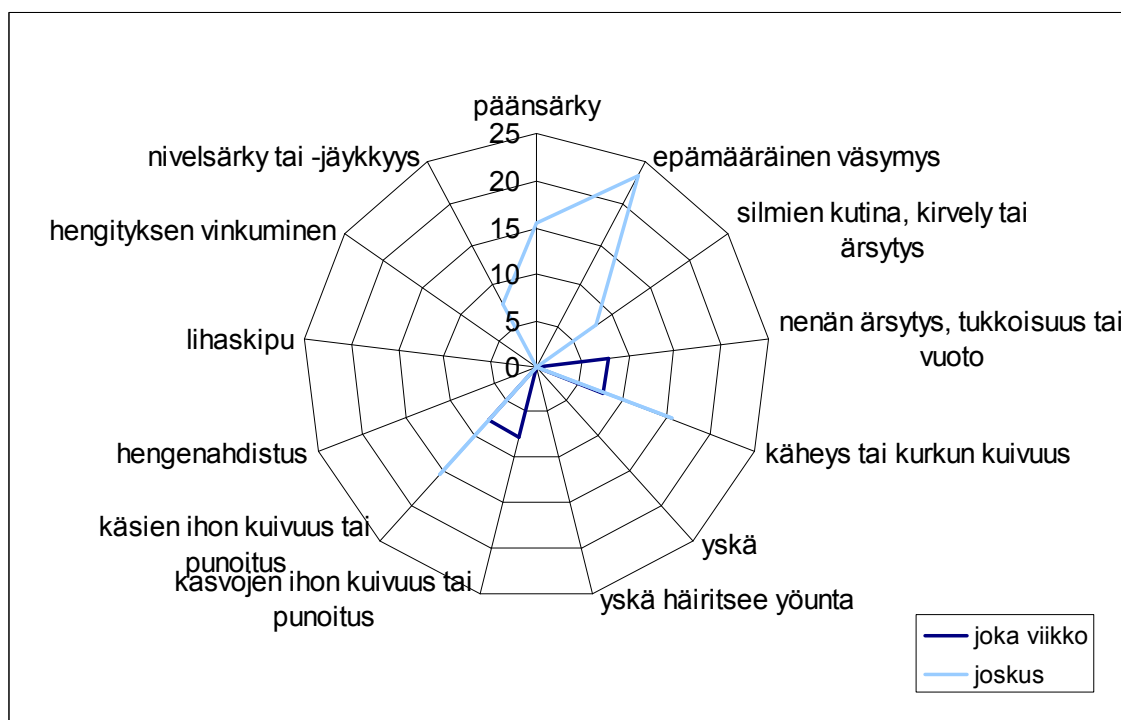
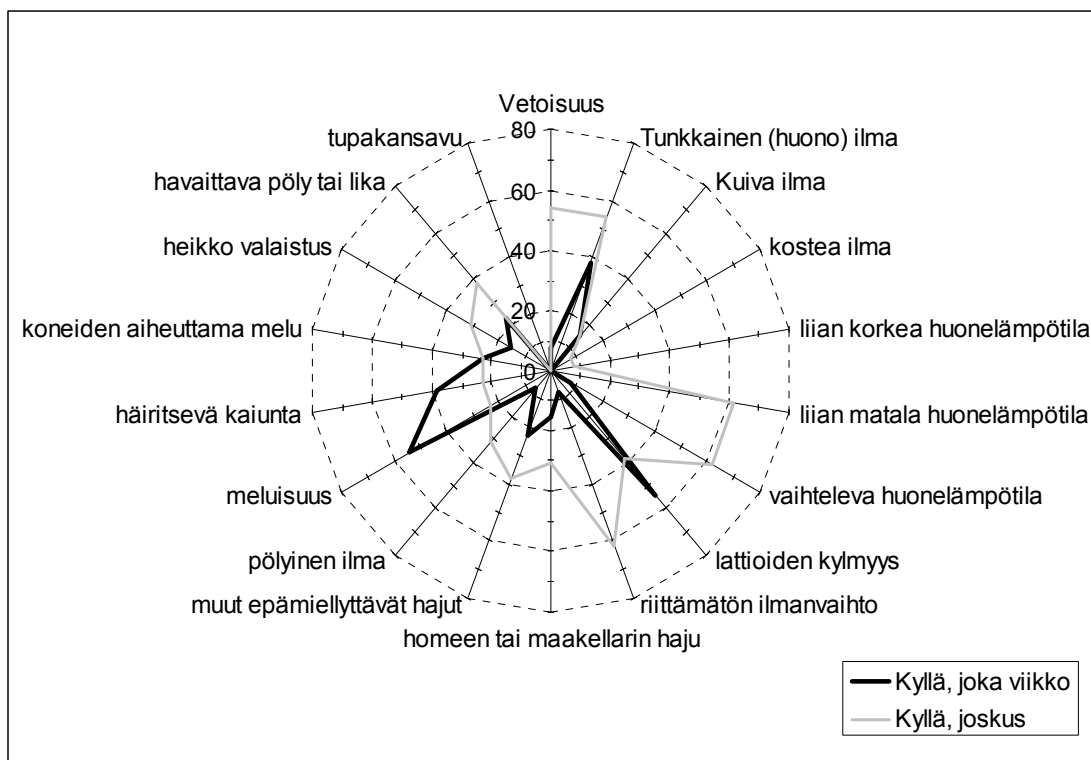
---

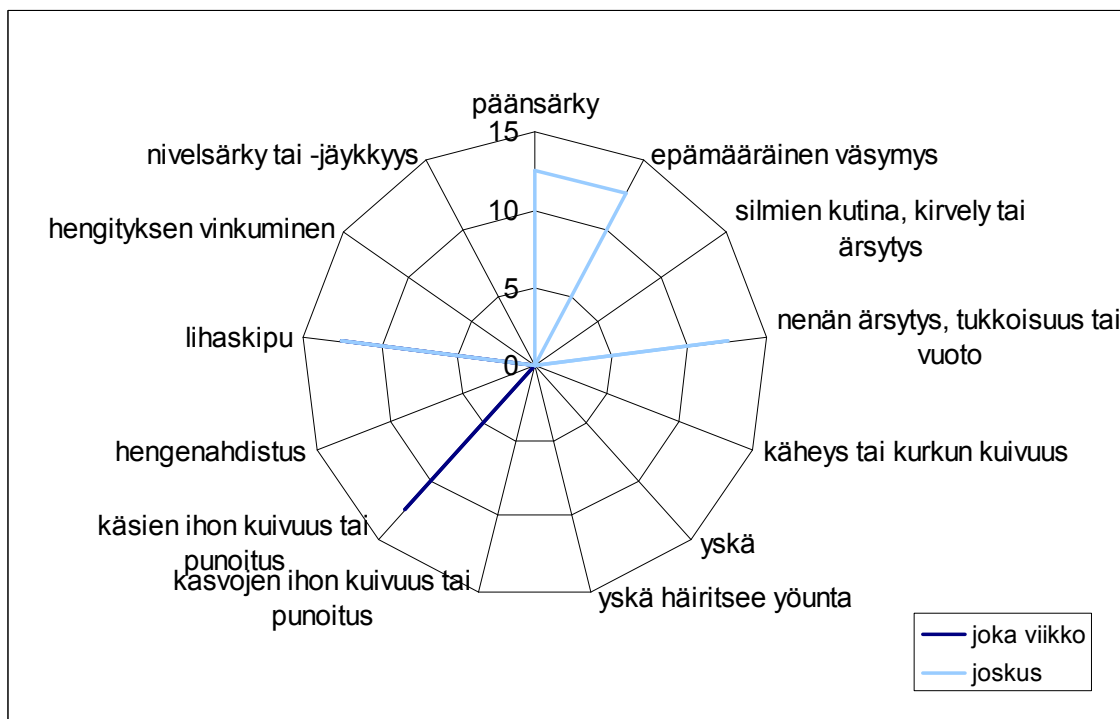
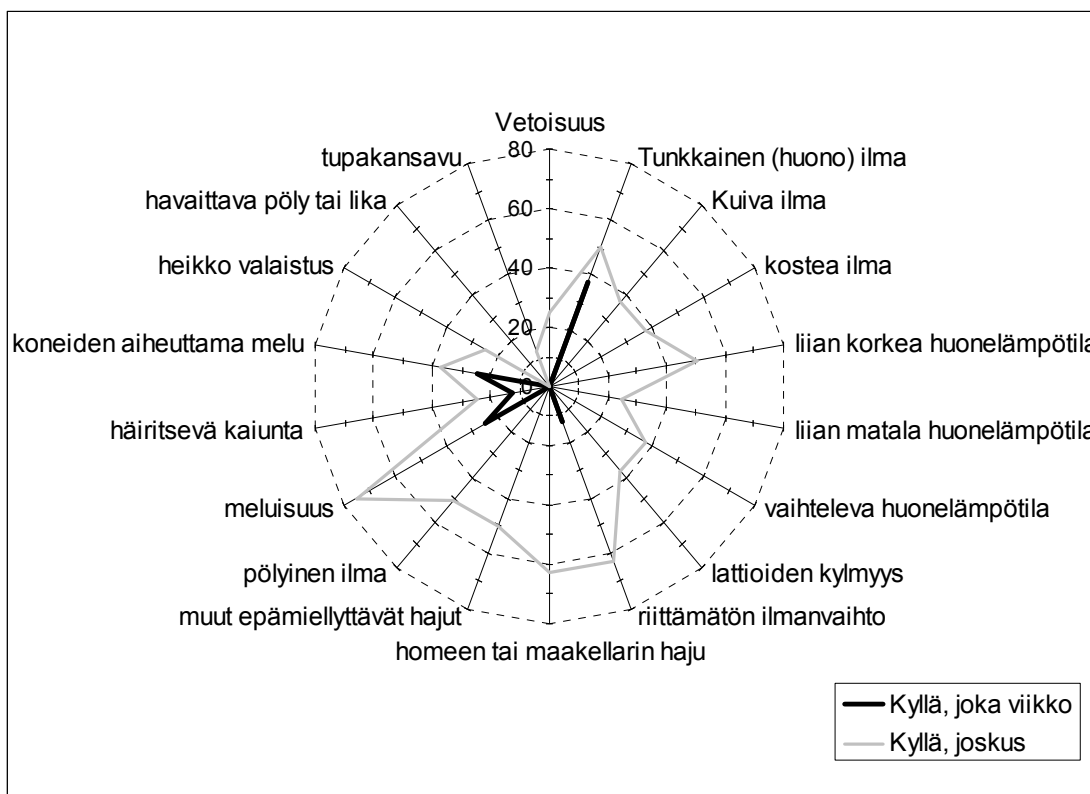
Tiedot käsitellään luottamuksellisesti. Kiitos osallistumisesta!



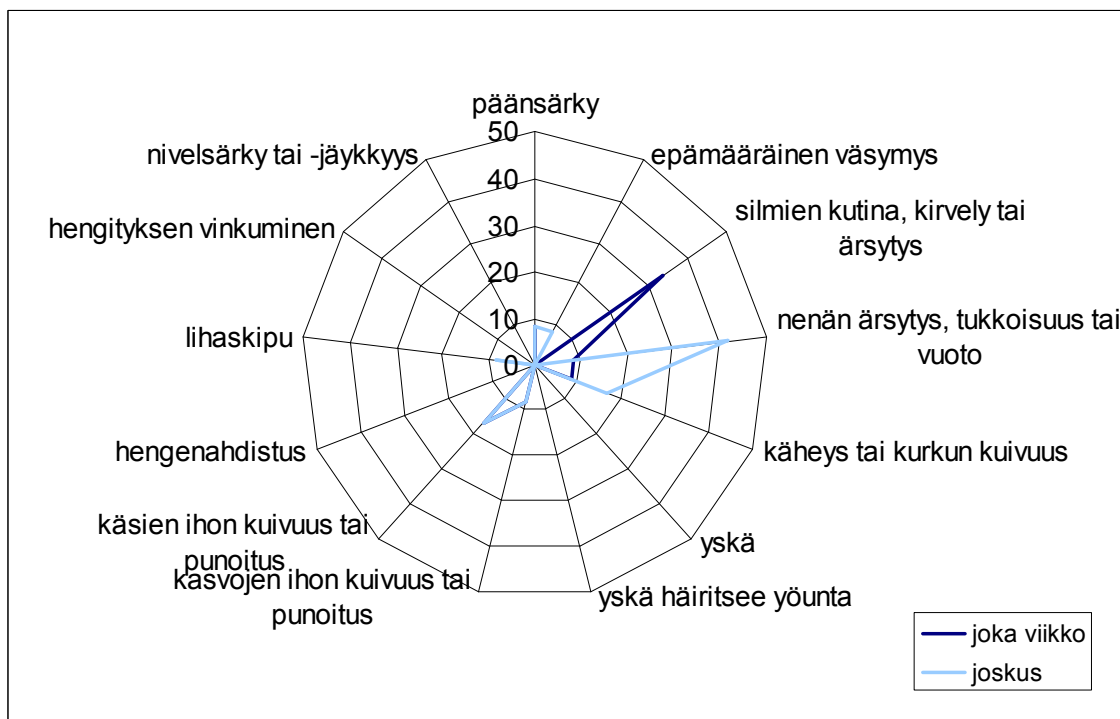
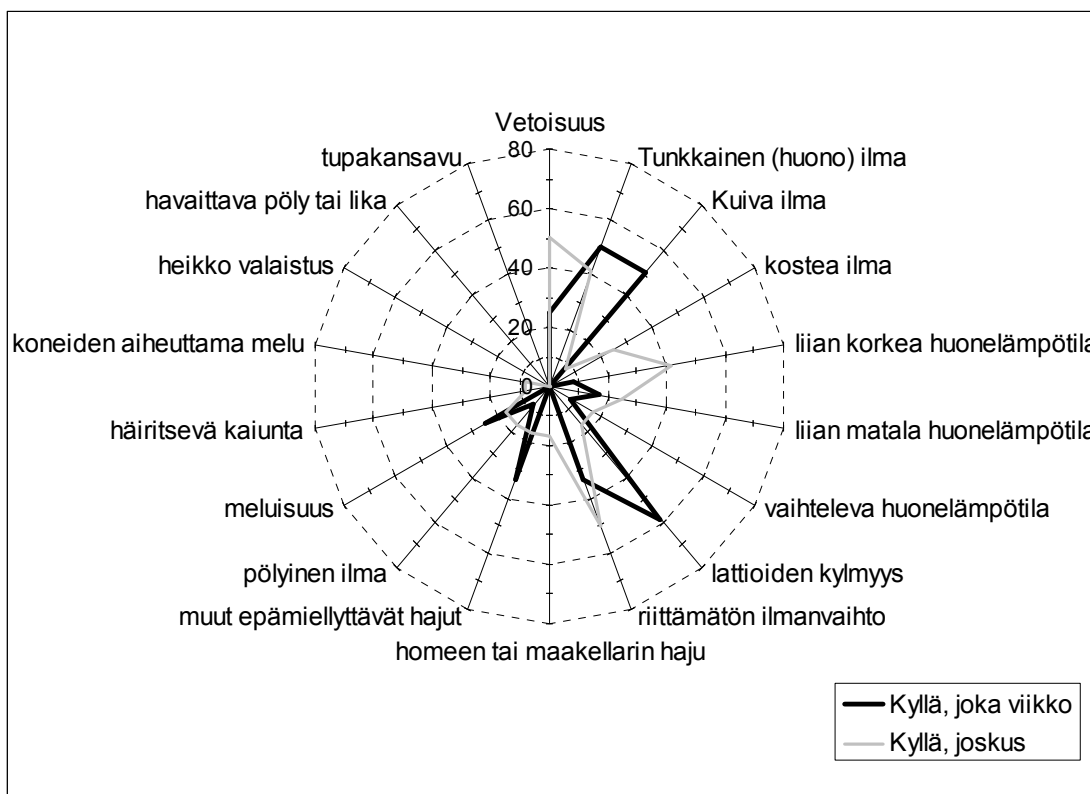


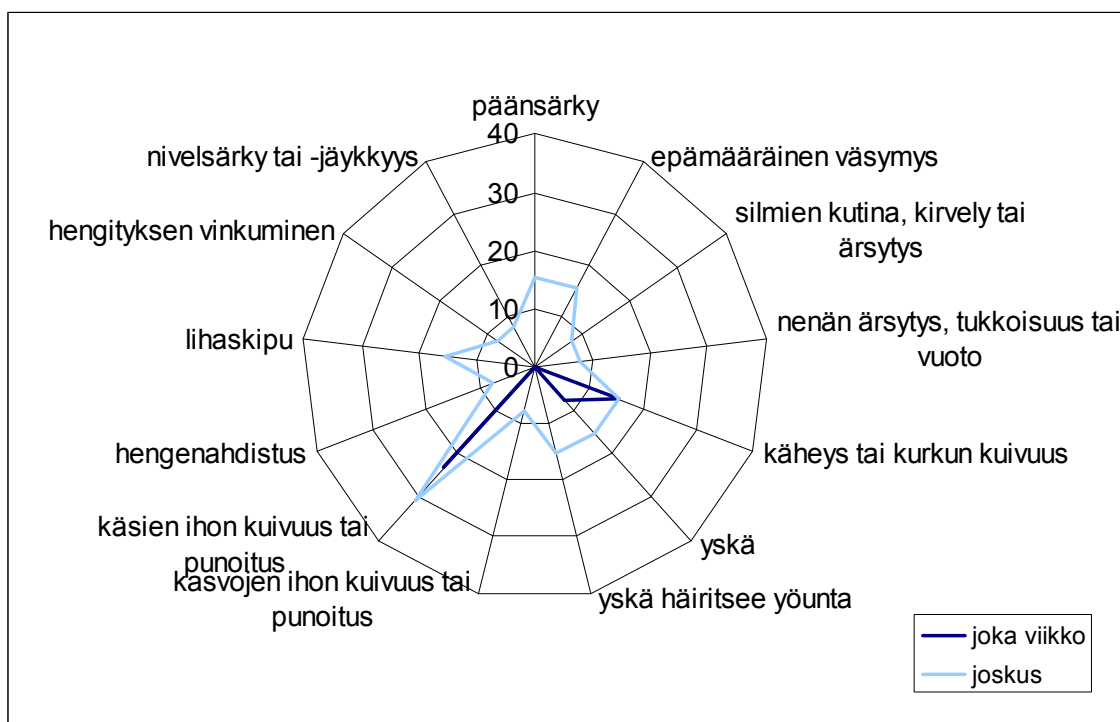
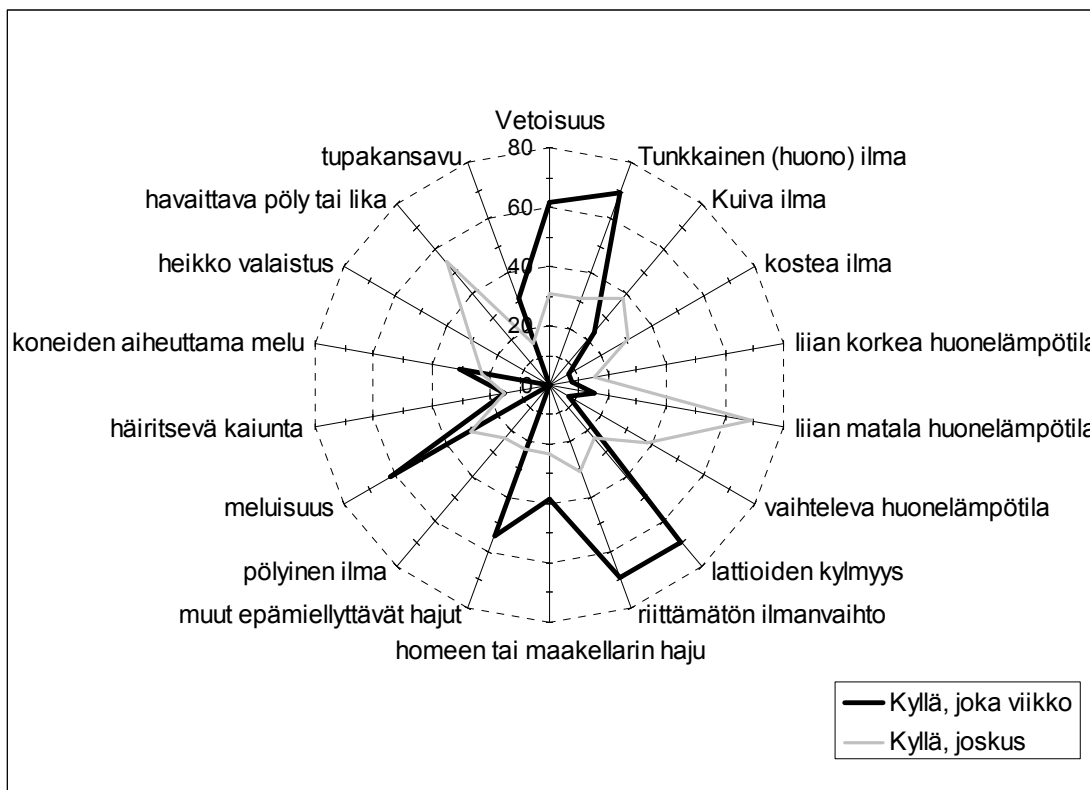


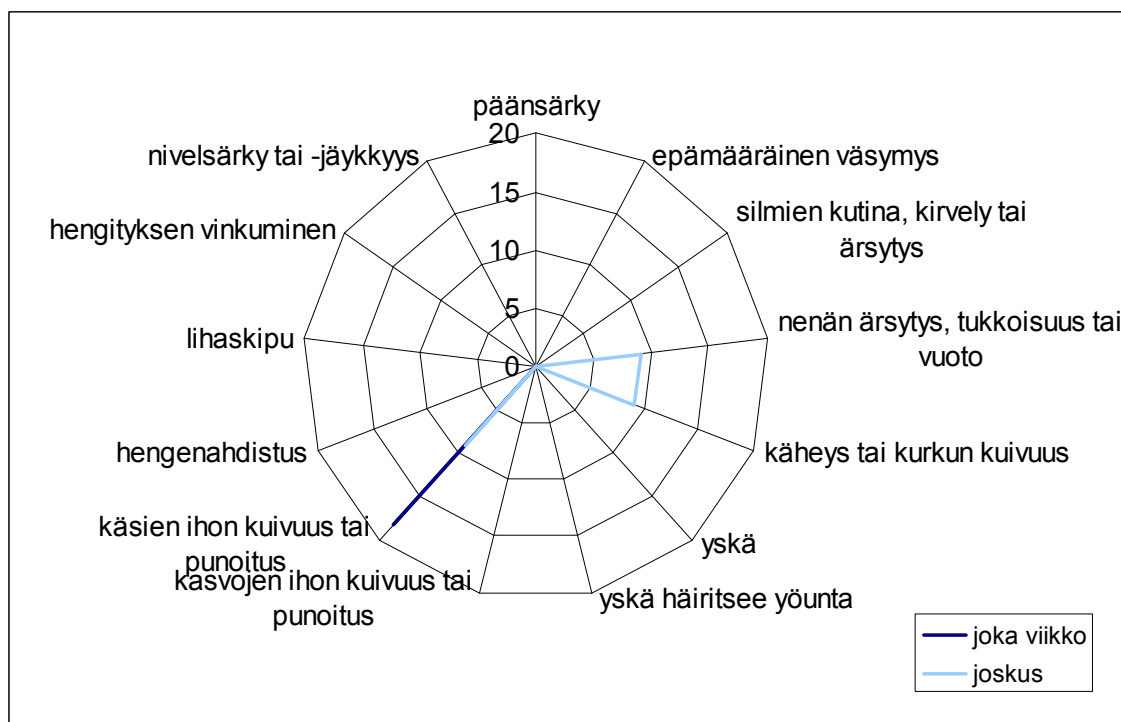
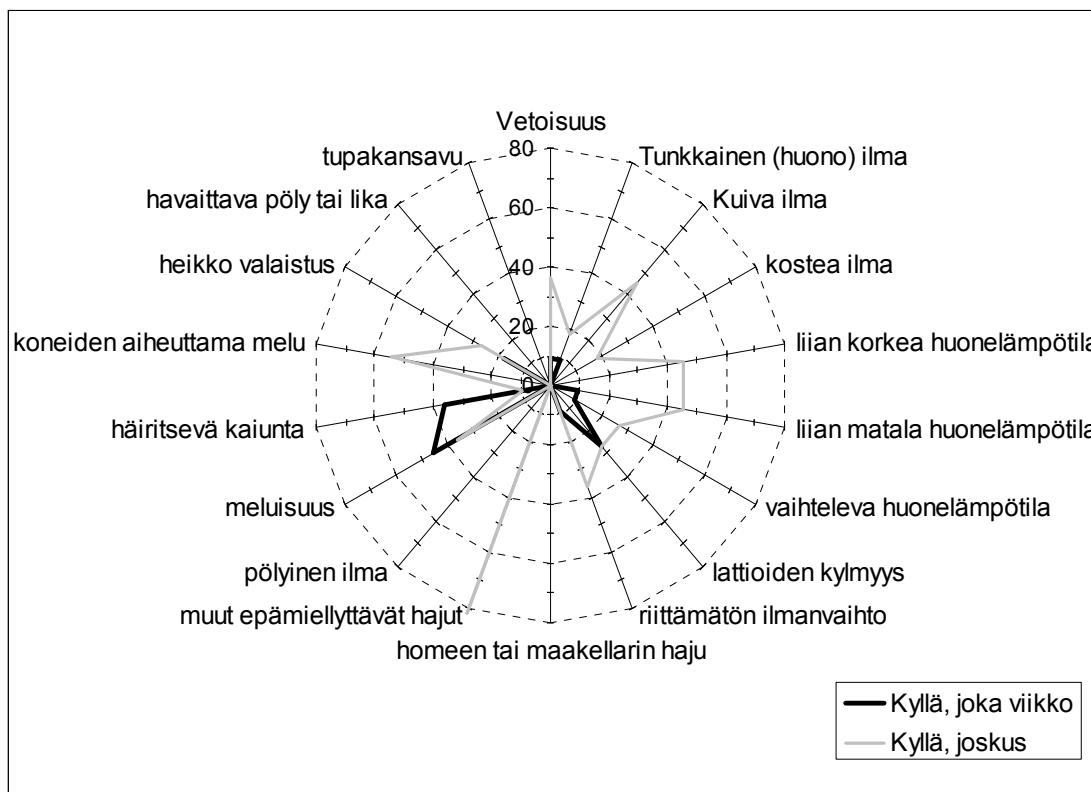


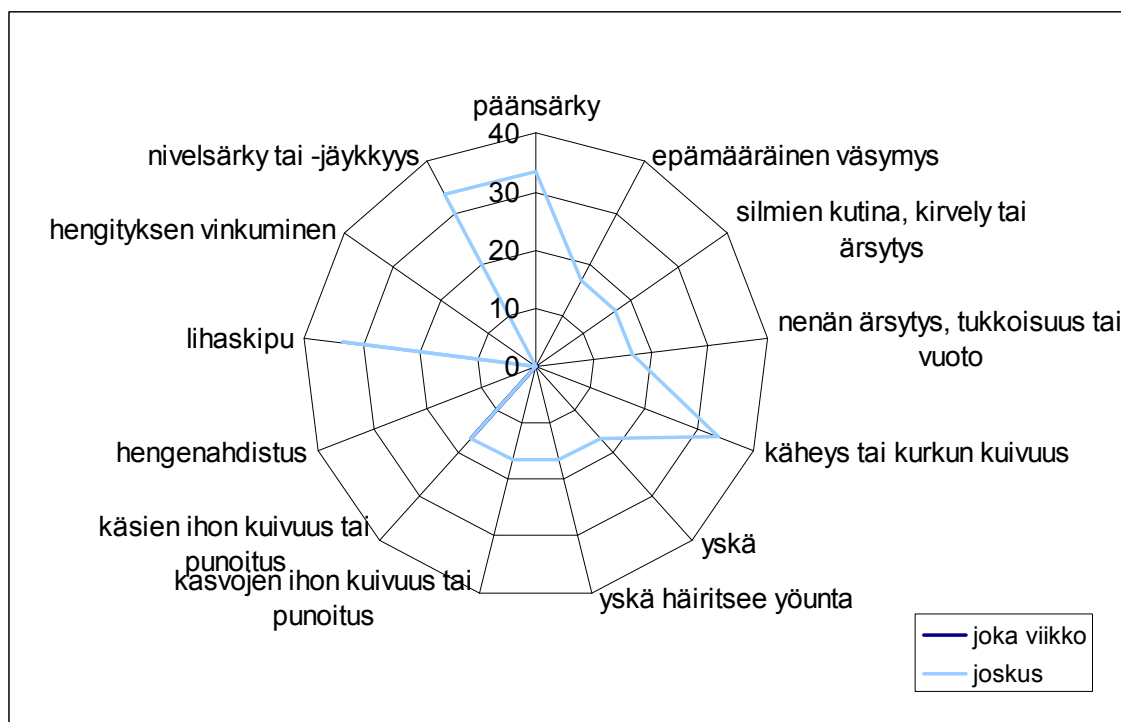
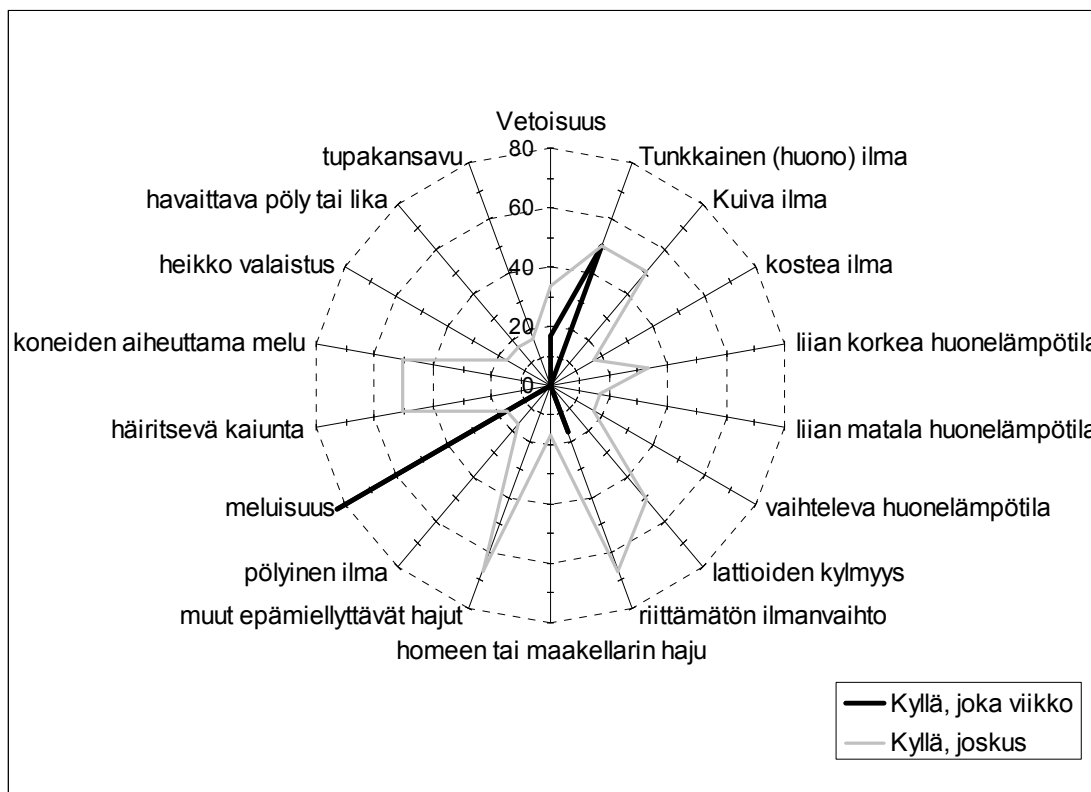


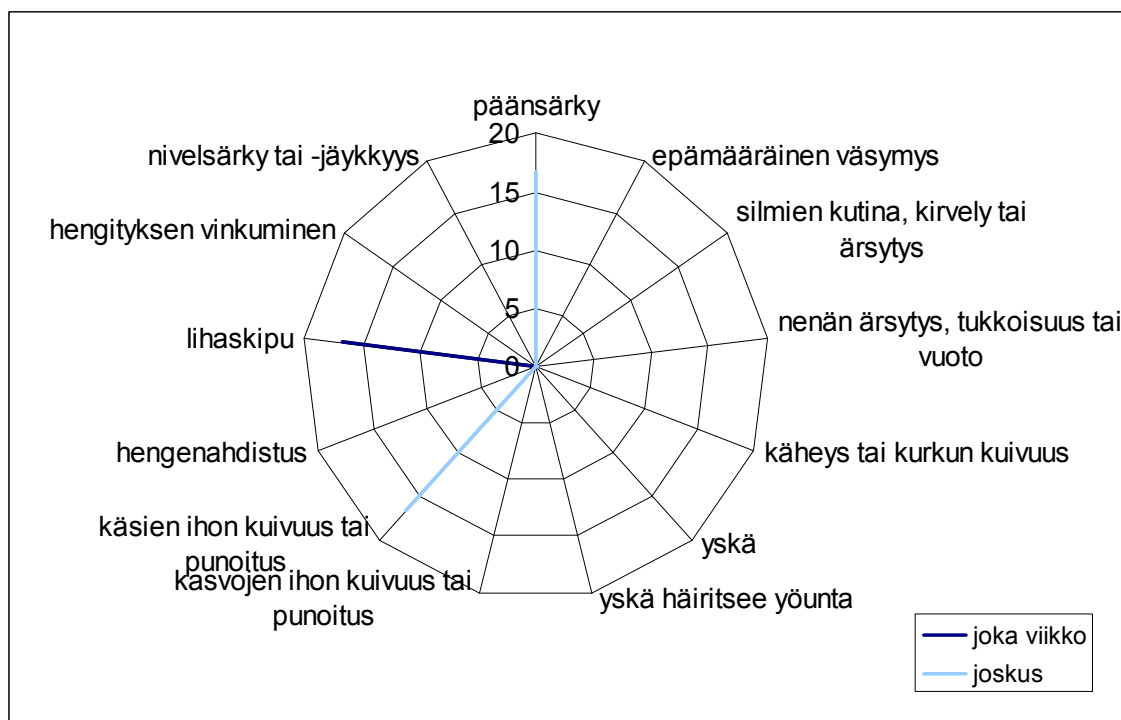
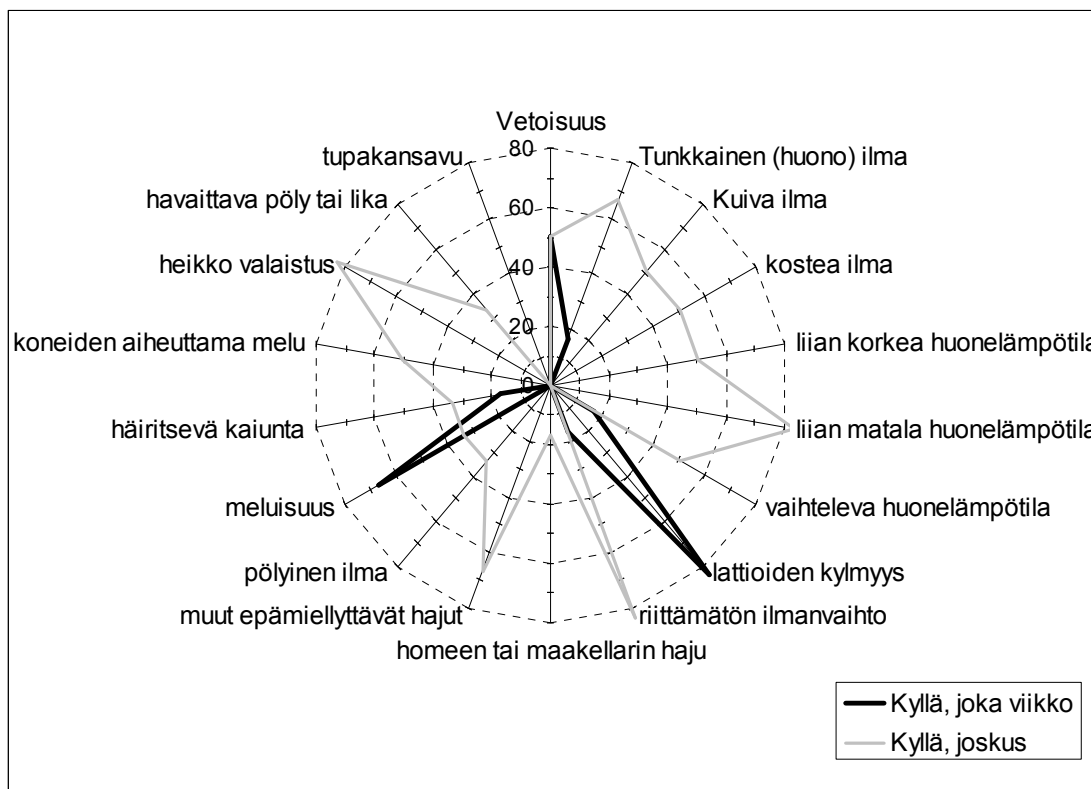


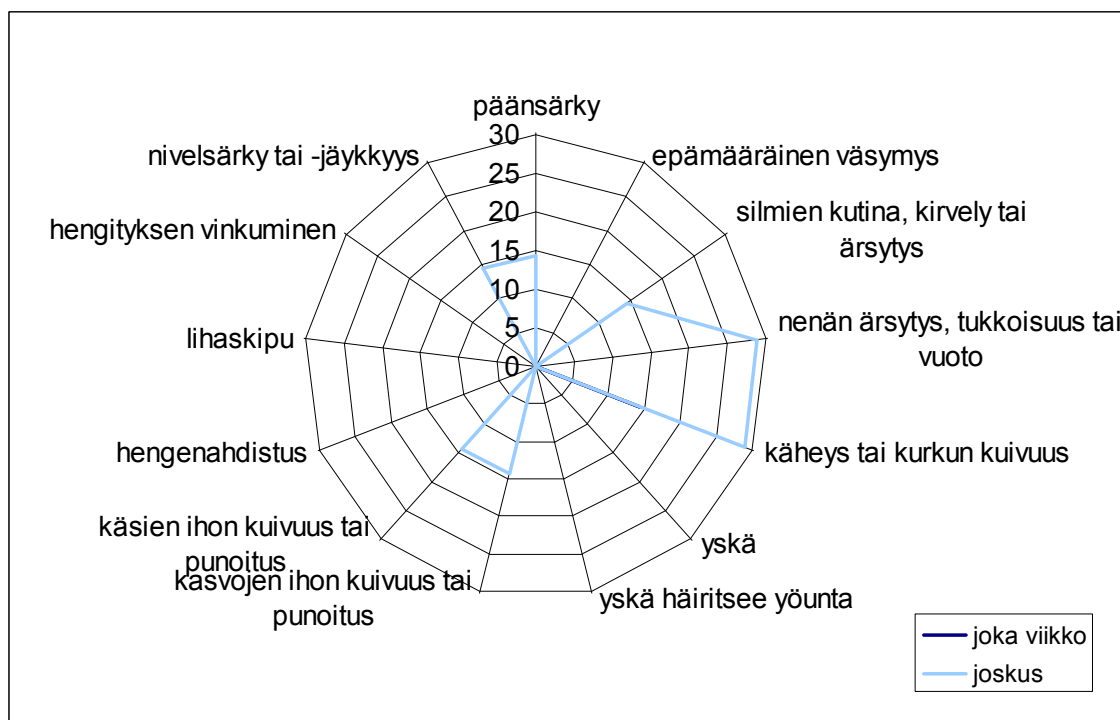
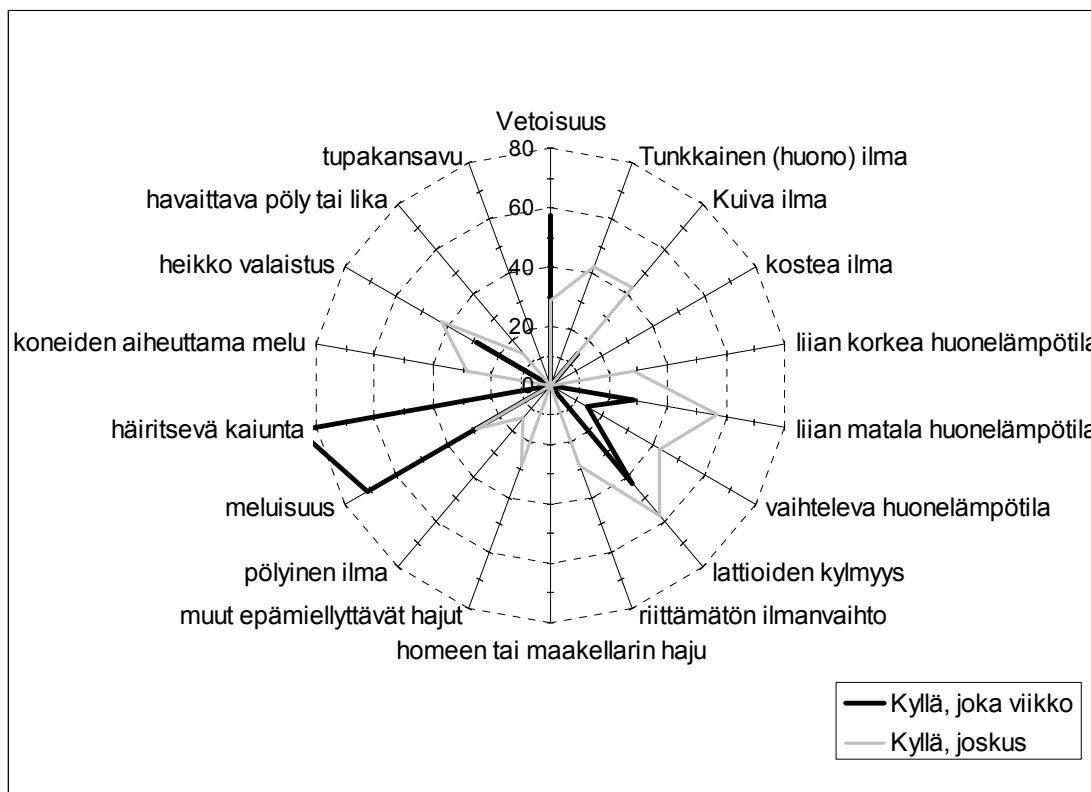


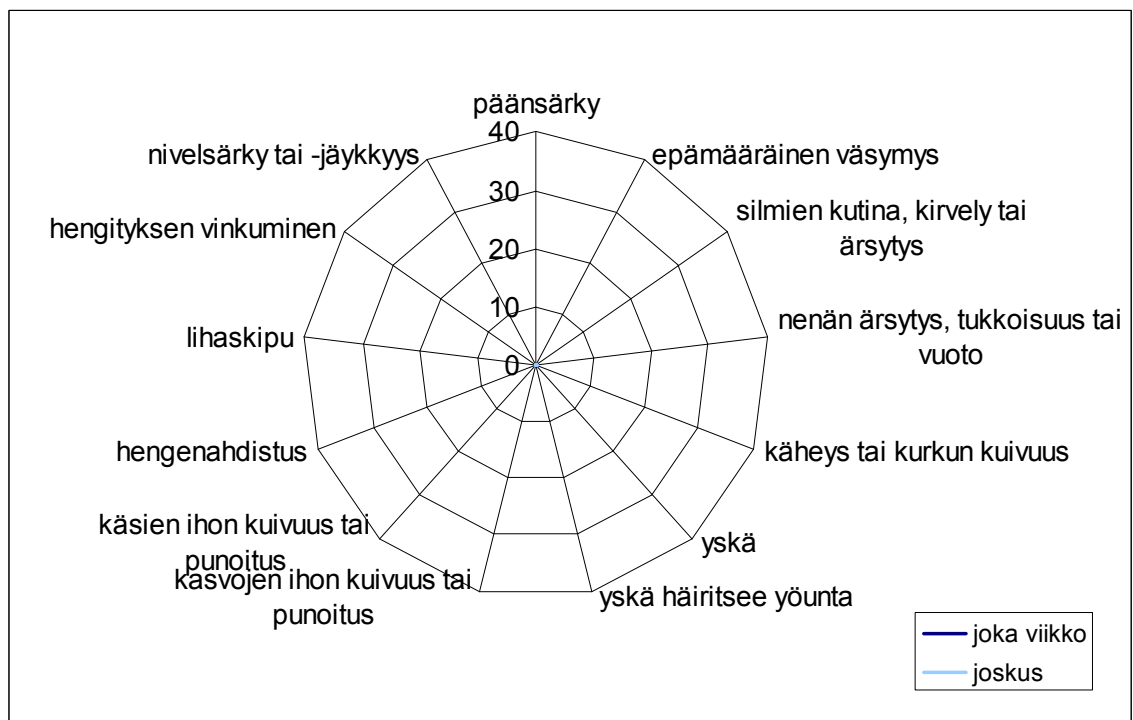
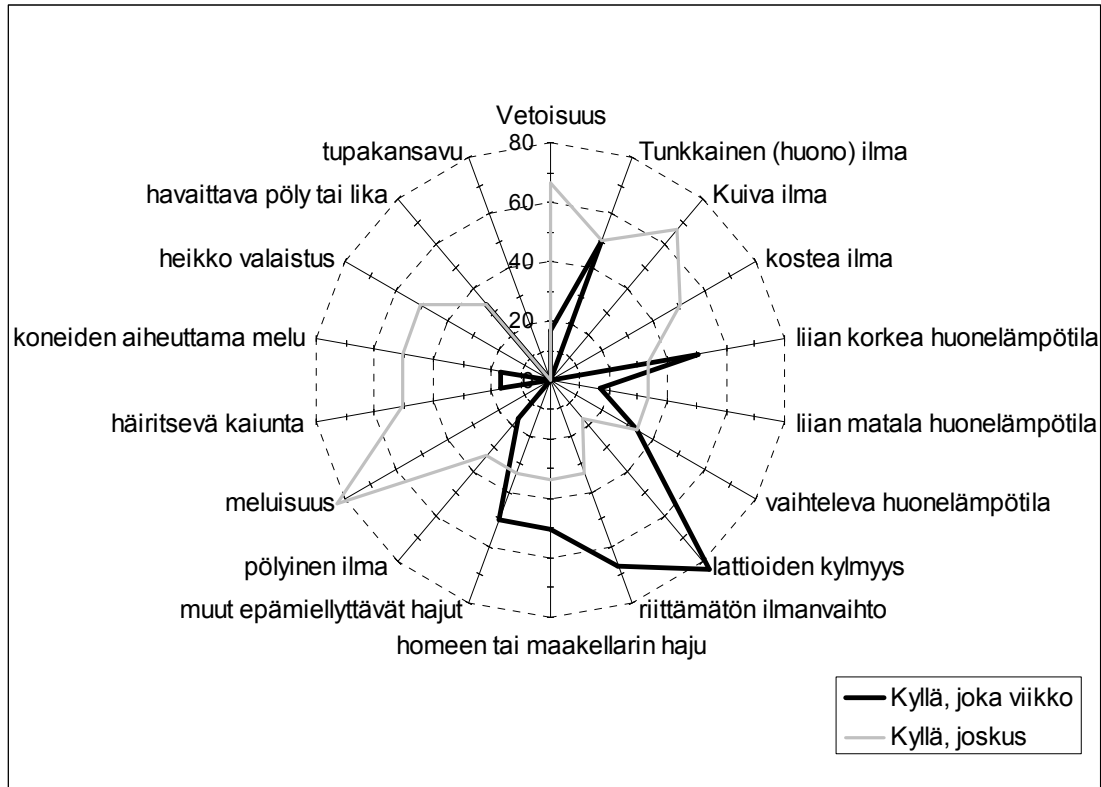


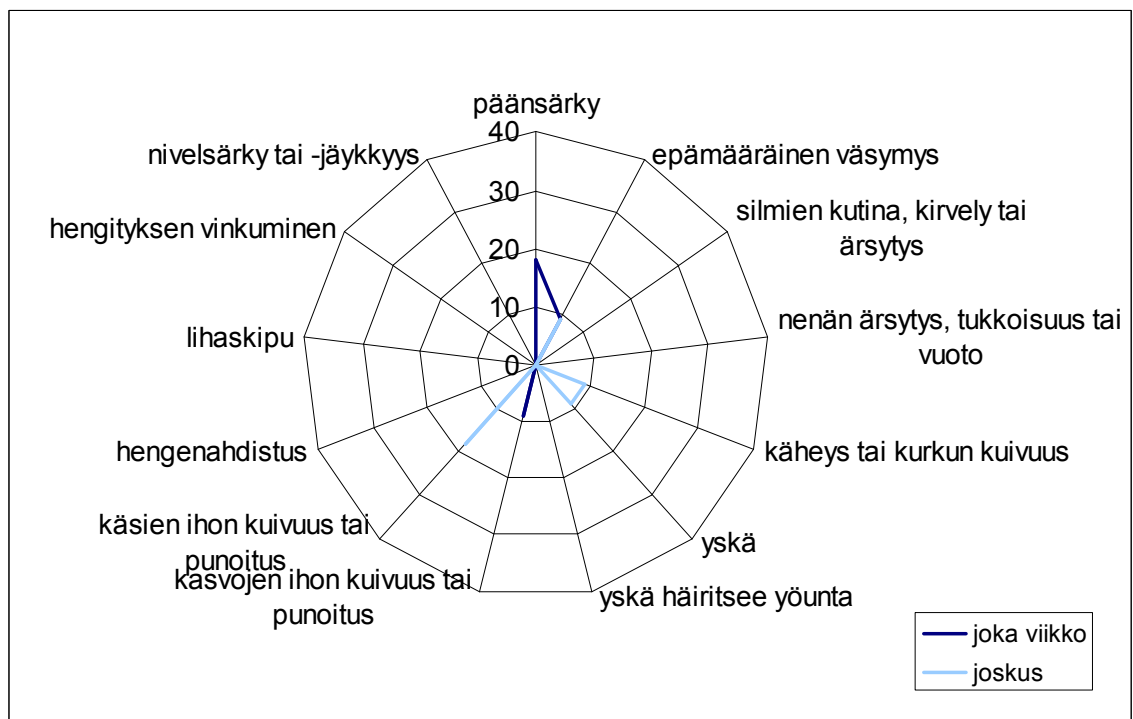
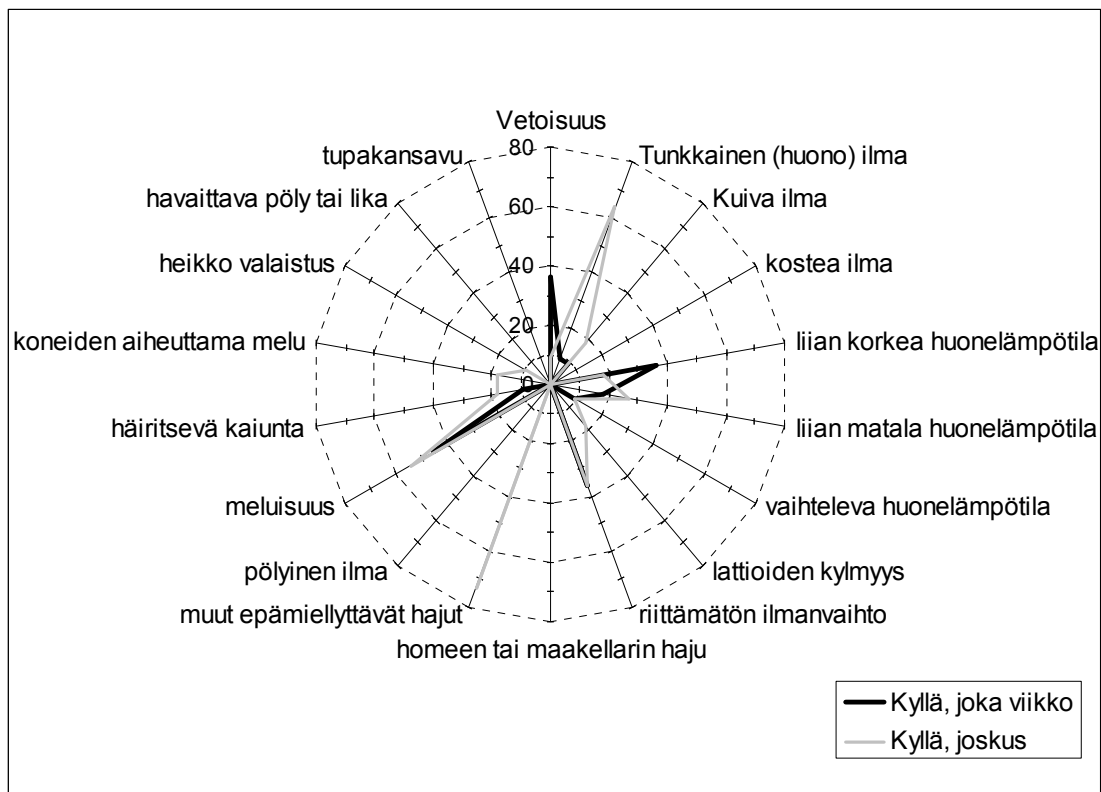




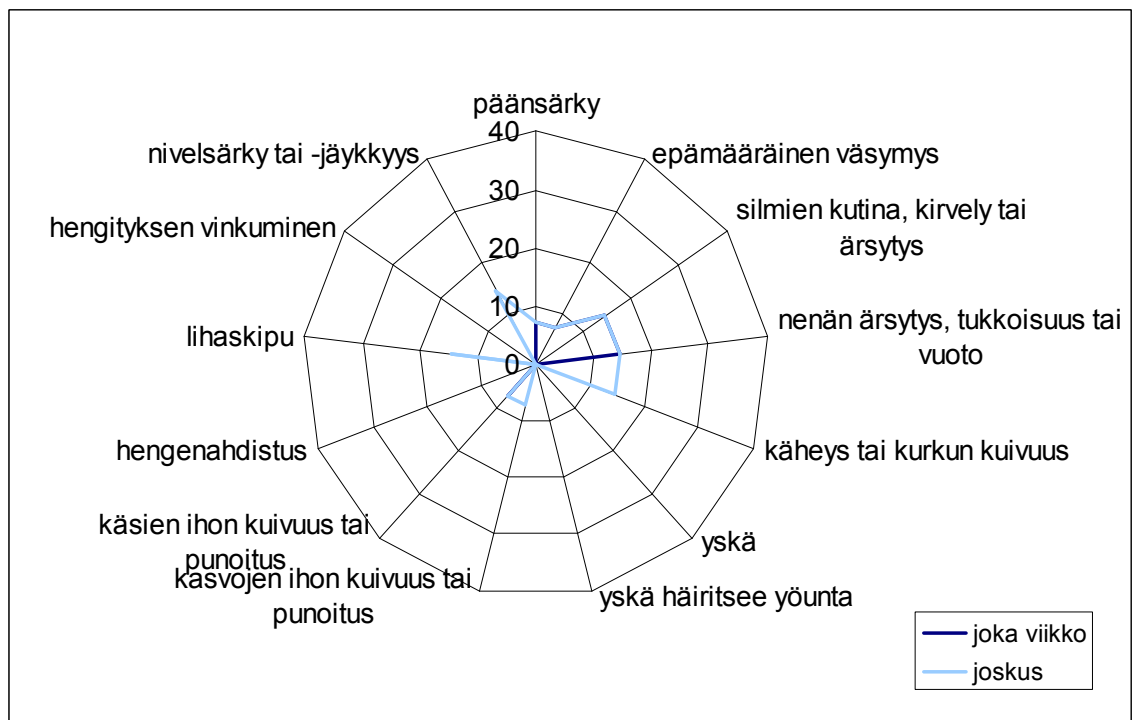
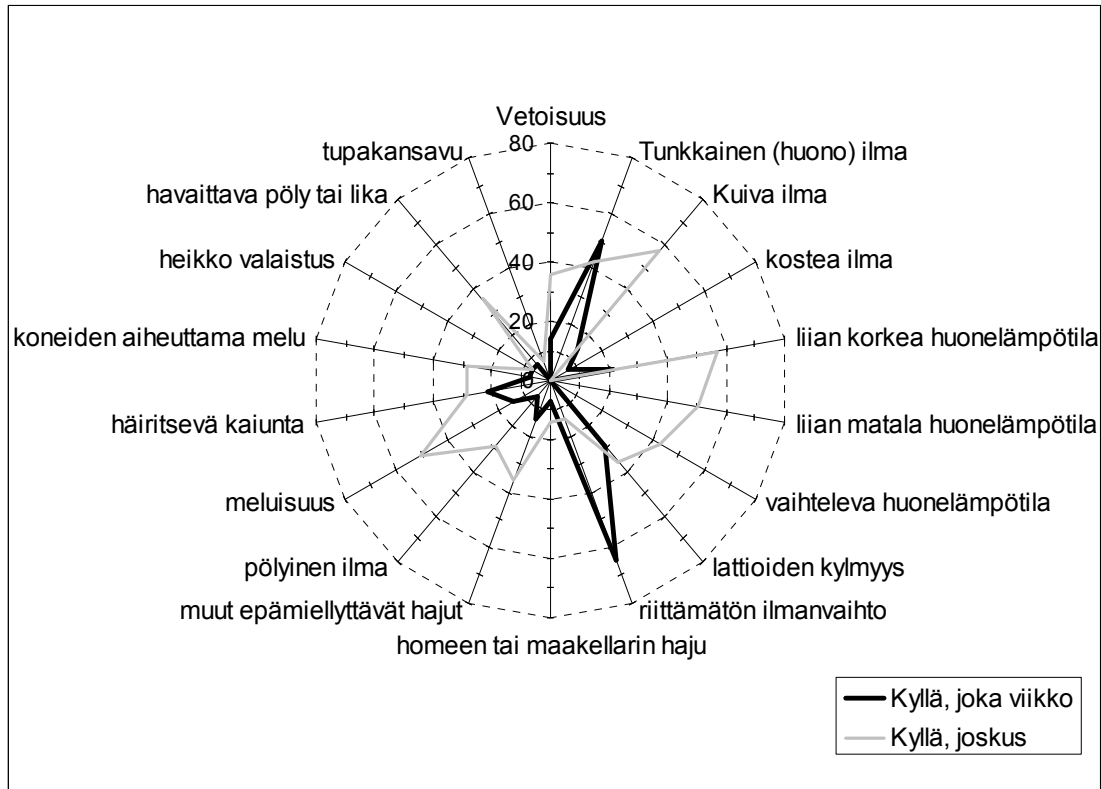


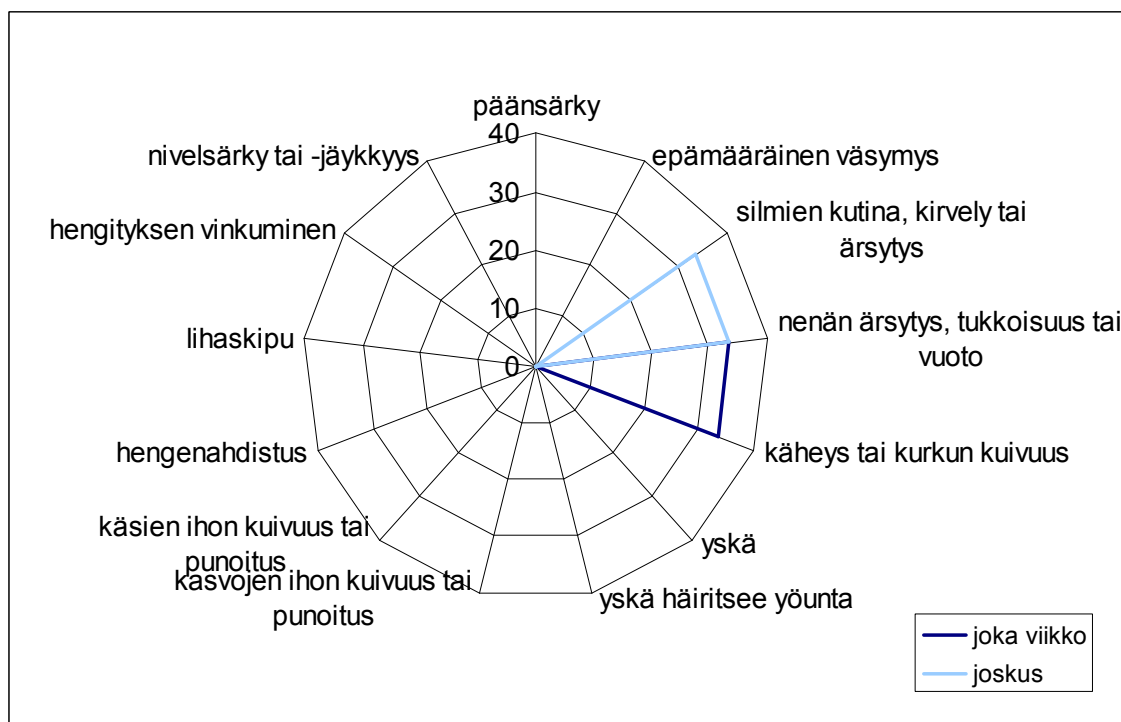
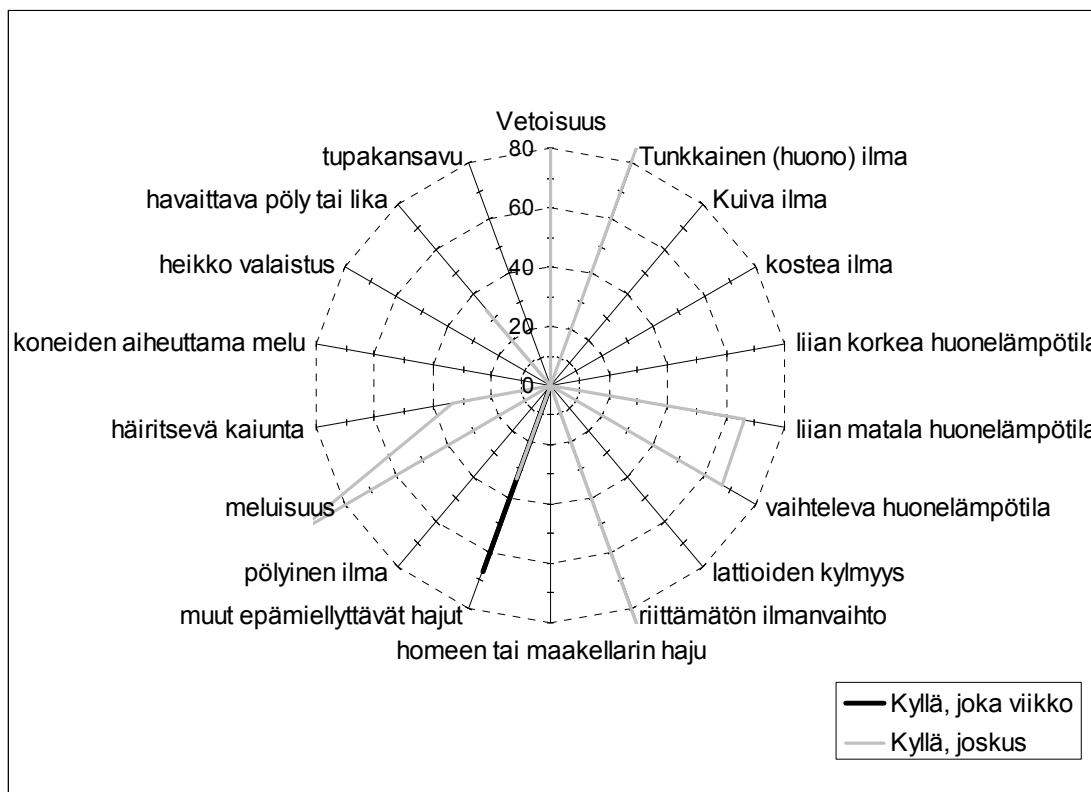




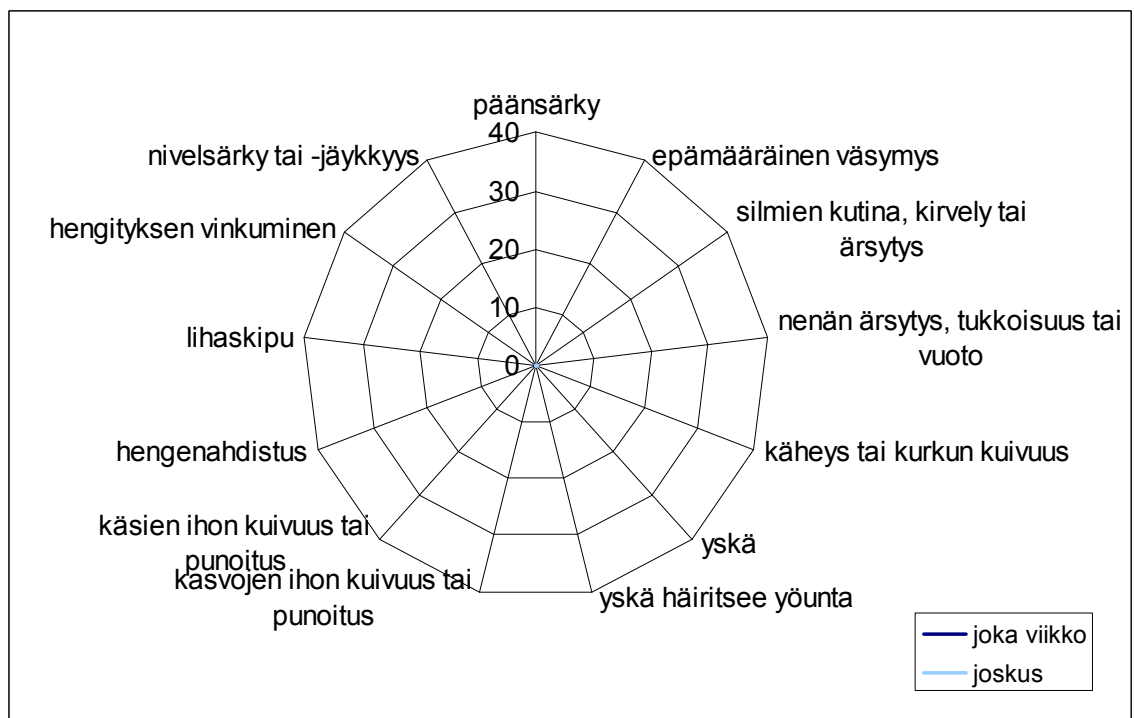
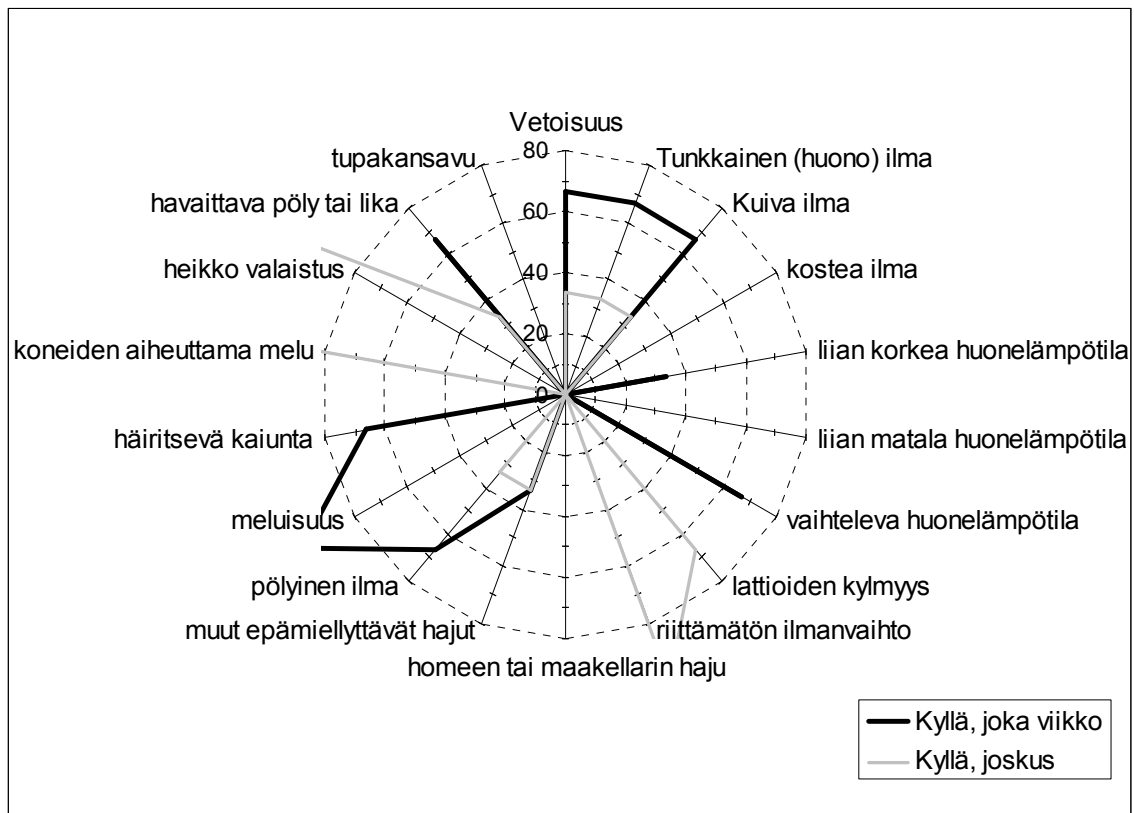


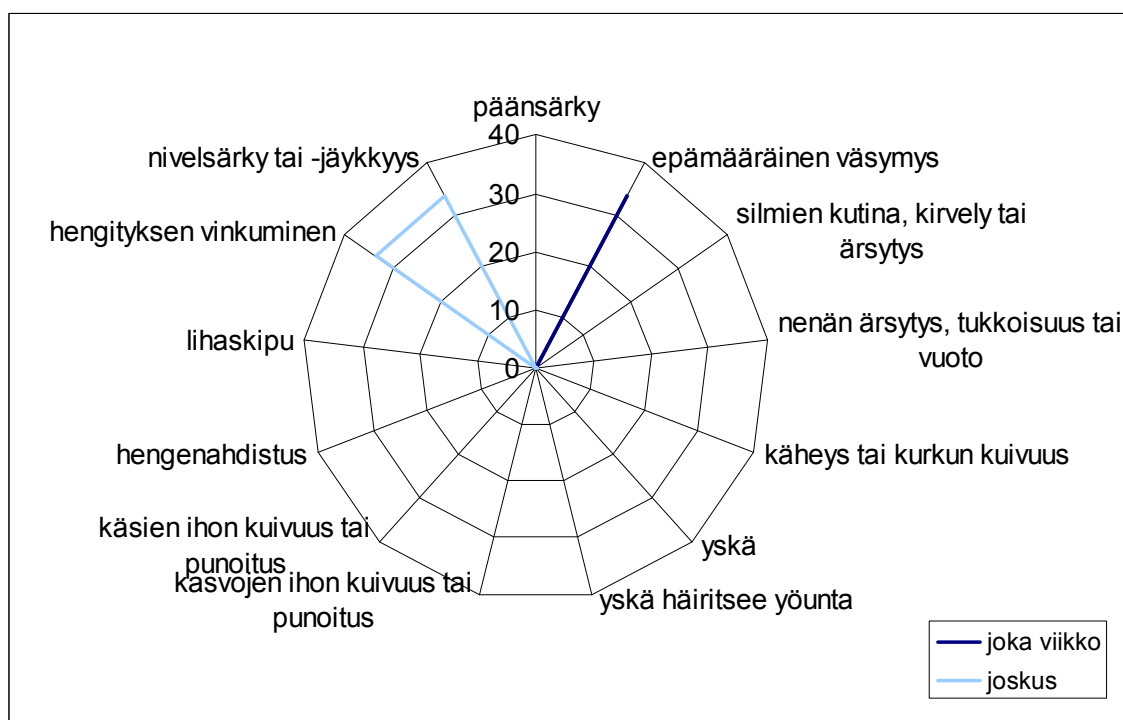
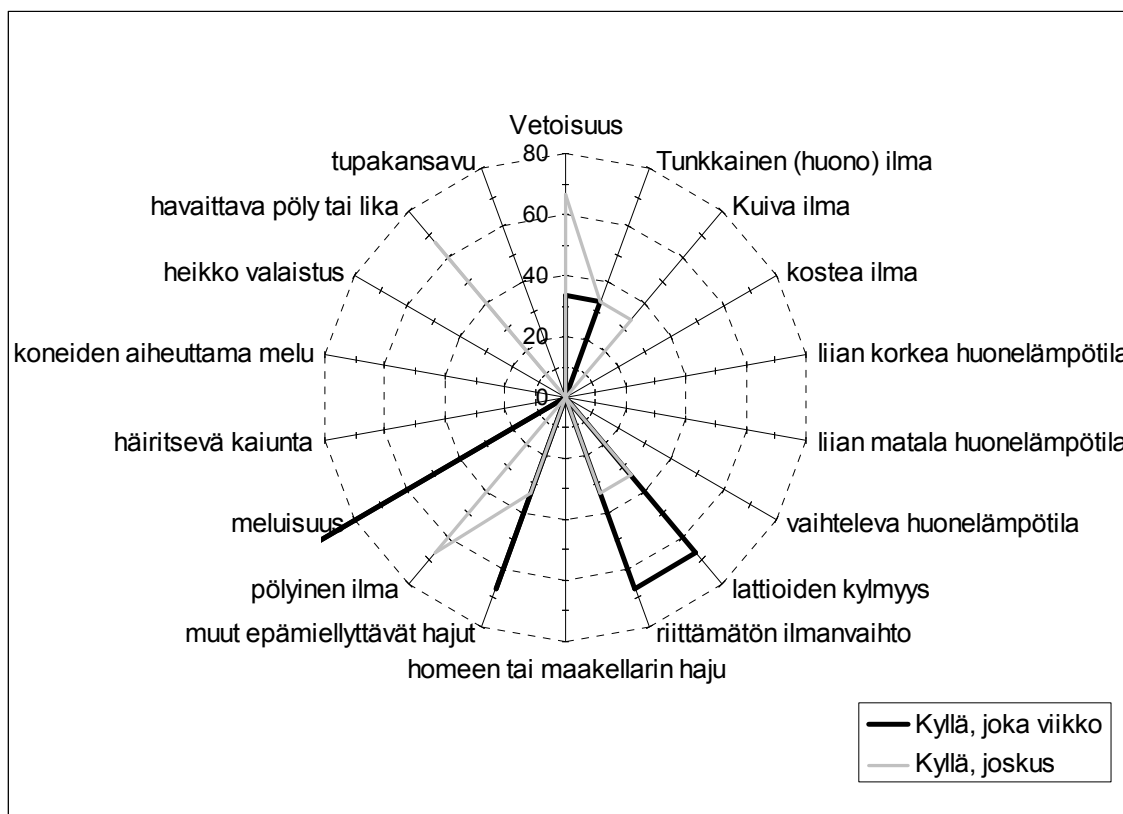




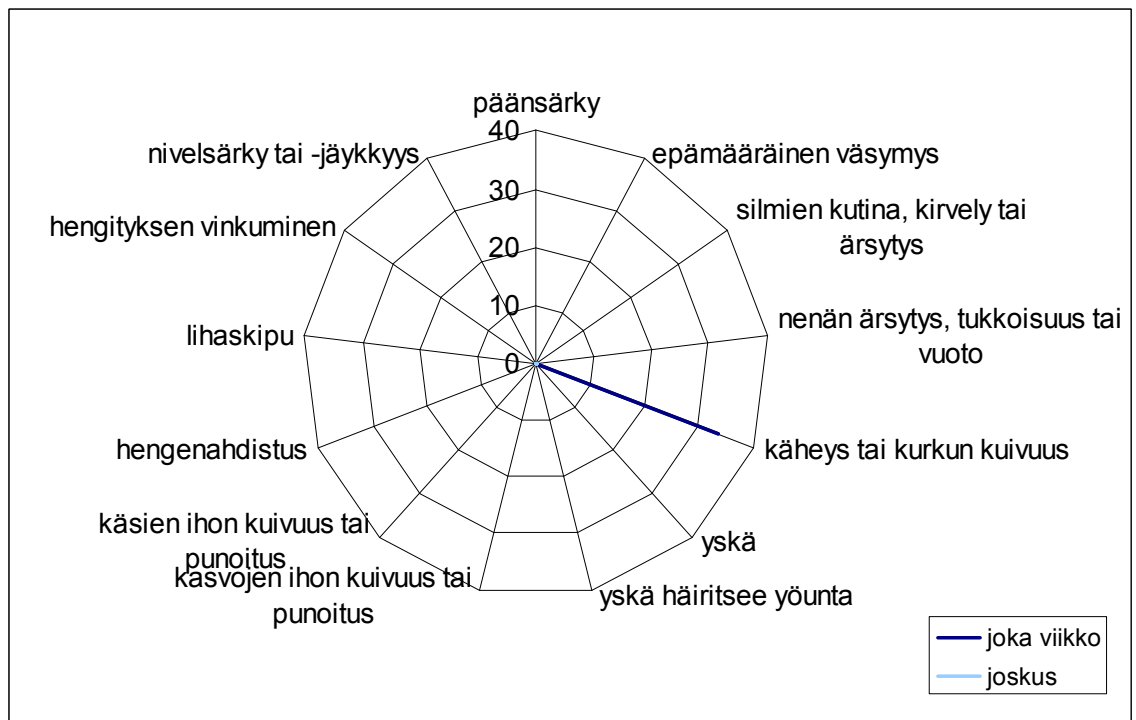
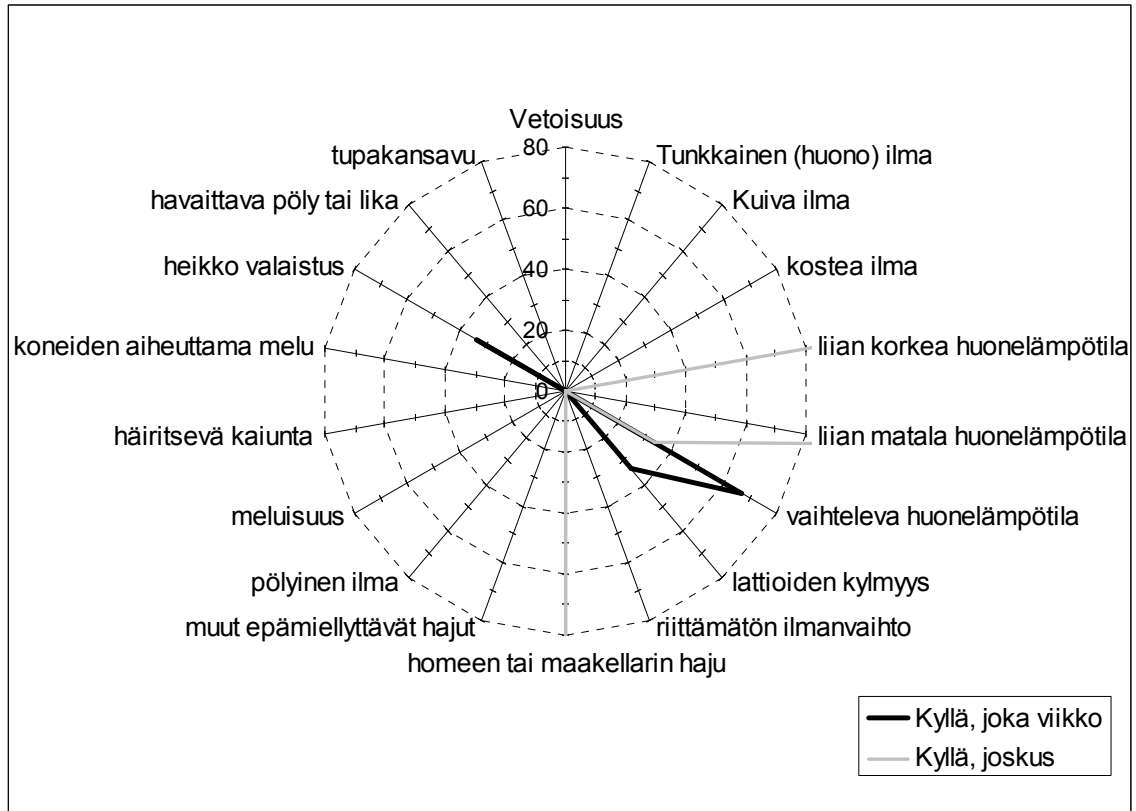


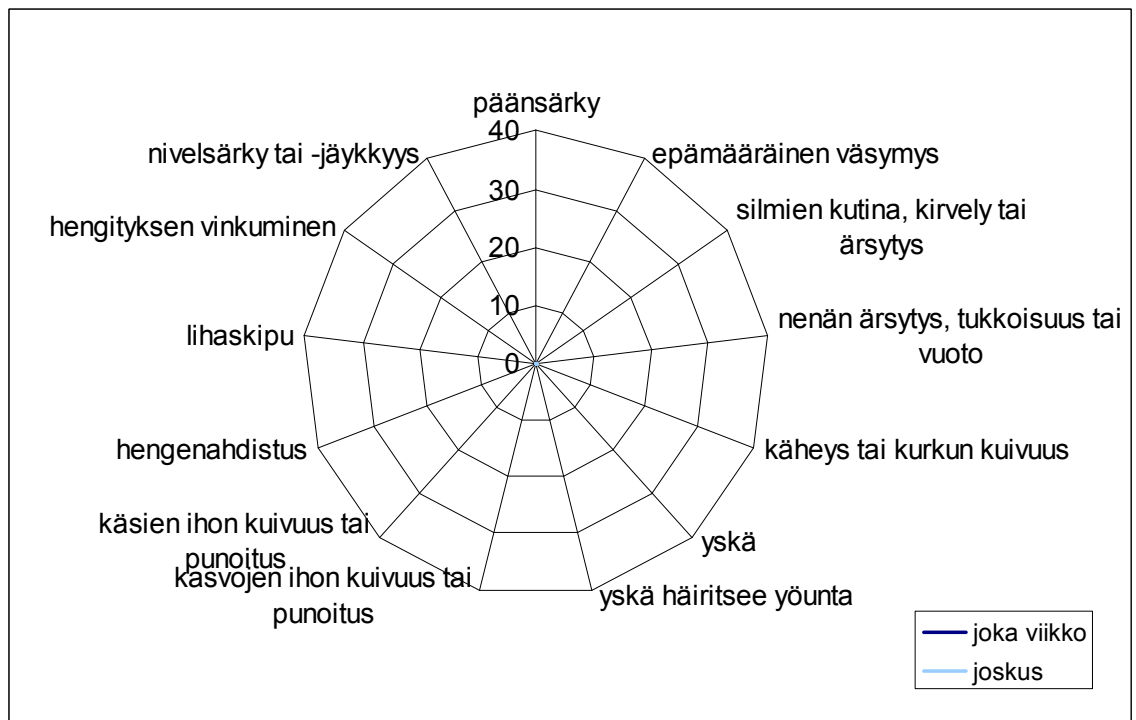
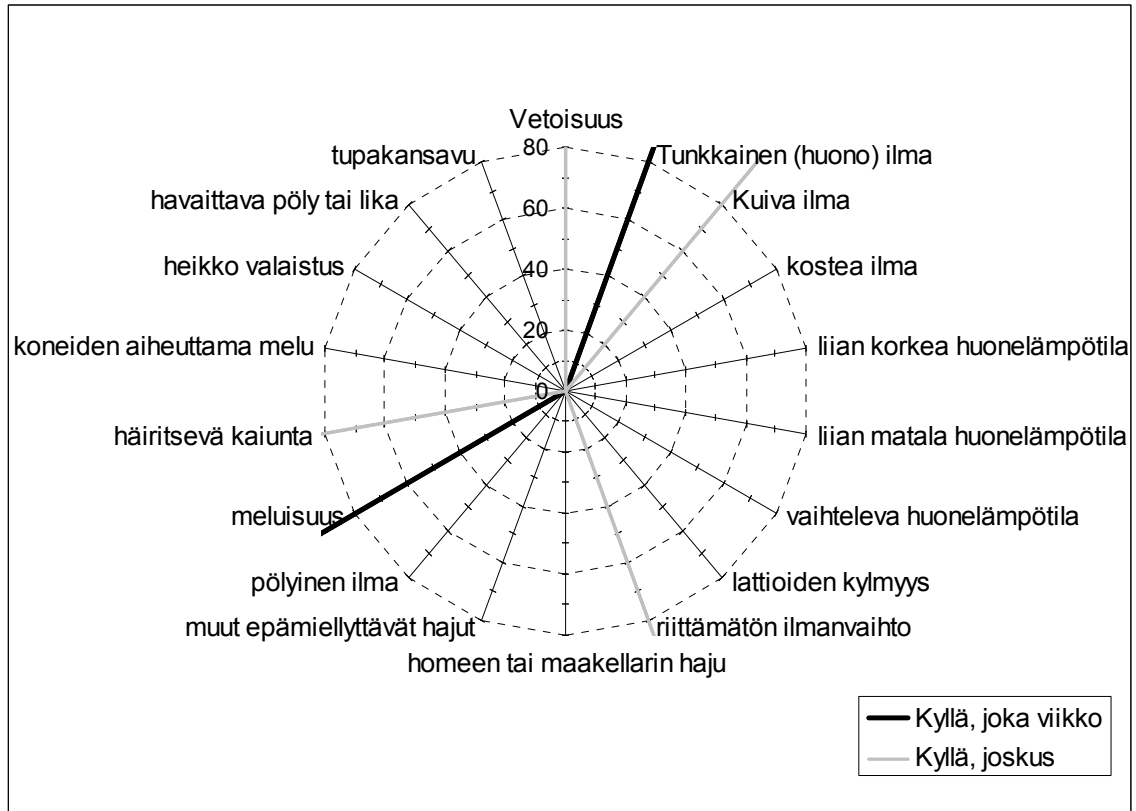
Sisäilmastokysely 2009. Ryhmäperhepäiväkoti 1



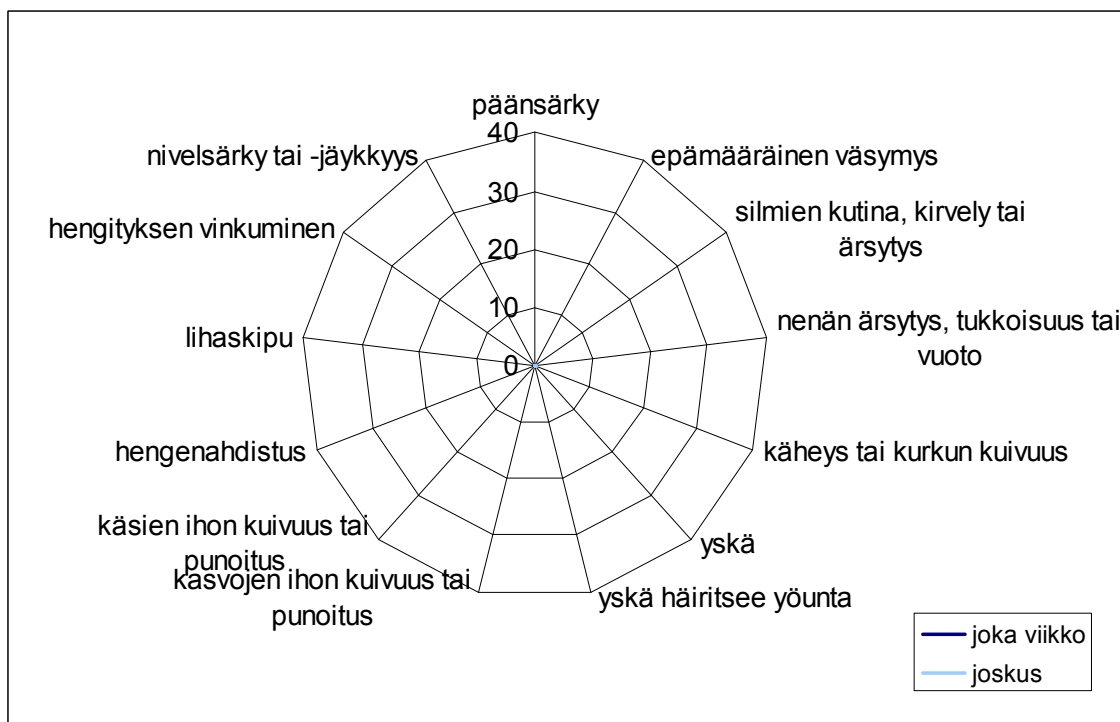
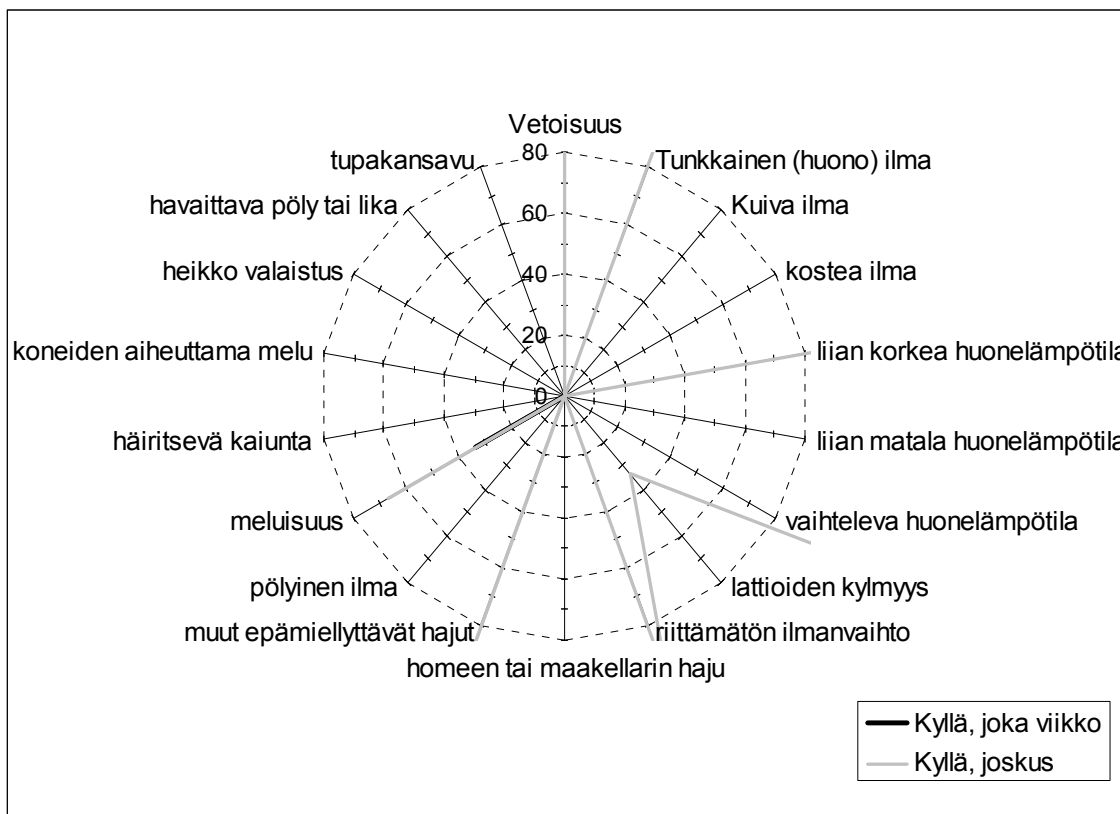


Sisäilmastokysely 2009. Ryhmäperhepäiväkoti 3

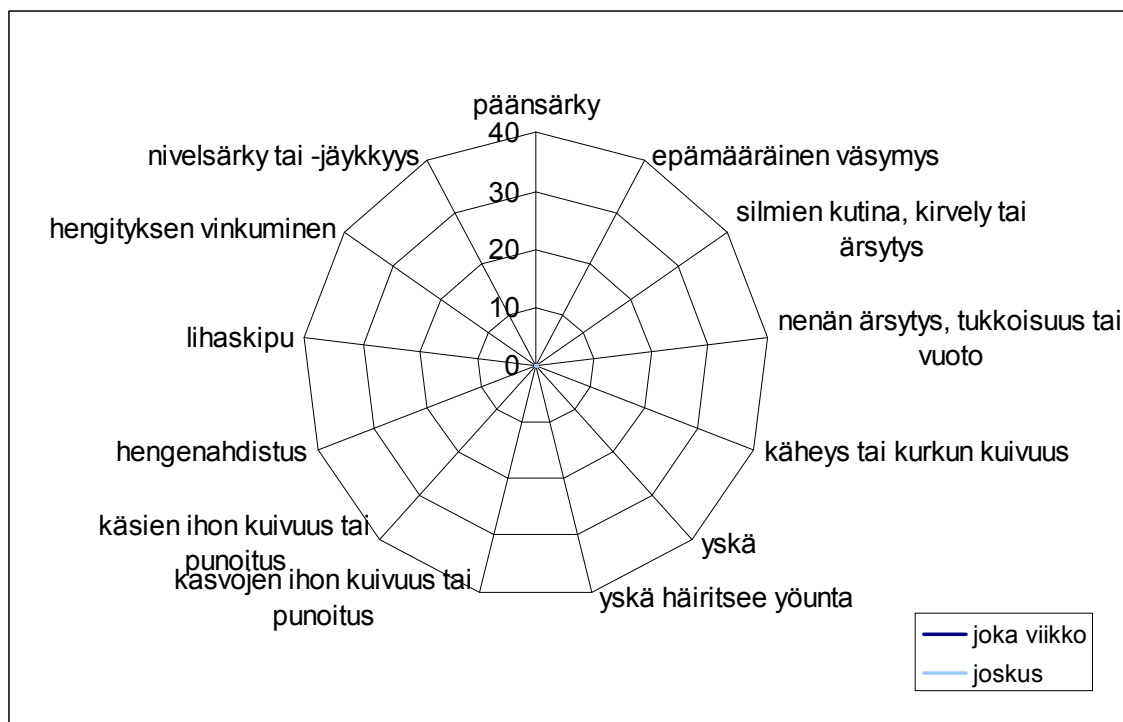
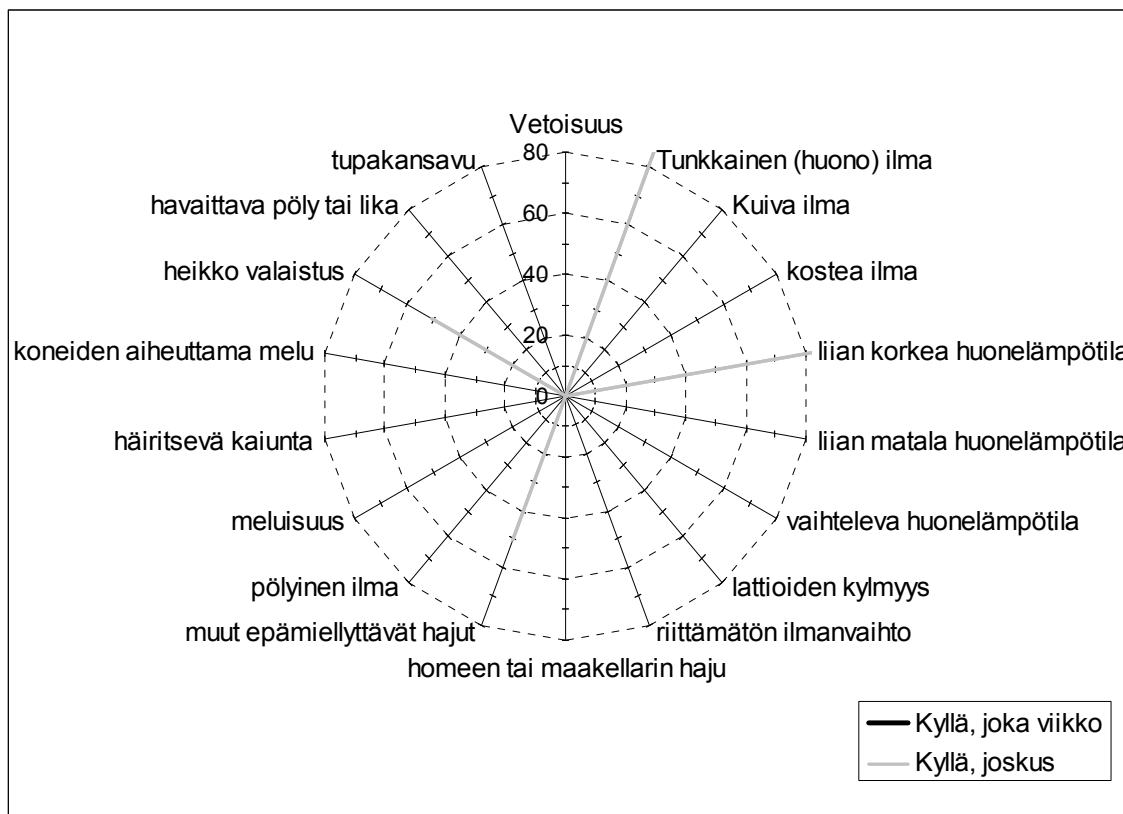




Sisäilmastokysely 2009. Ryhmäperhepäiväkoti 5

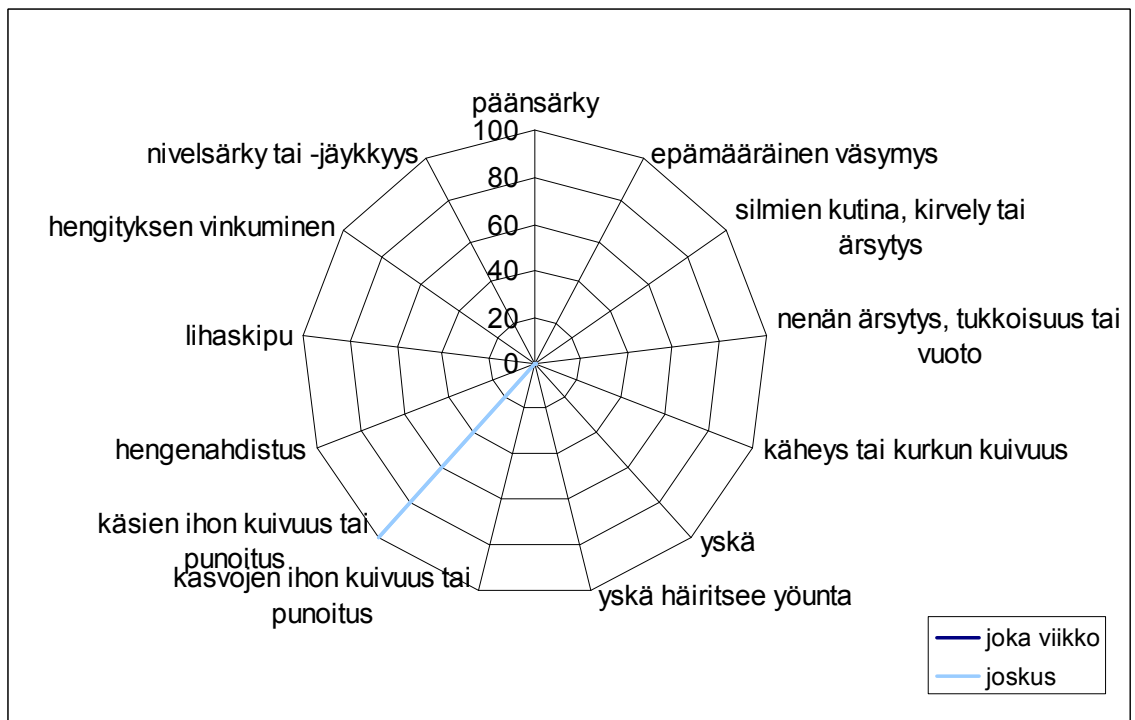
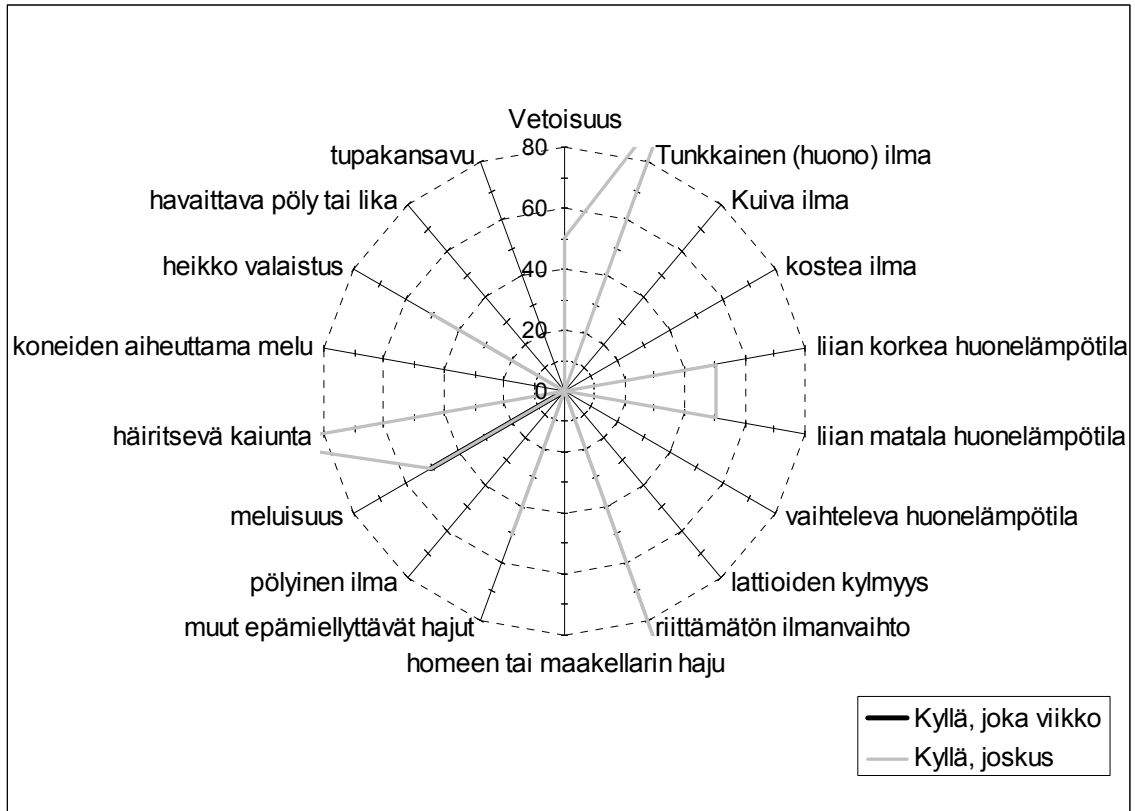


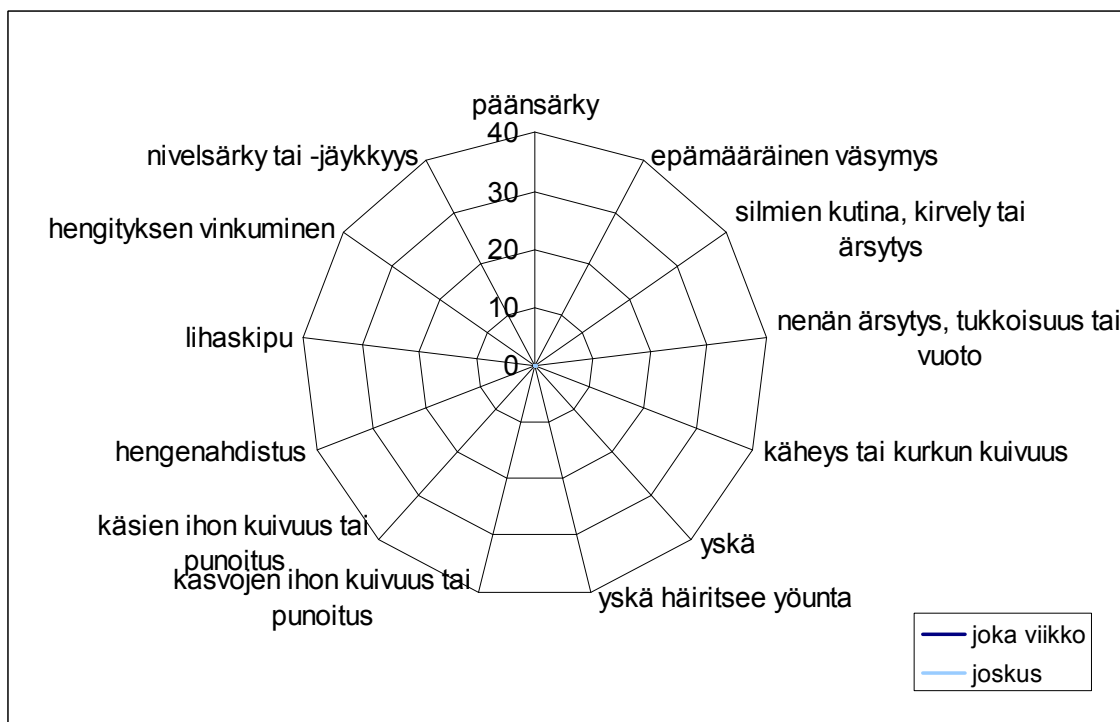
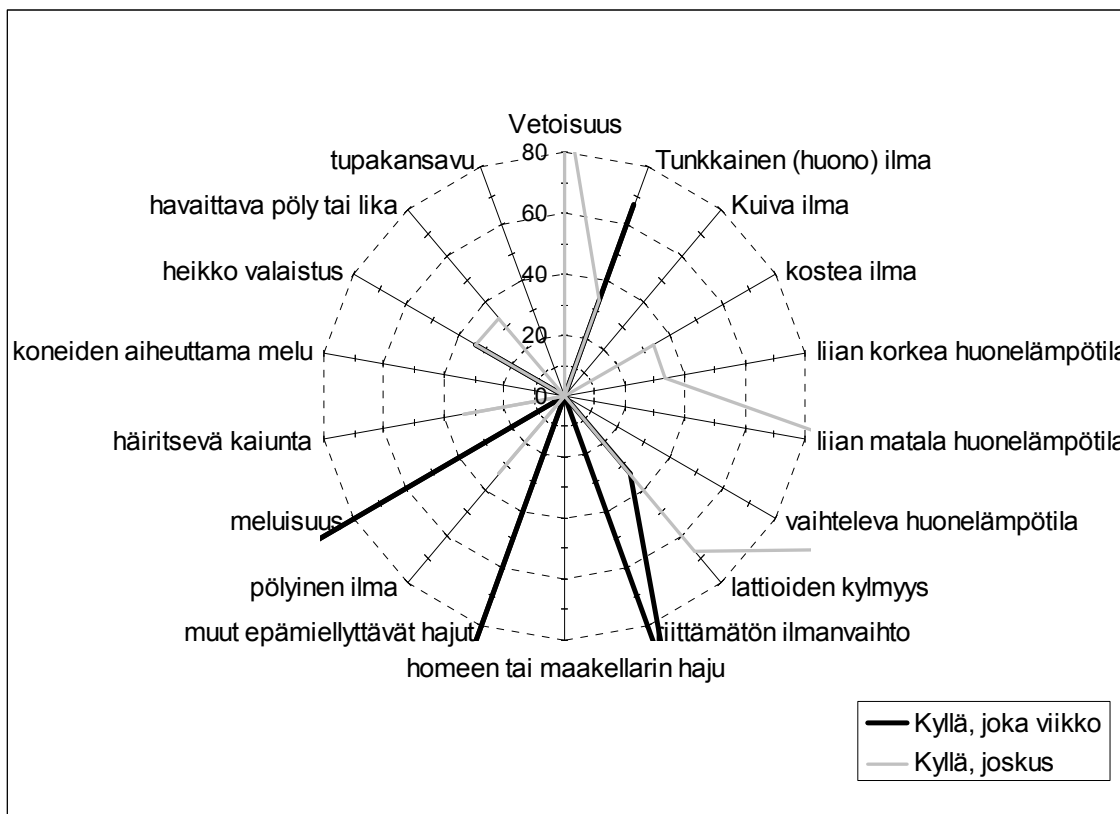
## Sisäilmastokysely 2009. Ryhmäperhepäiväkoti 6



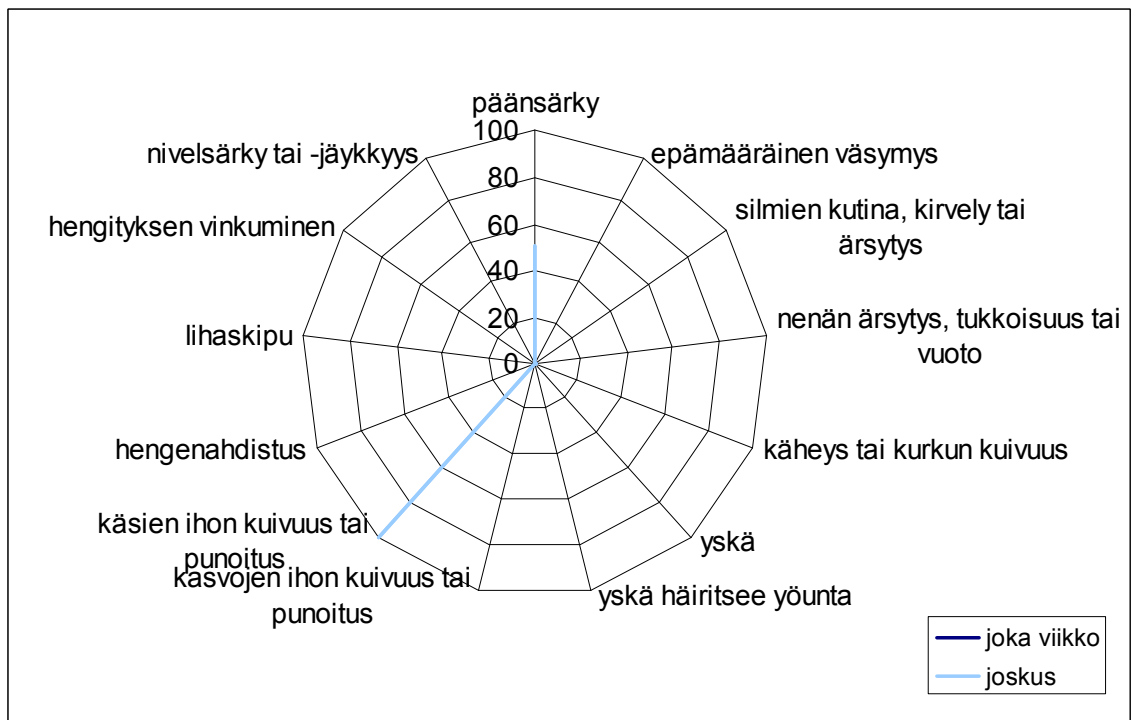
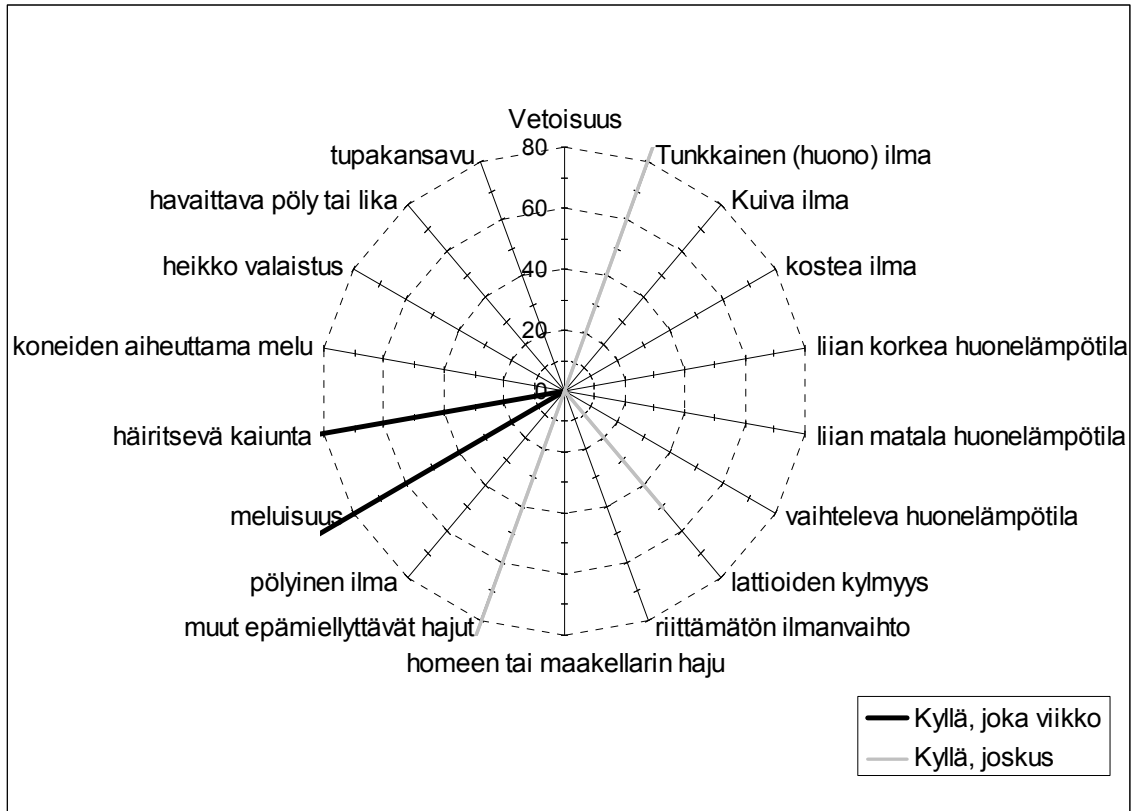


Sisäilmastokysely 2009. Ryhmäperhepäiväkoti 7





Sisäilmastokysely 2009. Ryhmäperhepäiväkoti 9



6423 Liikuntasali

6424 Nukkuma/toimintahuone

6425 Nukkuma/toimintahuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6423	6424	6425	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	7	10	4	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	940	<b>4600</b>	630	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6423: Penicillium spp.

6424: Punainen hiiva spp., Penicillium spp.

6425: Aspergillus fumigatus\*

5535 nukkumahuone

5536 nukkumahuone

5537 toimintahuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	5535	5536	5537	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	10	4	160	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	780	2400	3800	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus

5535: Penicillium spp., hiiva spp., steriili spp.

5536: Cladosporium spp.

5537: Penicillium spp.

6669 nukkumahuone

6670 ruokailutila

6671 nukkumahuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittys	Yksikkö	6669	6670	6671	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	10	4	10	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	2300	670	1500	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6669: *Penicillium* spp., hiiva spp., *Aspergillus fumigatus*\*

6670: *Penicillium* spp.

6671: *Penicillium* spp., hiiva spp.

6428 toimintahuone

6429 Nukkumahuone

6430 nukkumah./ toimintah.

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittys	Yksikkö	6428	6429	6430
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	<3	30	4
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	1100	2100	3300
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3

Hometunnistus:

6429: hiiva spp., Penicillium spp., Aspergillus spp., Oidiodendron spp.\*, steriili spp.

6430: steriili spp.

6462 Leikkihuone

6463 Lepohuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6462	6463	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	30	20	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	980	2300	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	4	<10

Hometunnistus:

6462: Cladosporium spp., Penicillium spp., hiiva spp., steriili spp.

6463: Cladosporium spp., Trichoderma spp.\*, Penicillium spp., steriili spp.



6385 nukkumahuone

6386 nukkumahuone

6387 Liikuntasali

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6385	6386	6387	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	7	10	10	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<b>8800</b>	1700	<b>4700</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<b>20</b>	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6385: Paecilomyces spp.\*, hiiva spp.

6386: Aspergillus versicolor\*, Aspergillus fumigatus\*, Oidiodendron spp.\*, steriili spp.

6387: Penicillium spp., Aspergillus versicolor\*, Mucor spp.

6895 nukkumahuone

6896 toiminta/nukkumahuone

6897 toiminta/ruokailuhuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6895	6896	6897	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	40	20	40	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	3800	1500	<b>5900</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<b>20</b>	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6895: Cladosporium spp., hiiva spp., Penicillium spp., steriili spp.

6896: Penicillium spp., steriili spp.

6897: Penicillium spp., Aspergillus spp., hiiva spp., steriili spp.

5543 nukkumahuone

5544 nukkumahuone

5545 Liikuntasali

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	5543	5544	5545	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	<3	20	4	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	650	2200	210	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus:

5544: hiiva spp., Cladosporium spp., steriili spp.

5545: Aspergillus fumigatus\*

7211 aula

7212 leikkihuone

7213 lepohuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	7211	7212	7213	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	60	50	30	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	270	1100	530	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	4	<10

Hometunnistus:

7211: *Penicillium* spp. (valtalaji), *Geomyces* spp.\*, steriili spp.

7212: *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., hiiva spp., steriili spp.

7213: *Cladosporium* spp., *Penicillium* spp.,

6498 nukkumahuone

6499 Toimintahuone

6500 Leikkihuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6498	6499	6500	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	7	20	30	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	3100	<b>4800</b>	<b>6000</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<4	<4	<4	<10

Hometunnistus:

6498: Penicillium spp.

6499: Penicillium spp., Aspergillus spp., vaalea hiiva spp., steriili spp.

6500: Penicillium spp., Aspergillus spp., Trichoderma spp.\*

7416 Ruokailutila

7417 Ruokailutila

7418 Lepohuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	7416	7417	7418	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	10	7	4	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	640	380	230	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	7	<3	<3	<10

Hometunnistus:

7416: hiiva spp., Penicillium spp.

7417: Cladosporium spp., hiiva spp.

7418: Penicillium spp.

7430 Nukkumahuone

7431 Toimintahuone

7432 Leikkihuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	7430	7431	7432	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	20	10	10	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	1400	3700	1200	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	4	4	<10

Hometunnistus:

7430: *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., hiiva spp., steriili spp.

7431: *Cladosporium* spp., steriili spp.

7432: *Penicillium* spp., hiiva spp., *Trichoderma* spp.\*,

6475 lepotila

6476 toimintatila

6477 lepotila

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6475	6476	6477	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	50	20	10	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	4100	3300	1700	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6475: hiiva spp., Penicillium spp., steriili spp.

6476: Geomyces spp.\*, Trichoderma spp.\* steriili spp

6477: Geomyces spp.\*, Cladosporium spp., steriili spp.



7425 nukkumahuone

7426 leikkihuone

7427 toimintatila

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	7425	7426	7427	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	20	4	30	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<b>7300</b>	1300	<b>13000</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	7	4	<3	<10

Hometunnistus:

7425: Penicillium spp., hiiva spp.

7426: Aspergillus versicolor\*

7427: Cladosporium spp., hiiva spp., Trichoderma spp.\*

7411 Leikki- ja olotila

7412 Leikki- ja lepotila

7413 huone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	7411	7412	7413	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	20	30	40	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	2300	<b>7400</b>	4300	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	4	4	<10

#### Hometunnistus:

7411: Penicillium spp., Cladosporium spp., hiiva spp., steriili spp.

7412: Cladosporium spp., hiiva spp., Geomyces spp.\*, steriili spp.

7413: hiiva spp., Cladosporium spp., Penicillium spp., steriili spp.

5546 Liikuntatila

5547 nukkumahuone

5548 Toimintatila, kirjasto

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	5546	5547	5548	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	4	30	10	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<b>4500</b>	1100	1300	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	4	<3	<10

Hometunnistus:

5546: Geotrichum spp.

5547: Hiiva spp., Penicillium spp., Cladosporium spp., steriili spp.

5548: Penicillium spp., Aspegillus fumigatus\*, steriili spp.

6412 nukkumahuone

6413 ruokailutila

6414 nukkumahuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6412	6413	6414	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	20	20	4	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	1600	<b>5400</b>	1200	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6412: Penicillium spp., Aureobasidium spp., Cladosporium spp.

6413: Penicillium spp., Cladosporium spp., hiiva spp.

6414: hiiva spp.

6501 toiminta ja ruokailu

6502 leikkihuone

6503 nukkumahuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6501	6502	6503	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	10	10	4	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	3800	2400	<b>5200</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6501: Geomyces spp.\*, Penicillium spp., hiiva spp.

6502: Cladosporium spp., Aspergillus spp., hiiva spp.

6503: hiiva spp.

7525 Leikkihuone

7526 toimintahuone

7527 Lepuhuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	7525	7526	7527	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	70	50	10	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	4300	<b>10000</b>	810	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus:

7525: Aureobasidium spp., vaalea hiiva spp., Acremonium spp.\*, Geomyces spp.\*,  
Penicillium spp., Cladosporium spp., punainen hiiva spp., Mucor spp., steriili spp.

7526: Aureobasidium spp., vaalea hiiva spp., Scopulariopsis spp.\*, Penicillium spp.,  
Eurotium spp.\*, steriili spp.

7527: Penicillium spp., Cladosporium spp., hiiva spp.

6464 Lepohuone

6465 Leikkihuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6464	6465	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	30	<3	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	380	2100	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6454: Penicillium spp.

7860 toimintahuone, nukkumatila

7861 Ruokailu- ja toimintahuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	7860	7861	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	50	20	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<b>14000</b>	<b>22000</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	4	<3	<10

Hometunnistus:

7860:hiiva spp., Cladosporium spp., Geomyces spp.\*, Penicillium spp., steriili spp.

7861: Penicillium spp., Geomyces spp.\*, hiiva spp., steriili spp.



6426 Toimintahuone

6427 Nukkumahuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6426	6427	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	10	10	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	3000	3300	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6426: Cladosporium spp., Penicillium spp.

6427: Hiiva spp., Penicillium spp., steriili spp.

5541 Toimintatila

5542 Lepohuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	5541	5542	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	40	90	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<b>11000</b>	<b>5600</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	4	<10

Hometunnistus:

5541: Oidiodendron spp.\*, Penicillium spp., Geomyces spp.\*, steriili spp.

5542: Penicillium spp., Aspergillus spp., Aspergillus versicolor\*, Oidiodendron spp.\*, steriili spp.

6478 Lepotila

6479 Leikkihuone

6480 Keittiö / ruokailutila

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6478	6479	6480	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	20	30	20	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	2300	2100	3000	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6478: *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., hiiva spp.

6479: *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., *Aspergillus versicolor*\*

6480: hiiva spp., *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., *Aspergillus versicolor*\*, steriili spp.

7508 lepotila

7509 Leikkitila

7510 Ruokailutila leikkitila

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittys	Yksikkö	7508	7509	7510	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	50	70	50	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	3800	3100	<b>13000</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	4	4	<3	<10

Hometunnistus:

7508: *Penicillium* spp., *Cladosporium* spp., hiiva spp., *Geomyces* spp.\*, steriili spp.

7509: *Geomyces* spp.\* (valtalaji), *Penicillium* spp., hiiva spp., *Mucor* spp., steriili spp.

7510: *Aspergillus versicolor*\*, *Penicillium* spp., *Geomyces* spp.\*, *Aureobasidium* spp., steriili spp.

6893 nukkumahuone

6894 toiminta/ruokailuhuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6893	6894	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	20	40	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<b>12000</b>	<b>31000</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6893: Penicillium spp., hiiva spp., steriili spp.

6894: Penicillium spp., hiiva spp., Aspergillus spp., steriili spp.

7505 Lepotila

7506 Leikkitila

7507 Leikkitila / ruokailutila

**MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET**

Määrittys	Yksikkö	7505	7506	7507	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	50	40	50	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	2600	3100	<b>5900</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	7	<3	<10

Hometunnistus:

7505: Penicillium spp., hiiva spp., Cladosporium spp.,steriili spp.

7506: Aspergillus spp., Penicillium spp., hiiva spp., Cladosporium spp.,steriili spp.

7507: Penicillium spp.,Cladosporium spp.,hiiva spp., Stachybotrys spp.\*, Aspergillus spp., steriili spp.

6504 Nukkumahuone

6505 Toiminta / ruokailutila

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6504	6505	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	30	40	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<b>6600</b>	<b>6600</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<4	<4	<10

Hometunnistus:

6504: Penicillium spp., Oidiodendron spp.\*, vaalea hiiva.

6505: Penicillium spp., Oidiodendron spp.\*, Cladosporium, Trichoderma spp.\*,  
vaalea hiiva spp

8258 Nukkumahuone

8259 Ruokailu- toimintatila

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	8258	8259	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	7	30	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	2300	<b>30000</b>	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<10

Hometunnistus:

8258: Aspergillus spp., Trichoderma spp.\*

8259: Aureobasidium spp., Penicillium spp., hiiva spp., steriili spp.



7419 Toimintatila

7420 Nukkumahuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	7419	7420	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	7	7	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	2100	3700	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<b>10</b>	<10

Hometunnistus:

7419: Penicillium spp.

7420: Penicillium spp., Cladosporium spp.

5549 Iso nukkumahuone

5550 Pieni nukkumahuone

5551 Toimintahuone

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	5549	5550	5551	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	30	20	20	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	2400	2500	3900	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<3	<10

Hometunnistus:

5549: Cladosporium spp., punainen hiiva spp.,

5550: Cladosporium spp., Sphaeropsidales spp.\*, steriili spp.

5551: Cladosporium spp., hiiva spp., Oidiodendron spp.\*, Geomyces spp.\*

6420 Nukkumahuone

6421 Toimintatila

### MÄÄRITYSTULOKSET / NÄYTTEET

Määrittäminen	Yksikkö	6420	6421	STM 2003:i
Homeet ja hiivat	pmy/m <sup>3</sup>	20	10	<500
Kokonaisbakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	1700	1400	<4500
Aktinobakteerit	pmy/m <sup>3</sup>	<3	<3	<10

Hometunnistus:

6420: *Aspergillus versicolor*\*, *Penicillium* spp., steriili spp.

6421: *Penicillium* spp., *Aspergillus ochraceus*\*, hiiva spp.