

Heikki Korolainen

YLEISIMMÄT SISÄILMASTO-ONGELMAT

Insinööriö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ala
Rakennustekniikka
Kevät 2012

Koulutusala Tekniikka ja liikenne	Koulutusohjelma Rakennustekniikka
Tekijä(t) Heikki Korolainen	
Työn nimi Yleisimmät sisäilmasto-ongelmat	
Vaihtoehdotiset ammattipinnot	Ohjaaja(t) Antti Muhonen
	Toimeksiantaja Iisalmen kaupungin tekninen keskus, tilapalvelu
Aika Kevät 2012	Sivumäärä ja liitteet 48+21
<p>Tämä opinnäytetyö tehtiin Iisalmen kaupungin teknisen keskuksen toimeksiantona. Tarkoituksena oli selvittää yleisimpiä sisäilmaston laatua heikentäviä asioita ja soveltaa niitä sisäilmasto-ongelmista kärsivään päiväkotiin.</p> <p>Opinnäytetyössä käsiteltiin rakennusten sisäilmaston epäpuhtauksia ja niiden syntyyn vaikuttavia tekijöitä. Rakennusten sisäilmasto-ongelmat ovat usein mikrobiongelmia, osa taas johtuu rakennusmateriaalien päästöistä ja ihmisen toiminnasta.</p> <p>Työhön kerättiin laaja teoriaosuus sisäilmasto-ongelmista ja niiden synnystä. Esimerkkikohteena käytettiin sisäilmasto-ongelmista kärsivää päiväkotia. Päiväkodin henkilökunnalle tehtiin sisäilmastokysely-loppukevästä vuonna 2011 ja päiväkotiin kosteuskartoitus elokuussa 2011. Päiväkodin työntekijät ovat oireilleet, mutta mitään kosteusvaurioon viittaavaa ei ole löytynyt.</p> <p>Tämä insinöörityö palvelee Iisalmen kaupungin teknistä keskusta sisäilmasto-ongelmissa myös jatkossa etenkin teoriaosuuden kohdalta.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Sisäilmasto, kosteusongelmat, kosteuskartoitus, sisäilmastokysely, VOC
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto

School School of Engineering	Degree Programme Construction Engineering
Author(s) Heikki Korolainen	
Title Most Common Indoor Air Problems	
Optional Professional Studies	Instructor(s) Mr. Antti Muhonen
	Commissioned by The City of Iisalmi, Technical centre, Facility services
Date Spring 2012	Total Number of Pages and Appendices 48+21
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by the City of Iisalmi, Technical centre, Facility services. The purpose of the thesis was to study indoor air problems and factors which cause in buildings, especially in kindergarten buildings. Indoor air problems are caused by microbiological damages, emissions from building materials and human activities. The theoretical part of the thesis discusses indoor air problems and their origins.</p> <p>The Malminranta kindergarten was used as an example. This kindergarten has suffered from indoor air problems but nothing referring to microbiological damage has been found. An indoor air survey was made from the kindergarten staff and they filled a questionnaire in late spring 2011. A water damage inspection was made for the kindergarten in August 2011. The goal of the water damage inspection was to find potential accidents, expansion of the damages and advice how to repair the damages.</p> <p>The City of Iisalmi can use this thesis in the future. The theoretical part of the thesis can also be used for other targets than kindergartens. The results of the water damage inspection can be used as a repairing guide for the Malminranta kindergarten.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	indoor air quality, floor structures, surface coating, construction materials, emissions, water damage
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 TIETOA SISÄILMASTOSTA JA SIIHEN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ	2
2.1 Yleistä sisäilmastosta	2
2.2 Yleiset ohjeet ja määräykset sisäilmastoon liittyen	3
2.2.1 Suomen rakentamismääräyskokoelma (RakMK)	3
2.2.2 Asumisterveysohje	3
2.2.3 Sisäilmastoluokitus 2008	4
2.3 Terveyshaitat	6
2.4 Fysikaaliset tekijät	8
2.4.1 Lämpötila	8
2.4.2 Kosteus	9
2.4.3 Ilmanvaihto	9
2.4.4 Melu	10
2.5 Mikrobiologiset epäpuhtaudet	11
2.5.1 Virukset, bakteerit ja sienet	12
2.5.2 Pölypunkki	13
2.6 Kemialliset epäpuhtaudet	15
2.6.1 VOC-yhdisteet (Haihtuvat orgaaniset yhdisteet)	15
2.6.2 Ammoniakki	16
2.6.3 Asbesti	17
2.6.4 Formaldehydi	18
2.6.5 Hiilidioksidi	18
2.6.6 Hiilimonoksidi	19
2.6.7 Radon	19
2.6.8 Styreeni	20
2.6.9 2-etyyliheksanoli	20
2.7 Henkilötekijät	21
2.7.1 Ihmisperäiset epäpuhtaudet	21
2.7.2 Siivous	22
2.7.3 Huonekasvit	22

3 SISÄILMASTO-ONGELMIEN MUODOSTUMINEN	23
3.1 Kosteus rakenteissa	23
3.2 Kemiallisten vaurioiden synty	25
3.3 Ilmanvaihdon ja lämmityksen toimivuus	25
3.3.1 Koneellinen poistoilmanvaihto	25
3.3.2 Koneellinen tulo- ja poistoilmastointi	26
3.3.3 Painovoimainen ilmanvaihto	27
4 SISÄILMASTO-ONGELMISTA KÄRSIVÄ MALMINRANNAN PÄIVÄKOTI	29
4.1 Terveen päiväkodin sisäilmasto	29
4.2 Malminrannan päiväkodin henkilökunnan sisäilmastokysely	30
4.3 Tehdyt korjaukset	32
4.4 Tehdyt tutkimukset	33
4.4.1 Sisäilmamittaukset	34
4.4.2 Tutkimuksen tulokset	42
4.5 Jatkotoimenpiteet Malminrannan päiväkotiin	43
5 PÄÄTELMÄT	45
6 YHTEENVETO	46
LÄHTEET	47
LIITTEET	

SYMBOLILUETTELO

- 2-etyyliheksanoli = kaasumuotoinen ja rasvaliukoinen yhdiste, jota muodostuu muovimattojen liimojen ja pehmikkeiden hajoamistuotteena.
- Ammoniakki = väritön kaasu
- ASA-rekisteri = ammatissaan syöpävaaraa aiheuttaville aineille altistuvien rekisteri
- Asbesti = kuitumainen silikaattimineraali
- Bakteerit = yksisoluisia mikrobeja
- Emissio = materiaalin pinnasta tapahtuva kemiallisten yhdisteiden haihtumisilmiö
- FLEC – analyysi = näytteenkeräystekniikka, joka mahdollistaa näytteenoton huoneen eri pinnoista (lattia, seinät, katto)
- Formaldehydi = väritön ja pistävänhajuinen kaasu
- Hiilidioksidi = hapesta ja hiilestä koostuva kemiallinen yhdiste (ihmisen uloshengitys)
- Hiilimonoksidi = häkä – hajuton, mauton ja näkymätön kaasu
- Pölypunkki = useita eri alalajeja, pääosin vaaleita, silmin näkymättömiä 0,3 mm:n pituisin eliöitä
- Radon = maaperässä syntyvä radioaktiivinen kaasu
- RH = Suhteellinen kosteus, ilmoitetaan prosentteina (%)
- Sienet = kehittyneempi muoto bakteereista
- Styreeni = vinyylibentseeni, teollisuuden käyttämä liuotinaine
- Virukset = rakenteeltaan yksinkertaisia mikrobeja, jotka tarvitsevat elävää isäntäsolukkoa.
- VOC = Volatile Organic Compounds – haihtuvat orgaaniset yhdisteet

1 JOHDANTO

Tämä insinöörityö tilattiin Iisalmen kaupungin teknisen keskuksen tilapalvelun toimeksiantona. Työ tuli tarpeelliseksi, koska sisäilmasto-ongelmat ovat ajankohtainen aihe.

Iisalmen kaupungin teknisen keskuksen tilapalvelu vastaa Iisalmen kaupungin omistamista tiloista ja rakennuksista, niiden kunnossapidosta ja uudisrakentamisesta. Rakennukset ovat iältään ja rakennustavaltaan erilaisia, joten niissä on myös erilaisia ongelmia sisäilmaston suhteen. Etenkin päiväkodit ja koulut ovat ongelmallisia, koska niissä on ihmisiä monesta eri perheestä. Jokaisen eri perheestä tulevan ihmisen mukana kantautuu eri allergeeneja päiväkotiin. Esimerkiksi sadan hengen päiväkodissa voi allergeeneja ilmassa leijaila sadasta eri kodista.

Tässä insinöörityössä on keskitytty sisäilmasto-ongelmiin päiväkotien sisäilmasto-ongelmia silmällä pitäen. Työhön on kerätty sisäilmastoa heikentävistä tekijöistä yleisimmät. Sisäilmastoon liittyen tehtiin myös sisäilmastokysely ja kosteuskartoitus Iisalmessa sijaitsevaan päiväkotiin, jossa henkilökunta on kärsinyt huonosta sisäilmastosta.

Sisäilmaan liittyvät terveysongelmat ovat yleisiä Suomen kaltaisissa maissa, joissa ihmiset viettävät suurimman osan ajastaan sisätiloissa. Hyvän ja terveellisen sisäilman merkitys on tärkeässä asemassa ihmisen hyvinvoinnin ja terveyden kannalta. Sen merkityksen huomaa yleensä vasta, kun sitä ei ole saatavilla ja terveys heikkenee.

Sisäilmasto-ongelmat ovat hankalia tapauksia. Kaikkia sisäympäristön altisteita ei vielä tunneta, eikä kaikilla haitallisilla aineilla ja yhdisteillä ole määrättyä raja-arvoa. Sisäilmaston ongelmia ovat muun muassa mikrobit, kemialliset haihtuvat yhdisteet, riittämätön ilmanvaihto, pöly, pieneliöt sekä aineenvaihduntatuotteet (esimerkiksi hiilidioksidi).

Ihmiset ovat erilaisia, joten ihmisten kokemat ongelmat ovat yksilöllisiä. Toinen ihminen voi reagoida pieneenkin sisäilman epäpuhtauteen, ja toisella ei välttämättä tapahdu mitään. Esimerkiksi mikäli sisäilmastossa on hiilidioksidia, saattaa toinen ihminen kokea huimausta, kun toinen ei tunne mitään normaalista poikkeavaa. Ihmisistä 10–20 % ilmoittaa monenlaisia rakennukseen liittyviä oireita, vaikka niitä ei olisi olemassakaan [1]. Tarkastuksia ja tutkimuksia vaikeuttaa myös se, että tiloja on monenlaisia ja niissä on paljon poikkeamia.

2 TIETOA SISÄILMASTOSTA JA SIIHEN VAIKUTTAVISTA TEKIJÖISTÄ

2.1 Yleistä sisäilmastosta

Sisäilmasto on käsite, joka tarkoittaa kaikkia niitä tekijöitä, jotka vaikuttavat ihmisen terveyteen ja sisätiloissa viihtyvyyteen. Hyvä sisäilmasto tuottaa myös parempaa työtulosta, koska työntekijät jaksavat töissä paremmin. Hyvän sisäilmaston kriteerejä ovat puhdas ja raikas ilma, sopiva lämpötila, ilman kosteus, meluttomuus, hyvä valaistus ja vedottomuus. Hyvä sisäilmasto saadaan aikaiseksi oikeilla rakenneratkaisuilla sekä toimivilla laitteilla. Lisäksi tulee kiinnittää huomiota siihen, että kaikki materiaalit toimivat keskenään. Sisäilmaston kokeminen on yksilöllistä ja riippuu monesta osatekijästä, kuten terveydentilasta, iästä, herkistymisestä, altistusajasta, kotiloista sekä psykologisista tekijöistä. Psykologiset tekijät voivat aiheuttaa samanlaisia oireita kuin muutkin. Psykologisia tekijöitä ovat esimerkiksi koulu- tai työpaikkakiusaus, joitten seurauksena ihmisen henkinen kuormitus nousee ja voi aiheuttaa ihmiselle samankaltaisia oireita kuin sisäilmasto-ongelmatapauksissa. [2.]

Sisäilman laatua voidaan parantaa:

- siivoamalla viikoittain
- huolehtimalla ilmanvaihdon riittävydestä
- asentamalla ulkoilmasuodattimet vähentämään huonon ulkoilman kulkeutumista sisätiloihin
- käyttämällä pölyttömiä sisustusmateriaaleja
- säätämällä ilmankosteus sopivaksi
- säätämällä huonelämpötila sopivaksi
- vähentämällä vetoisuutta
- välttämällä tupakointia sisätiloissa

- välttämällä eläinpölyä
- välttämällä allergisoivia huonekasveja.

2.2 Yleiset ohjeet ja määräykset sisäilmastoon liittyen

2.2.1 Suomen rakentamismääräyskokoelma (RakMK)

Suomen rakentamismääräyskokoelma antaa määräykset ja ohjeet rakennettaessa uutta rakennusta. Rakennuksen korjaus- ja muutostyössä määräyksiä sovelletaan, jollei työsuunnitelmissa nimenomaan määrätä toisin. Annetut tiedot ovat suunnittelun ja rakentamisen toteuttamisen vähimmäisvaatimustason ohjearvoja. Nykyisin voimassa olevan rakentamismääräyskokoelman määräykset koskevat rakennuksia, joiden rakennuslupa on haettu 1.1.1988 jälkeen.

2.2.2 Asumisterveysohje

Sosiaali- ja terveysministeriön asuinrakentamiseen antamista ja terveydensuojeluviranomaisten käyttämistä ohjeista tärkein on Asumisterveysohje.

Asumisterveysohje on ohjenuora terveellisten olojen arviointiin. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen terveellisyyteen vaikuttavat kemiallisten ja mikrobiologisten epäpuhtauksien lisäksi fysikaaliset olot. Fysikaalisia tekijöitä ovat muun muassa lämpötila, kosteus, melu (ääniolosuhteet), ilmanvaihto (ilman laatu), säteily ja valaistus. Asumisterveysohjeen antamat viitearvot ovat yleisesti käytössä koko Suomessa.[3]

2.2.3 Sisäilmastoluokitus 2008

Sisäilmayhdistys ry on julkaissut luokituksen, joka asettaa raja-arvot sisäilman laadulle, rakennusmateriaaleille, ilmanvaihtotuotteille, rakennustöille ja ilmanvaihtojärjestelmille. Näiden raja-arvojen avulla ne jaetaan eri puhtausluokkiin: [4.]

- Sisäilmasto jaotellaan luokkiin S1, S2 ja S3.
 - S1: Yksilöllinen sisäilmasto ”Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole mitään hajuja. Sisäilman yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllilämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.”
 - S2: Hyvä sisäilmasto ”Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllilämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.”
 - S3: Tyydyttävä sisäilmasto ”Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täydentävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista tai tarvittaessa määritellä jonkin suureen arvo.”
- Rakennusmateriaalit ja ilmanvaihtotuotteet jaotellaan päästöluokkiin M1, M2 ja M3.
 - Luokan M1 vaatimukset:
 - VOC-yhdisteiden kokonaisemissio on alle 0,2 mg / m²/ h. Yhdisteistä on tunnistettava vähintään 70 %.
 - Formaldehydin emissio on alle 0,05 mg / m²/ h.
 - Ammoniakin emissio on alle 0,03 mg / m²/ h.

- Karsinogeenisten aineiden emissio on alle 0,005 mg / m²/ h.
 - Materiaali ei haise.
 - Laastit, tasoitteet ja siloitteet eivät saa sisältää kaseiinia.
 - Luokan M2 vaatimukset
 - VOC-yhdisteiden kokonaisemissio on alle 0,4 mg / m²/ h. Yhdisteistä on tunnistettava vähintään 70 %.
 - Formaldehydin emissio on alle 0,125 mg / m²/ h.
 - Ammoniakin emissio on alle 0,06 mg / m²/ h.
 - Karsinogeenisten aineiden emissio on alle 0,005 mg / m²/ h.
 - Materiaali ei haise merkittävästi.
 - Laastit, tasoitteet ja siloitteet eivät saa sisältää kaseiinia.
 - Luokkaan M3 kuuluvat ne tuotteet, jotka ylittävät M2:n vaatimukset.
- Rakennustyöt ja ilmanvaihtojärjestelmät jaotellaan puhtausluokkiin P1 ja P2
 - P1: *”Työ- ja asuintilat joissa pyritään sisäilmastoluokan S1 tai S2 mukaiseen hyvään sisäilman laatuun.”*

”Rakennuksen tulee olla puhdas ennen kuin ilmanvaihdon päätelaitteiden suojaukset voidaan poistaa ja toimintakokeet aloittaa. Tällöin pinnoilla ei saa olla pölyä, pintoja suojaavat muovit ja pahvit on poistettu ja tiloissa ei saa olla rakennusmateriaaleja tai jätteitä.”
 - P2: *”Tavanomaiset työ- ja asuintilat joissa pyritään sisäilmastoluokan S3 mukaiseen hyvään sisäilman laatuun”.*

Sisäilmaluokitukset on suunniteltu niin, että sisäilmaluokka S3 vastaa Suomen rakentamismääräyskokoelman annettuja vähimmäisarvoja.

Sisäilmastoluokitus on suunnittelun ja urakoinnin apuna, kun tavoitteena on rakentaa viihtyisiä ja terveellisiä rakennuksia. Se asettaa suunnittelulle ja itse rakentamiselle tavoitearvoja muun muassa lämpötilan, hiilidioksidin ja äänitasojen suhteen. [4.]

2.3 Terveyshaitat

Huono sisäilmasto aiheuttaa ihmisille terveyshaittoja. Terveyshaitat jaetaan ylä- ja alahengitystiehaittoihin sekä elimistön muihin rajapintoihin, kuten esimerkiksi limakalvoihin. Terveyshaittojen syntyyn vaikuttavat altisteen laatu ja pitoisuus, altistumisajan pituus sekä yksilölliset tekijät, mm. perintötekijät, ikä, hengitystiesairaudet ja muut sairaudet.

Ylähengitysteihin kuuluvat nenäontelo, suu, nielu ja kurkunpää. Alahengitysteihin kuuluvat henkitorvi, keuhkoputket haaroineen ja keuhkorakkulat. Elimistön muita rajapintoja ovat silmät, korvakäytävät ja iho.

Ylähengitystieoireita ovat muun muassa:

- nuhaisuus
- nenän tukkoisuus
- nenän kutina
- kirkas vuoto nenästä
- aivastelu
- kurkun karheus tai kipeys
- äänen käheytyminen.

Alahengitystieoireita ovat muun muassa:

- yskä
- hengenahdistus ja hengityksen vinkuminen.

Ärsytysoireita voi esiintyä myös silmissä (kutinaa, punoitusta ja karheuden tunnetta) tai iholla.

Yleisoireita ovat:

- kuumeilu
- päänsärky
- pahoinvointi
- kutina
- väsymys
- lihas- ja niveloireet
- silmien kutina, punoitus ja vetisyys.

Sisäilmastosta johtuvia sairauksia ovat:

- erilaiset hengitystieinfektiot (flunssat, poskiontelo- ja keuhkoputkentulehdukset)
- homepölykeuhko
- allergiat
- nivelreuma.

2.4 Fysikaaliset tekijät

Fysikaaliset tekijät eivät itsestään aiheuta terveydellisiä ongelmia, mutta ne toimivat ärsykeinä monelle kemialliselle ja mikrobiologiselle epäpuhtaudelle. Fysikaaliset tekijät laskevat työtehoa ja asumisviihtyvyyttä. Fysikaalisia tekijöitä ovat: [5,6.]

- lämpötila
- kosteus
- ilmanvaihto
- melu.

2.4.1 Lämpötila

Rakennuksen sisälämpötila vaikuttaa ihmisten työssä viihtyvyyteen ja vireystasoon. Sisälämpötilaan vaikuttavat rakennusten lämmitys, ilmanvaihto, lämpöhäviöt sekä lämpökuormat. Lämpökuormat riippuvat ilmastosta, ihmisten toiminnoista sekä sähkölaitteiden ja valaistuksen käytöstä. Lämmin ilma tuntuu kuivemmalta kuin kylmä ilma, vaikka sen kosteus olisi sama tai jopa korkeampi. Lämmin sisäilma aiheuttaa myös sen, että materiaalit päästävät sisäilmaan enemmän epäpuhtauksia kuin viileä sisäilma. Lämpötilan kokeminen on hyvin yksilöllistä. Sen minkä toinen ihminen kokee sopivaksi lämpötilaksi, voi toinen ihminen kokea liian kylmäksi.

Huoneiden lämpötilan tulee olla oikea niin kesällä kuin talvella. Paksumman sisävaatetuksen vuoksi talvella huonelämpötilan tulee olla alhaisempi kuin kesällä. Sisäilmaluokituksen arvot ovat:

- Sisäilmastoluokka S1: Talvella 21–22 °C ja kesällä 23–24 °C
- Sisäilmastoluokka S2: Talvella 20–22 °C ja kesällä 23–26 °C
- Sisäilmastoluokka S3: Talvella 20–23 °C ja kesällä 22–27 °C

Asumisterveysohjeen mukaan lasten päivähoitopaikoissa huoneilman lämpötilan välttävä taso on 20 °C ja maksimitaso 25 °C. Lattian pintalämpötilan välttävä taso on 19 °C. Päiväkodeissa huonelämpötila on tarkistettava myös noin 10 cm:n korkeudesta, koska päiväkodeissa lapset viettävät suuren osan päivästä juuri lattian tasolla. Veto ja lattian kylmyys voivat aiheuttaa terveyshaittoja. [5,6,7,8.]

2.4.2 Kosteus

Rakennuksen sisäilman suhteellinen kosteus (RH) ei saa olla liian suuri eikä liian alhainen. Ilman suhteellinen kosteus kertoo, kuinka monta prosenttia ilmassa olevan vesihöyryn määrä on siitä määrästä, jonka ilma kykenee kyseessä olevassa lämpötilassa sitomaan vesihöyryä ennen kuin se pisaroituu. Alhainen sisäilman kosteus tekee ilmasta kuivan, mikä heikentää ilman poistumista hengitysteistä ja se hidastaa hengitysteiden värekarvojen liikettä. Korkea sisäilman kosteus aiheuttaa ihmisellä hikoilua. Rakennuksessa korkea kosteus lisää mikrobikasvua ja pölypunkkien lisääntymistä. Sisäilman korkea suhteellinen kosteus voi tiivistää rakenteiden pinnalle kosteutta.

Asumisterveysohjeen mukaan lasten päivähoitopaikoissa huoneilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20 - 60 %, joskaan sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastollisista syistä. [3,4,5.]

- Sisäilmastoluokka S1 25 - 45 % (talvella)

2.4.3 Ilmanvaihto

Koneellisen ilmanvaihdon tulee olla päällä koko ajan ja vähintään minimiteholla. Ilmanvaihdon tarkoitus on poistaa sisäilman epäpuhtauksia ja tuoda tilalle raikasta ja puhdasta ilmaa. Epäpuhtaudet ovat ihmisen toiminnoista peräisin olevia hajuja, kosteutta, maaperästä tulevaa radonkaasua tai rakennussisustusmateriaaleista vapautuvia kemikaaleja. Mikäli ilmanvaihto ei ole päällä, voi IV-kanaviin alkaa muodostua mikrobikasvustoa. Huonosti suunnitellun ilmanvaihdon negatiivisia puolia ovat mahdollinen melu, vedon tunne ja epäpuhtauksien kul-

keutuminen tilasta toiseen. Ilmanvaihtoa rakennuksessa voidaan tehostaa käyttämällä ikkuna auki. Paras tuuletustulos saadaan vaihtamalla ilma nopeasti ristivedolla.

Riittämättömän ilmanvaihdon merkkejä ovat [2]:

- Paperiarkki ei imeydy koneellisen ilmanvaihdon poistoventtiiliin kiinni.
- Peili/ ikkuna höyrystyy normaalin suihkun oton yhteydessä.
- Tunkkainen haju.
- Hyvin lingottu pyykki ei kuivu alle vuorokaudessa.
- Ulko-oven avaamisen vaikeus tai voimakas ilmavirtaus postiluukusta (korvausilman-saanti ei ole riittävä).

2.4.4 Melu

Yksi hyvän sisäilmaston merkki on meluttomuus. Melu on häiritsevää tai haitallista ääntä. Useimmiten melu on peräisin ihmisten toiminnoista, ulkopuolisesta liikenteestä tai rakennuksen laitteista johtuvaa ääntä. Päiväkodin yleisin meluhaitta on ihmisen aiheuttama ääni. Melulle on hankala asettaa raja-arvoja ihmisten yksilöllisyyden vuoksi. Toinen kokee äänen meluksi, toinen taas normaaliksi ääneksi. Taulukossa 1 on käsitelty tyypillisiä melutasoja. Päiväkodeille on annettu arvoksi 90 dB, joka on kovempaa ääntä kuin esimerkiksi korvalappu-stereoista tuleva ääni. Asumisterveysohjeen mukaan teknisten laitteiden aiheuttaman yksittäisten melutapahtumien tulee jäädä alle 30–45 dB:n.

Taulukko 1. Tyypillisiä melutasoja [9.]

L _p /dB)	Esimerkki
220	Ydinpommi 500 m:n päässä
140	Rock konsertti (huippuarvo)
125	Kipuraja
120	Suihkukone n.100m päässä
110	Disko
100	Paineilmapora
90	Päiväkoti
80	Katumelu, korvalappustereot
70	Meluisa luokka
60	Tavallinen puhe0
50	Toimisto
40	Hiljainen toimisto
30	Hiljainen asunto
20	Puiden suhina
10	Rannekellon tikitys

Mikäli melutaso on riittävän voimakas, se voi aiheuttaa kuulon heikkenemistä. Yleisimmin melu aiheuttaa kuitenkin toiminnallisia ja suorituskykyä alentavia terveyshaittoja. Melun aiheuttamia haittoja ovat päänsärky, stressaantuminen, univaikeudet ja mielialan lasku.

Päiväkodit kuuluvat niihin työympäristöihin, joissa meteliä ei voi ehkäistä kuulosuojaimilla. Melutasoa voidaan laskea kattoon tai seiniin tulevilla akustiikkalevyillä, laittamalla huonekalujen pohjiin huopapalat, pöydille alustat astioille ja pöytäliinat. Koville seinille voi asettaa esimerkiksi lasten piirustuksia, lattioille mattoja tai tyynyjä. Myös verhot heikentävät melua. Melua heikentävien verhojen tulee olla paksuja ja huokoisia.

2.5 Mikrobiologiset epäpuhtaudet

Mikrobeja eli pieneliöitä on kaikkialla. Mikrobit ovat pieniä, silmällä näkymättömiä eliöitä, joista osa on hyödyllisiä tai jopa ihmisten elämiselle välttämättömiä. Mikrobikasvuun tarvitaan lämpöä, ravinteita, kosteutta ja aikaa. Rakennuksen sisäilman mikrobistoon vaikuttavat ulkoilman mikrobit ja mikrobien sisälähteet, joita ovat muun muassa elintarvikkeet, polttopuut, huonekasvit, ilmankostuttimet, huonepöly, kotieläimet, ihminen itse jne. Mikrobit jaetaan viruksiin, bakteereihin, sieniin ja alkueläimiin. Rakennuksissa lämpötilat ovat sopivia mikrobiston kasvulle ja ravinteita löytyy riittävästi muun muassa pinnoilta, huonepölystä ja vedestä.

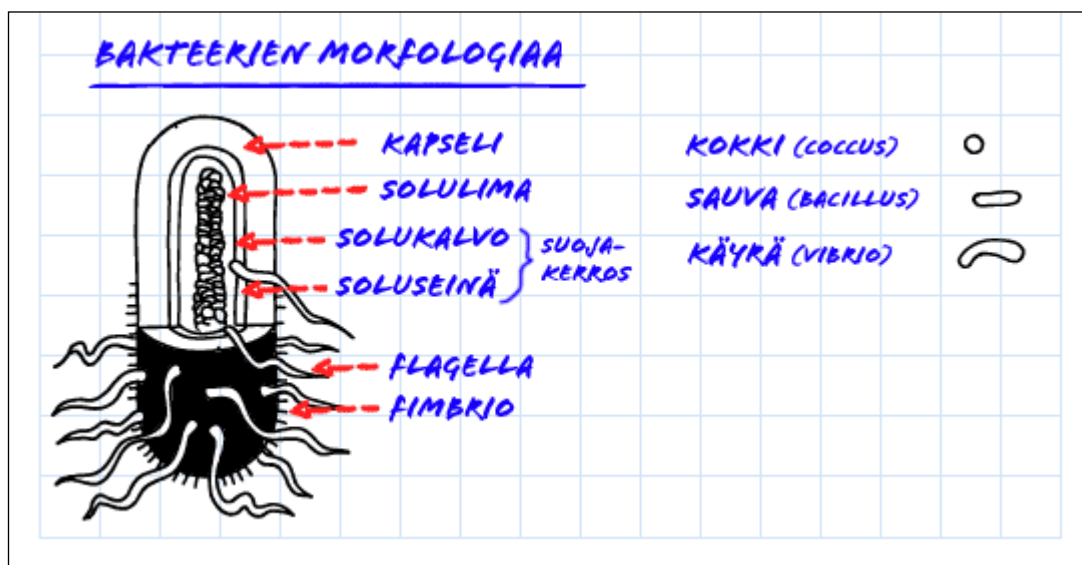
Kosteusvaurioituneesta rakenteesta voi siirtyä sisäilmaan hiukkasia (esim. mikrobit, itiöt ja rihmaston kappaleet) tai mikrobien aineenvaihduntatuotteita (VOC ja toksiinit). Useimpien kosteusvauriorakennuksille tyypillisten homeiden itiöt ja monet mikrobit ovat kooltaan mikrokooppisen pieniä (<5 µm). Ne leijuvat hyvin ilmassa ja pääsevät limakalvoille ja hengitysteihin, pienimmät keuhkorakkuloihin asti. Suomalaisista 1-3 %:lla on allergiaa tavanomaisille homesienille (niiden sisältämille allergeeneille). Jotkut mikrobit tuottavat joissain olosuhteissa toksiineja eli myrkkyyä. Mikrobien tuottamat toksiinit aiheuttavat silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireita.[4.]

Sisätiloista löydetystä mikrobeista mahdollisia toksiinin tuottajia ovat mm. *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus Versicolor*, *Penicillium Aurantiogriseum* ja *Stachybotryschartarum*. Näistä *Stachybotryschartarum* kasvaa tyypillisesti harmaana tai mustana mattona kipsilevyjen pahlissa, tapeteissa ja muissa paperipitoisissa materiaaleissa sekä puukuituja sisältävissä lastulevyissä. Sen esiintymiseen liittyy lähes aina ihmisten terveyshaittoja. Kosteusvauriorakennuksissa voi olla monia toksiineja tuottavia mikrobeja samanaikaisesti, jolloin terveyshaitta syntyy eri toksiinien yhteisvaikutuksena. [6.]

2.5.1 Virukset, bakteerit ja sienet

Virukset ovat rakenteeltaan yksinkertaisia mikrobeja, jotka tarvitsevat elävää isäntäsolukkoa. Virukset pysyvät elossa talousvedessä jopa kuukausia. Käyttövedessä elävistä viruksista yleisin on Rotavirus, joka aiheuttaa kuumeilua ja vatsavaivoja.

Bakteerit ovat yleensä yksisoluisia mikrobeja, jotka elävät yleensä yhteisössä. Ne ovat kooltaan pienempiä kuin sienet. Kuvassa 1 on esitetty bakteerin rakenne ja eri bakteerityyppejä. Bakteereista *Streptomyces*-lajit tuottavat tilaan mullan ja maakellarin hajua. Rakennusten sisäilman bakteerikannasta suurimman osan tuottavat tilojen käyttäjät. Legionella-bakteerit viihtyvät erityisesti jäähdytyslaitteissa.



Kuva 1. Bakterin rakenne ja bakteerin eri tyypit [10.]

Sienet ovat kehittyneempiä kuin bakteerit. Sienet lisääntyvät rihmaston ja itiöiden avulla. Sienistä terveydellistä haittaa tuottavat erityisesti homeet. Homeiden itiöitä on ilmassa koko ajan, ja ne siirtyvät ilmavirtauksen avulla sisälle ja sitä kautta kosteusvaurioihin. Homesieni-itiöitten itäminen voi alkaa muutamassa tunnissa, ja näkyvää kasvustoa voi näkyä jo muutamassa päivässä.

Homeen aiheuttamia terveyshaittoja: nuha, kurkun karheus, yskä, hengenahdistus, kutina, kuumeilu, nivelkiput, päänsärky, väsymys, pahoinvointi, hermostuneisuus, infektiot ja allergiat, jotka jäävät elimistöön pysyvästi. [11,12.]

2.5.2 Pölypunkki

Pölypunkkeja on useita eri lajeja. Väritään ne ovat pääosin vaaleita, silmin näkymättömiä 0,3 mm:n pituisia eliöitä. Kuvassa 2 on esitetty suurennettu kuva pölypunkista. Ne elävät kan-kaissa, joissa on sopiva lämpötila (+25 °C), riittävän kostea (RH = 50 %) ja sopivaa ruokaa (pöly). Tällainen paikka on erityisesti vuode, mutta pölypunkkia on myös sohvilla, matoissa, verhoissa ja vaatteissa. Pölypunkkiriskiä lisäävät kokolattiamatot, huono ilmanvaihto, kotieläimet, tavaramäärä, vaatteiden sisäkuivatus ja huonekasvien runsas määrä. [13.]



Kuva 2. Sem-mikroskopiolla suurennettu kuva pölypunkista

Pölypunkkien ulosteet ja kuolleet punkit aiheuttavat astmaa, allergista nuhaa, silmä- ja poskiontelotulehduksia ja atooppista ihottumaa. Noin 7 % väestöstä on yliherkkiä pölypunkille.

Pölypunkeista pääsee hetkellisesti eroon joko kuumalla tai kylmällä käsittelyllä.

Kuumakäsittelykeinot:

- lakanoitten pesu 60 asteessa
- petivaatteiden saunottaminen 80 asteessa tunnin verran.

Kylmäkäsittelykeinot:

- lakanoitten ja patjojen pitäminen yli 18 asteen pakkasessa vuorokauden ajan (lakanoitten osalta onnistuu myös pakastimella).

Muut keinot:

- vuoteen kuivuminen / tuulettuminen puoli tuntia ennen sängyn petaamista
- lakanoitten vaihto viikoittain, tynny kerran kuussa sekä petauspatja ja peitto kahdesti vuodessa
- patjan imurointi
- sängyn vaihto kymmenen vuoden välein.

2.6 Kemialliset epäpuhtaudet

2.6.1 VOC-yhdisteet (haihtuvat orgaaniset yhdisteet)

VOC-yhdisteet kuvaavat kemiallisten aineiden kokonaismäärää, joka voidaan ilmoittaa pitoisuutena (sisäilma) tai emissiona (materiaalit). VOC-yhdisteiden pääasiallisia lähteitä ovat rakennus- ja sisustusmateriaalit. Esimerkiksi lastulevyn, valkuaisaineita sisältävien tasoiteaineiden (ei saa enää käyttää, mutta vanhassa rakennuskannassa usein käytetty), PVC-materiaalien ja vesiohenteisten maalien aiheuttamat päästöt kasvavat niiden kostuessa. VOC-yhdisteitä tulee sisäilmaan myös homesienistä haihtumalla, ruoanlaitosta ja siivouksesta. Esimerkiksi *Aspergillus versicolor* -homesienestä haihtuu 2-etyyliheksanolia. Taulukossa 2 on esitetty eri materiaaleista mitattuja VOC-yhdisteitä ja yhdistelmäryhmiä.

Taulukko 2. Eri materiaaleista mitattuja VOC-yhdisteitä ja yhdisteryhmiä [14.]

RAKENNUSMATERIAALI	VOC-yhdiste / yhdisteryhmä
Muovimatto (PVC)	Alkaanit, aromaattiset yhdisteet, 2-etyyliheksanoli, TXIB (esteriyhdiste)
Parketti (puu)	C5 – C6-aldehydit, terpeenit
Linoleum	C5 – C11-aldehydit, alifaattiset hapot, bentselehydi
Kumimatto	Asetofenoni, alkyloidut aromaattiset yhdisteet, styreeni
Liima	C9 – C11-alkaanit, tolueneeni, styreeni
Lakka	Alkaanit, aldehydit
Maali	Alkaanit, glykolit, glykoliesterit, texanol
Saumausaine	Ketonit, glykolit, esterit, polyklooratutbifenyylit, siloksaani
Lastulevy	Alkaanit, aldehydit, ketonit, butanoli, formaldehydi

Uusissa rakennuksissa on usein vanhoja rakennuksia suurempi VOC-pitoisuus. Suuremman VOC-pitoisuuden määrä johtuu siitä, että päästöt maaleista, puupintojen käsittelyaineista, matoista, muovilattioista ja muovikalusteista ovat yleensä suurimmillaan, kun esineet ovat uusia. Uusissa rakennuksissa ei luovutusvaiheessa tavallisesti saavuteta Sisäilmaluokituksen määrittämiä tavoitearvoja VOC-yhdisteiden suhteen. Sisäilmastoluokituksen S1-S3-luokkia

vastaavalle tasolle päästään keskimäärin ensimmäisen kuuden kuukauden aikana. Uusimmissa rakennusten ilmanvaihtoa ja sisäilmaa koskevissa määräyksissä ja standardeissa ilmanvaihtolaitteiden suositellaan olevan jatkuvasti käytössä vähintään rakennuksen ensimmäisen käyttövuoden ajan.

Viranomaiset eivät ole määrittäneet VOC-yhdisteille enimmäispitoisuusarvoa, mutta terveydelle turvallisena tasona pidetään $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, johon on päästy lähinnä kokemusten kautta. Sisäilmastoluokituksen mukaiset arvot:

- Sisäilmastoluokka S1 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Sisäilmastoluokka S2 $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Sisäilmastoluokka S3 $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuustaso on aina arvio. Vaikka VOC-määritykset olisivat sisäilmaluokituksen mukaisessa arvossa, ei voida todeta sisäilman laadun olevan kunnossa. VOC-tutkimuksessa tulee tarkastella yksittäisiä yhdisteitä. [5.]

VOC-yhdisteiden aiheuttamia oireita ovat silmien ärsytys, päänsärky ja hajuntuntemus. VOC-yhdisteistä yksittäinen yhdiste ei välttämättä ole terveydelle haitallinen, mutta yhdisteiden yhteisvaikutus voi aiheuttaa oireilua. [2,5.]

2.6.2 Ammoniakki

Ammoniakki, NH_3 , on huonelämpötilassa väritön kaasu, jolla on tunnusomainen pistävä ja mätä haju. Sisäilman ammoniakkipitoisuus tulee tutkia silloin, kun ilmassa tuntuu kyseinen haju. Ammoniakki ärsyttää ihmisen silmiä ja limakalvoja. Sisäilmastoluokituksen mukaan sisäilman ammoniakkipitoisuuden enimmäisarvot ovat:

- Sisäilmastoluokka S1 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Sisäilmastoluokka S2 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Sisäilmastoluokka S3 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ammoniakin lähteitä sisäilmassa ovat ihminen itse, tupakointi, uloshengitysilma, eritteet, ammoniakkia sisältävät materiaalit ja puhdistusaineet. Ammoniakkia tulee myös orgaanisia materiaaleja sisältävien aineiden hajoamistuotteina. Kyseisissä materiaaleissa hajoamisreaktiot ovat mahdollisia ja ammoniakkia pääsee sisäilmaan. [5,13.]

Päiväkodeissa sisäilman ammoniakkitasoa nostavat myös vaipanvaihdot. Itä-Suomen yliopiston ympäristötieteilijöiden tekemässä mittauksessa sisäilman ammoniakkitaso nousi usein vaipanvaihdon yhteydessä yli asumisterveysohjeen (2003) raja-arvon $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vaipanvaihtotiloissa oli normaali sisäilman tausta-ammoniakkipitoisuus. Vaipanvaihtotilan ilmanvaihtokertoimella, joka on päiväkodissa jopa moninkertainen, ei ollut merkitystä ilman ammoniakkipitoisuuden nousuun. Ilmanvaihtokertoimella sisäilman ammoniakkipitoisuus saatiin nopeasti normaalille tilalle. [15,16.]

2.6.3 Asbesti

Asbestilla tarkoitetaan kuitumaista silikaattimineraalia, jota käytettiin rakennusmateriaalina lähes kaikessa rakentamisessa ennen vuotta 1988. Asbestia alettiin käyttää 1920-luvulla, ja sen käyttö oli laajimmillaan 1960–70-luvulla. Sen yleinen käyttö perustui sen hyvään mekaaniseen, kulutus-, palo- ja kemialliseen kestävyYTEEN, mutta sen haittapuolesta eli terveysriskistä tiedettiin vasta myöhemmin. Kiinteistön normaalissa käytössä ehjät asbestipitoiset materiaalit eivät aiheuta terveydellistä haittaa. Asbestia pääsee sisäilmaan, kun asbestia sisältävä materiaali vaurioituu tai sitä käsitellään. [17,18.]

Asbestimateriaalia käsiteltäessä ilmaan vapautuu asbestipölyä ja ohuita asbestikuituja. Sisään hengittäessä asbestin pienet koukkumaiset kuidut varastoituvat keuhkoihin pysyvästi ja voivat aiheuttaa keuhkosityöpää, mesotelioomaa (keuhkopussin tai vatsakalvon syöpää), asbestoosia ja keuhkopussin sairauksia. Asbestille altistuneet alkavat oireilla yleisesti vasta 20–30 vuoden päästä altistumisesta. [17,18.]

2.6.4 Formaldehydi

Formaldehydi on huoneenlämmössä pistävänhajuinen ja väritön kaasu. Suomessa formaldehydiä sisäilmaan tulee lähinnä lastulevyistä, joissa sitä on käytetty sidosaineena. Uusissa lastulevyissä formaldehydiä on enintään $40 \text{ mg} / \text{m}^3$, mutta vanhoissa lastulevyissä formaldehydi oli pääasiainen sidosaine. Muita lähteitä ovat lakat, liimat, kokolattiamatot, laminaatit, maalit, pinnoitteet, muovien johdannaiset, liikenteen pakokaasut ja tupakan savu.

Formaldehydi aiheuttaa silmien ja ylähengitysteiden ärsytystä. Pitoisuuden noustessa voi ilmetä päänsärkyä, pahoinvointia ja väsymystä. [4,13.]

Sisäilmastoluokituksen mukaan sisäilman formaldehydipitoisuuden enimmäisarvot ovat:

- Sisäilmastoluokka S1 $30 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Sisäilmastoluokka S2 $50 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Sisäilmastoluokka S3 $100 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$
- Hajukynnys $60\text{--}70 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$.

2.6.5 Hiilidioksidi

Hiilidioksidi on hapesta ja hiilestä koostuva kemiallinen yhdiste. Hiilidioksidia syntyy hiilipitoisten aineiden palamistuotteena, kuten ihmisen uloshengityksessä. Hiilidioksidi kulkeutuu sisäilmaan pääosin ulkoilmasta. Sisätiloissa suurin hiilidioksidin lähde on ihmisen uloshengitys. Sisäilman hiilidioksidi toimii hyvänä mittarina riittävästä ilmanvaihdosta. Sisäilmastoluokituksen mukaan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden enimmäisarvot ovat:

- Sisäilmastoluokka S1 700 ppm
- Sisäilmastoluokka S2 900 ppm
- Sisäilmastoluokka S3 1200 ppm.

Mikäli ilmanvaihto ei toimi tiloissa, joissa on paljon ihmisiä, esimerkiksi päiväkodin lepo-huone, voi sisäilman hiilidioksidiarvo kohota jopa lukemaan 1500 ppm. Mikäli hiilidioksidipi-toisuus nousee liian korkeaksi, alkaa ihmisen keho taistella vastaan: hengitys kiihtyy, keskit-tyminen herpaantuu, keho aistii tunkkaisuuden tunteen, päätä särkee ja väsyttää. [16.]

2.6.6 Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidia eli häkää syntyy hiilipitoisten aineiden epätäydellisen palamisen seurauksena. Häkä on väritön, mauton ja hajuton kaasu, ja sen olemassaolosta ilmaisevat muut palokaasut. Häkämyrkytyksen oireita ovat päänsärky, pahoinvointi ja rasisushengenahdistus. Häkämyrky-tyksestä selvinneet kärsivät usein pitkäänkin myrkytyksen jälkeen keskushermoston ja sydän-lihaksen oireista.[5,13.]

Rakennuksiin hiilimonoksidia tulee ulkoilmasta, tupakoinnista, virheellisestä lämmityksestä avotakoilla ja liesillä. Sisäilmastoluokituksen mukaan sisäilman hiilimonoksidipitoisuuden enimmäisarvot ovat: [4,16.]

- Sisäilmastoluokka S1 2 mg/m³
- Sisäilmastoluokka S2 3 mg/m³
- Sisäilmastoluokka S3 8 mg/m³.

2.6.7 Radon

Radon on maaperässä syntyvä radioaktiivinen kaasu, joka säteilee ympäristöön. Radon on hajuton, mauton ja näkymätön kaasu. Se kulkeutuu rakennuksen huoneilmaan rakennuksen alla olevasta maaperästä ja rakennusmateriaaleista sekä talousvedestä.[5.]

Sisäilmassa leijuva radon kulkeutuu hengittäessä keuhkoihin ja voi aiheuttaa keuhkosityöpää. Tupakoitsijalla radonin keuhkosityöpäriski on suurempi. Radon ei sen sijaan aiheuta huimaus-ta, allergisia reaktioita tai väsymystä, kuten muut kaasut.

Radonin pääsy sisäilmaan estetään tiivistämällä rakennusta, ilmastointia tehostamalla, ime-
mällä lattian alta maaperästä radon ulkoilmaan tai tekemällä radon-kaivoja.

Sisäilmastoluokituksen mukaan sisäilman radonpitoisuuden enimmäisarvot ovat: [4.]

- Sisäilmastoluokka S1 100 Bq/m³
- Sisäilmastoluokka S2 100 Bq/m³
- Sisäilmastoluokka S3 200 Bq/m³.

2.6.8 Styreeni

Vinyylibentseeni eli styreeni on teollisuuden käyttämä liuotinaine. Se on helposti haihtuva
palava neste. Styreenin terveyshaittoja ovat hermoston toimintahäiriöt, allergiset reaktiot,
silmien ja limakalvojen ärsytys. Styreeniä tulee sisäilmaan lattiapinnoitteista, kumimatoista ja
kylmäkalusteista. Sisäilman styreenipitoisuus ei saa ylittää arvoa 40 µg/m³ [3.]

2.6.9 2-etyyliheksanoli

2-etyyliheksanoli on kaasumuotoinen ja rasvaliukoinen yhdiste. Sisäilmaan sitä irtoaa muo-
vimattojen pehmittimien hajoamistuotteena. Lisäksi jotkut homeet ja sädesienet tuottavat
sitä. 2-etyyliheksanolille ei ole asetettu raja-arvoja, mutta muutaman mikrogramman 2-
etyyliheksanolipitoisuus ei ole ongelma sisätiloissa. Pitoisuudet nousevat haitallisiksi niiden
nousussa yli 20 µg/m³. Normaalissa sisäilmassa 2-etyyliheksanolia ei ole laisinkaan. [5,13.]

2-etyyliheksanoli aiheuttaa samankaltaisia oireita kuin homeet, eli silmä-, nenä- ja kurkkuo-
ireita, limannousua, limakalvoärsytystä, kuumeilua, hengitystietulehdusta ja muita hengitystie-
oireita. 2-etyyliheksanoli on rasvaliukoinen yhdiste, ja sitä kertyy elimistöön aina työskennel-
lessä tilassa, jossa sitä ilmenee. 2-etyyliheksanoli poistuu elimistöstä pikkuhiljaa, kun sitä ai-
heuttava lähde on poistettu tai siirrytty toiseen tilaan. Yhdiste on poistunut kokonaan elimis-
töstä noin kolmen kuukauden kuluttua, kun altistuminen on päättynyt.[5,13.]

2-etyyliheksanoli voidaan mitata ilmasta VOC-mittauksella ja mikäli tehdään emissionäytteenotto, se tehdään FLEC-analyysillä (Field and laboratory emission cell). Elimistön sisältämä 2-etyyliheksanolipitoisuus voidaan puolestaan mitata suoraan uloshengityksestä. [19.]

2.7 Henkilötekijät

2.7.1 Ihmisperäiset epäpuhtaudet

Ihmisten mukana leviää paljon epäpuhtauksia. Ihmisen aineenvaihdunnan kautta leviää ilmaan pahanhajuisia eritteitä, esimerkiksi hiilidioksidi, metaani ja aldehydit.

Tilassa, jossa on paljon ihmisiä, myös virukset ja bakteerit leviävät helposti, aiheuttaen terveyshaittoja. Ihmisperäisiä viruksia ja bakteereja leviää ennen kaikkea kosketustartuntana. Ihmisten mukana kantautuvat myös kotieläinten epäpuhtaudet. Päiväkoteihin tulee lapsia ja aikuisia monista eri kotitalouksista. Koska ilmassa leijaa monen eri kodin pölyt, hilseet ja epäpuhtaudet, voi allergiselle ihmiselle tulla allergisia reaktioita.

Ihmisten aiheuttamaa ilman epäpuhtautta on muun muassa

- tupakointi
- ruuanlaitto
- askartelu.

Ihmisen itse aiheuttamista sisäilmaa heikentävistä tekijöistä tupakointi on merkittävin. Tupakoiva ei altista terveysriskille pelkästään itseään, koska tupakan savun häkä ja syöpää muodostavat yhdisteet vahingoittavat myös muita samassa tilassa olevia ihmisiä. Työnantajalla on tupakkalain nojalla velvollisuus suojata työntekijät ympäristön tupakansavulta. Työpaikalla ja julkisissa rakennuksissa ei sisätiloissa saa tupakoida. Ympäristön tupakansavulle merkittävän osan työajastaan altistuvat työntekijät on ilmoitettava ASA-rekisteriin (ammattissaan syöpävaaraa aiheuttaville aineille altistuvien rekisteri). [5.]

2.7.2 Siivous

Siivouksella pystyy tekemään paljon sisäilmalle. Siivouksen avulla poistetaan pöly ja lika ennen kuin se ennättää toimia kasvualustana mikrobeille ja kaasumaisten epäpuhtauksien kerääjänä.

Siivouksessa ei tulisi käyttää ilman laatua heikentäviä kemikaaleja. Siivous tulisi suorittaa aikana, jolloin rakennus on mahdollisimman pienellä käytöllä, koska siivouksen aikana ilman epäpuhtausmäärät ovat suurimmillaan.

2.7.3 Huonekasvit

Huonekasvit toimivat sisäilman puhdistajina imemällä ilmarakkojen avulla epäpuhtauksia itseensä. Huonekasveista haihtuu ilmaan vesihöyryä, jonka seurauksena syntyy konvektiovirtaus. Konvektiovirtaus kuljettaa ilman epäpuhtauksia kasvin juuristoon, missä kasvin mikrobit hajottavat epäpuhtaudet sellaisiksi, että kasvi voi hyödyntää ne ravinnokseen. Kasvit lisäävät myös ilmankosteutta. Kaasujen hävittämisen lisäksi kasvit erittävät ilmaan kasvikaaleja, jotka hävittävät mikrobeja ja homeitiöitä ympäröivästä ilmasta.[20,21.]

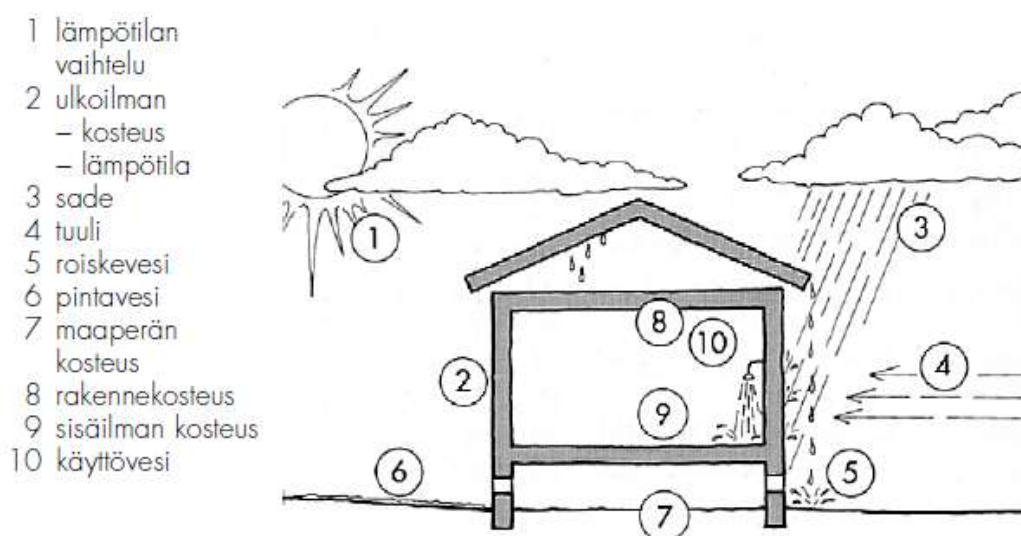
Kasveista voi olla harmiakin, koska osa ihmisistä on niille allergisia. Jos kasvien multatila on jatkuvasti märkä, voi mullan pinta homehtua ja kasvustosta irtoavat itiöt voivat heikentää sisäilmaston laatua. Allergikolle haitallisia kasveja ovat: [20.]

- krysanteemit
- gerberat
- marketat
- viikunat (etenkin limoviikuna)
- fiikukset
- jukka- ja traakkipuut.

3 SISÄILMASTO-ONGELMIEN MUODOSTUMINEN

3.1 Kosteus rakenteissa

Kosteusvauriot aiheutuvat korjaamattomasta vesivauriosta. Korjaamattomana kosteusvaurio voi aiheuttaa mikrobikasvustoa, kemiallisia reaktioita ja rakennusmateriaalin emissioita. Kosteusvauriot ilmenevät värimuutoksina, pistävänä kellarimaisena hajuna tai tunkkaisena hajuna. Kuvassa 3 on esitelty rakennukseen kohdistuvia kosteusrasituksia.



Kuva 3. Rakennuksen kosteustekniseen toimintaan vaikuttavia rasituksia [8.]

Yleisimpiä kosteusvaurion syitä:

- kosteus pääsee paikkoihin, joista se ei pääse poistumaan.
- suunnitteluvirhe
- virheellinen työsuoritus
- huono materiaalivalinta
- materiaalien yhteistoiminta

- väärä rakenneratkaisu
- kylmäsilat
- tilan käyttö ei vastaa suunniteltua
- rakenteellinen tuuletus ei toimi.

Homevauriot

Korjaamattomana kosteusvaurio voi aiheuttaa mikrobikasvustoa. Pitkäaikainen kosteusrasitus, joka ylittää materiaalin tai rakenteen kosteudensietokyvyn, johtaa rakenteiden home- ja lahovaurioihin. Sen sijaan lyhytaikainen ja tilapäinen (muutamassa vuorokaudessa kuivuva) kosteusrasitus ei yleensä aiheuta haittaa. Mikrobikasvuston syntyedellytykset on esitelty kuvassa 4: ilma, ravinto (esim. pöly), kosteus, aika ja lämpötila (homeet voivat kasvaa 0 – 55 °C:n lämpötilassa). Materiaalin kosteus vaikuttaa eniten siihen, alkaako mikrobikasvu vai ei. Mikrobikasvun alkaminen edellyttää, että materiaalissa on mikrobeja, itiöitä tai pieni määrä vanhaa kasvustoa. Ravinteiden suhteen mikrobit ovat vaatimattomia, koska lähes kaikki eloperäinen materiaali kelpaa energialähteeksi. Puu, kipsilevyn pahvi, tapetti ja muut selluloosapitoiset materiaalit sopivat monille mikrobeille, mutta useille riittää jopa tavallinen huonepöly. Esimerkiksi betonin, tiilen, kevytsoraharkon ja rakennuslevyjen pinnalle voi muodostua homekasvustoa, jos pinnalla on pölyä tai muuta likaa. Koska materiaaleissa yleensä aina on mikrobeja, rakennuksen pitäminen kuivana on paras tapa estää rakenteen homekasvusto.



Kuva 4. Mikrobivaurion syntyedellytykset [22.]

3.2 Kemiallisten vaurioiden synty

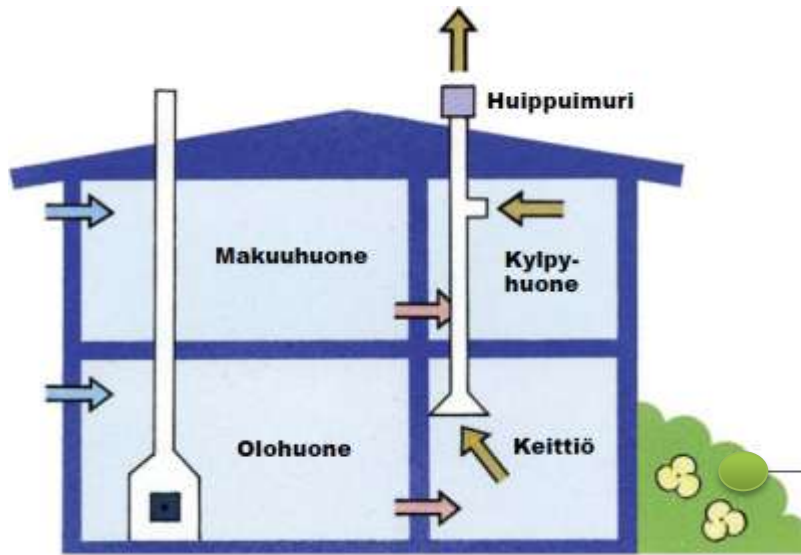
Kemiallisten vaurioiden muodostumisen yleisin syy on kosteuden aiheuttama lattianpäällysteen hajoaminen, mikäli lattiapäällyste asennetaan liian kostealle alustalle, joko rakennuskii-reen tai huolimattomuuden takia. Lattiapäällysteen liima- ja tasoiteaineet reagoivat kosteuden kanssa ja tuottavat sisäilmastoon kemiallisia epäpuhtauksia. Mikäli muovin hajoaminen käynnistyy, se ei lopu, vaikka alla oleva lattia kuivuisikin. Tämän takia pelkkä lattialaatan kos- teuden mittaaminen ei paljasta välttämättä kemiallista vauriota. Kemiallisiin vaurioihin liitty- vä vaara tunnustetaan mittaamalla kemiallisia yhdisteitä rakennuksen sisäilmasta tai materiaa- leista. Kemiallisten vaurioiden vaikutuksista on tarkemmin sivulla 20, kohdassa 2.6.9 2- etyyliheksanoli. [5.]

3.3 Ilmanvaihdon ja lämmityksen toimivuus

Ilmanvaihdon ja lämmityksen on kuljettava käsi kädessä. Niiden tulee toimia siten, etteivät ne kärsi toisen puutteesta tai toisen liiallisuudesta. Esimerkiksi jos lämmitys on liian korkealla ja ilmanvaihto liian matalalla, tulee sisälle tunkkainen ja painostava ilma.

3.3.1 Koneellinen poistoilmanvaihto

Kuvassa 5 on esitetty koneellisen poistoilmanvaihdon toimintaperiaate. Raitis ilma tulee ra- kennukseen tiloihin, joissa oleskellaan suurin osa päivästä (makuuhuone, olohuone). Näistä tiloista ilma kiertää niin sanottuihin likaisiin tiloihin (WC, keittiö, kylpyhuone), joista raken- nuksen katolla oleva huippuimuri imee poistettavan ilman rakennuksesta pois.



Kuva 5. Koneellinen poistoilmanvaihto [23.]

Kun ilmanvaihto ja lämmitys on säädetty tukemaan toisiaan, ei ole tarvetta avalla ikkunoita. Mikäli tilassa on alipaine, ottaa koneellinen poisto-ilmanvaihto tarvitsemansa ilman tilan rakenteista, joista ilmaan voi siirtyä epäpuhtauksia. Jos tilassa vallitsee sen sijaan ylipaine, jäävät käryt yms. hajut pyörimään ilmaan, eivätkä poistu rakennuksesta.

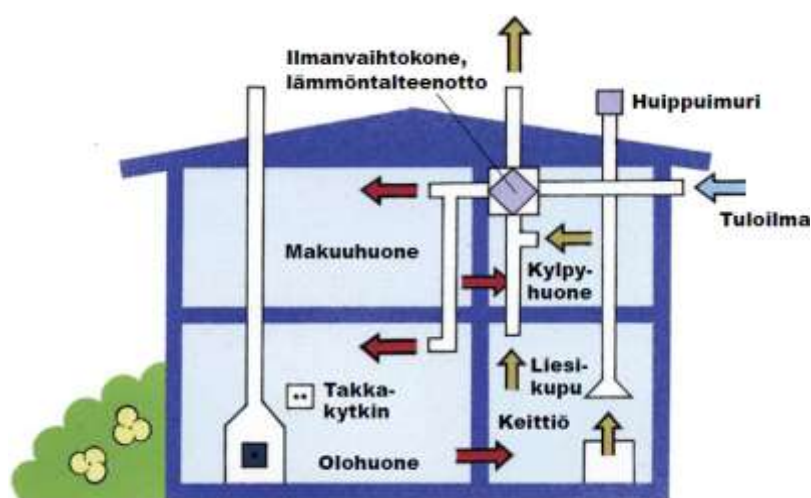
Ilmanvaihto tulee olla jatkuvasti päällä. Mikäli ilmanvaihto ei ole päällä, voivat ilman epäpuhtaudet varastoitua rakennuksen sisäpinnoille, sen sijaan että ne ohjautuisivat ilmanvaihdon mukana pois rakennuksesta. Kun ilmanvaihto laitetaan takaisin käyntiin, epäpuhtaudet nousevat sisäpinnoilta takaisin sisäilmaan. Ilmanvaihdon ollessa pois käytöstä voi ilmanvaihtojärjestelmän eri osiin tiivistyä kosteutta ja aiheuttaa mikrobikasvustoa. Ilmanvaihtojärjestelmän säännöllinen pesu höyryksi tuotetulla desinfiointiliuoksella varmistaa terveellisen sisäilman ilmanvaihtolaitteiden osalta. Lisäksi toimenpiteestä jää kanavien pinnoille vielä mikrobikasvun estävä pinta.[12.]

3.3.2 Koneellinen tulo- ja poistoilmastointi

Kuvassa 6 on esitetty koneellisen tulo- ja poistoilmastoinnin toimintaperiaate. Siinä ilman vaihtuvuus hallitaan tulo- ja poistoilmakoneiden avulla. Ulkoilmaa voidaan jäähdyttää, läm-

mittää, kostuttaa, kuivata ja suodattaa sopivaksi. Poistoilmasta saadaan lisäksi lämpöenergiaa tuloilman lämmitykseen.

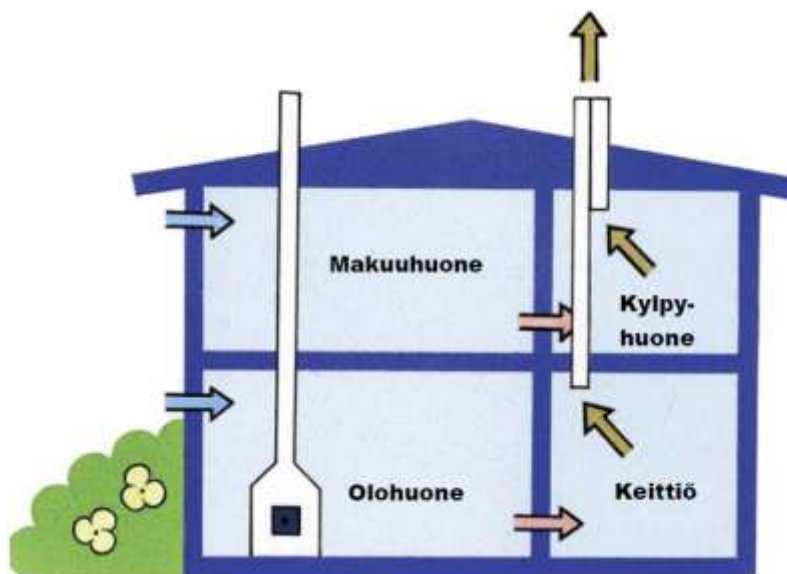
Tulo- ja poistoilman lämmityksessä lämmityslaitte on yhdistetty ilmanvaihtojärjestelmään. Tuloilman päätelaitteessa on sähkövastus, joka lämmittää tiloihin tuotavaa tuloilmaa. Huone-tiloihin, joista poistetaan ilmaa, on valittava jokin muu lämmitys, esimerkiksi lattialämmitys. Poistettava ilma, joka on lämmintä, kierrätetään uudelleen lämmitykseen. Ilma sekoittuu ulkoa tulevaan ilmaan ja näin ollen ulkoa tulevaa ilmaa ei tarvitse lämmittää niin paljoa.



Kuva 6. Koneellinen tulo- ja poistoilmastointi [23.]

3.3.3 Painovoimainen ilmanvaihto

Kuvassa 7 on esitetty painovoimaisen ilmanvaihdon peruseriaate. Painovoimaisen ilmanvaihdon toimivuus perustuu ilman paine-eroihin. Lämmin ilma nousee ylöspäin (ulos rakennuksesta) ja tilalle tulee raitista ulkoilmaa. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilma tuodaan tiloihin seiniin tai ikkunoihin asennetuista tuloilmalaitteista. Ilma johdetaan ulos poistokanavia myöten keskitetysti esimerkiksi WC:n kautta.



Kuva 7. Painovoimainen ilmanvaihto [23.]

Painovoimaista ilmanvaihtoa voidaan tehostaa:

- kesällä tuulettamalla ikkunan kautta
- poistoilmaventtiilien puhdistuksella
- tarkistamalla, että ilma pääsee kiertämään tuuletusrakojen kautta.

4 SISÄILMASTO-ONGELMISTA KÄRSIVÄ MALMINRANNAN PÄIVÄKOTI

Iisalmen kaupungin tiloihin kuuluva Malminrannan päiväkoti on vuonna 1981 valmistunut, ympäri vuorokauden toimiva päiväkoti. Päiväkoti on rinteeseen rakennettu, betonirakenteinen, ja julkisivuverhouksena on tiili. Päiväkoti on osittain kahdessa kerroksessa. Henkilökuntaa on noin 30 työntekijää. Lapsia on kolmessa eri ikävuosiosastossa yhteensä noin 100. Päiväkoti on kärsinyt huonosta sisäilmastosta vuosia. Päiväkotiin on aikaisemmin tehty mittauksia, joilla on pyritty selvittämään huonon sisäilmaston lähde. Kuvassa 8 on kuva Malminrannan päiväkodin etelästä kuvattuna.



Kuva 8. Malminrannan päiväkoti rakennuksen eteläpuolelta

4.1 Terveen päiväkodin sisäilmasto

Päiväkotien sisäilmastoa on haastavaa tutkia, koska sisäilmaston laatua heikentäviä tekijöitä on monia. Lisäksi päiväkodeissa on ihmisiä eri kotitalouksista. Kaikki yksilöt kokevat hyvän sisäilmaston eri tavoin.

Terveen päiväkodin tuntomerkit:[5.]

- Lämpötila: Lämmityskaudella 20–22 °C.
- Riittävä ilmanvaihto: 6 litraa / s / hlö. Pidettävä huolta suodattimien puhtaudesta, lämmityspatterin toiminnasta, kanaviston puhtaudesta ja tuloilmalaitteiden suuntaamisesta.
- Ei vedon tunnetta. Yleisimmin vedon tunnetta aiheuttaa ilmanvaihto ja ilman alhainen lämpötila. Muita vaikuttavia tekijöitä ovat rakenteiden ilmavuodot ja pintojen lämpötilat
- Tilojen suunnittelu siten, että häiritsevää joko ulkoa tai sisältä kantautuvaa melulähdettä ei ole.
- Hajujen minimointi. Hajujen lähteenä voivat olla rakennus- ja sisustusmateriaalit sekä ihmiset ja kotien lemmikkieläimet. Hajuja syntyy myös toimintojen, kuten askartelun yhteydessä.
- Siivousmenetelmät, jotka eivät nosta pölyä. Liiallinen veden ja puhdistuskemikaalien käyttö voi aiheuttaa myös ongelmia.
- Rakennuksen kunnon ja sisäilman seuraaminen.

4.2 Malminrannan päiväkodin henkilökunnan sisäilmastokysely

Malminrannan päiväkodin henkilökunnalle toimitettiin sisäilmastokysely (liite 1, sisäilmastokysely) ennen kosteuskartoituskatselmusta. Kyselyllä selvitettiin päiväkodin henkilökunnan omakohtaisia näkemyksiä kiinteistön ja sen yhteistilojen sisäilmaston toimivuudesta ja mahdollisista puutteista. Kyselylomake toimitettiin henkilökunnalle 15.5.2011, ja vastaukset palautettiin postitse 30.5.2011 mennessä. Kyselyyn vastasi 19 työntekijää 31:stä. Vastausprosentti on näin ollen 61,3 %.

Sisäilmastokyselyn tulokset

- Vastaajista 89 % kertoi tuntevansa vedon tunnetta jossain rakennuksen osassa. Pääosin vetoisuuden tunnetta tuli, koska ikkunoita jouduttiin pitämään auki huonon sisäilman takia. (Liite 2, kuva 18)
- Vastaajista 42 % vastasi huonelämpötilojen vaihtelujen olevan suurta: kesällä todella kuuma ja talvella todella kylmä. Yksittäisistä tiloista Halinallejen nukkumahuone koettiin huonelämpötilaltaan kylmäksi. (Liite 2, kuva 19)
- Vastaajista 58 % koki lattialämpötilojen olevan alhaiset koko talossa. Yksittäisistä tiloista esille nousi Halinallejen nukkumahuone. (Liite 2, kuva 21)
- Kuivan sisäilman ongelmaksi koki 42 % vastaajista. Yksittäistä tilaa ei esille noussut. (Liite 2, kuva 22)
- Tunkkainen sisäilma oli ongelmana etenkin aamuisin töihin tullessa. Yksittäisistä tiloista esiin nousi alakerta. (Liite 2, kuva 24)
- Homeen / maakellarin hajua esiintyi etenkin alakerrassa sekä osastojen varastoissa. (Liite 2, kuva 25)
- Pakokaasun haju talvella (Liite 2, kuva 26)
- Meluisuuden koki haitalliseksi 16 % vastaajista. Etenkin pienet tilat olivat meluisuuden kannalta haitallisimmat. (Liite 2, kuva 27)

4.3 Tehdyt korjaukset

Taulukossa 3 on esitetty Malminrannan päiväkotiin vuosittain tehdyt korjaustoimenpiteet.

Taulukko 3. Malminrannan päiväkotiin vuosittain tehdyt korjaustoimenpiteet.

2002	<p>Sisäkaton akustiikkalevyjen uusiminen</p> <p>Kadunpuoleinen salaojitus uusittu väestön-suojan kohdalta</p> <p>Alakerran taukokuoneeseen rakennettu seinä</p> <p>Rikkinäisten lattialaattojen uusiminen</p> <p>Kattojiirien korjaus</p>
2003	Sadevesikourujen uusiminen
2006	Sisäpuolisia korjauksia
2007	<p>Sisäpuolisia korjauksia + muutos vuorohoitokodiksi</p> <p>Ilmanvaihtokanavien nuohous</p>
2009	<p>Putkivuotokohdan korjaaminen</p> <p>Ilmastoinnin lämmön talteenottokennon puhdistus ja desinfiointi</p> <p>Kadun puolen painuneen viemäriputken korjaus (jätevedet kellariin)</p>
2010	<p>Ilmanvaihdon säätöjä</p> <p>Yläpohjan lisäeristys</p> <p>Kattotiilien pinnoitus</p>

4.4 Tehdyt tutkimukset

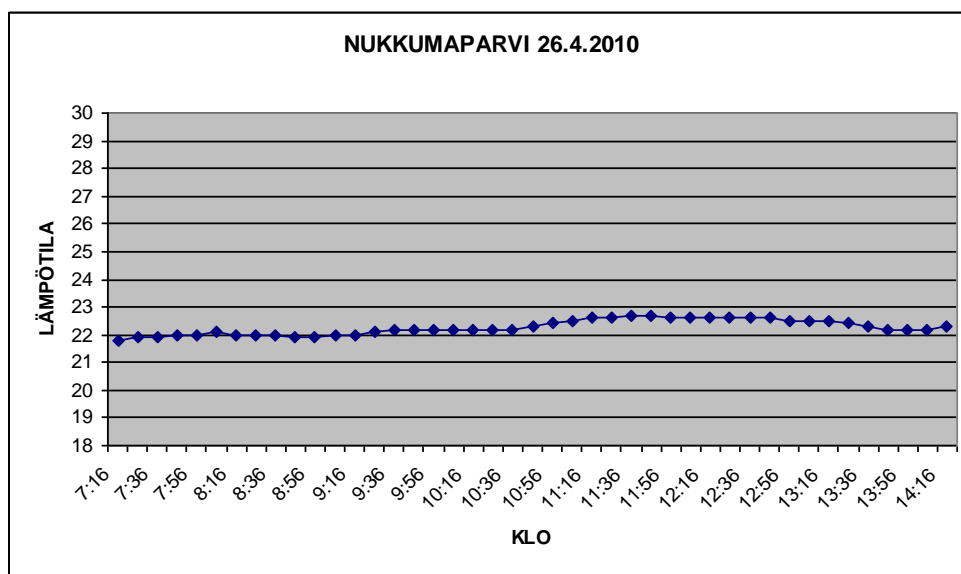
Iisalmen kaupungin kunnossapitoinsinööri on tehnyt edellisinä vuosina mittauksia Malminrannan päiväkotiin. Mittaustuloksia ei ole analysoitu Sisäilmaluokituksen kautta. Kohdassa 4.4.1 on analysoitu sisäilman hiilidioksidi-, lämpötila- ja sisäilmankosteuspitoisuusmittaukset, jotka Iisalmen kaupungin kunnossapitoinsinööri on aikaisemmin tehnyt. Taulukossa 4 on esitetty Malminrannan päiväkotiin vuosittain tehdyt korjaustoimenpiteet. [24.]

Taulukko 4. Malminrannan päiväkotiin vuosittain tehdyt korjaustoimenpiteet.

2006	Sisäilman VOC-mittaukset
2007	Pintapölynäytemittaukset (mineraalikuidut) Sisäpuolisia korjauksia / muutos vuorohoitokodiksi Ilmanvaihtokanavien nuohous Ilmanvaihdon säätöjä
2009	Kosteusmittauksia (kellarikerros porareikämittaus) Materiaalinäytetutkimuksia Sivelynäytemittauksia (kellari ja nukkumahuoneet) Hiilidioksidi-, lämpötila- ja sisäilmankosteuspitoisuusmittauksia
2010	Sisäilmatutkija Paavo Kainulaisen tutkimuskäynti Hiilidioksidi-, lämpötila- ja sisäilmankosteuspitoisuusmittauksia
2011	Hiilidioksidi-, lämpötila- ja sisäilmankosteuspitoisuusmittauksia

4.4.1 Sisäilmamittaukset

26.4.2010 Nukkumaparvella tehdyt mittaukset: lämpötila, sisäilman kosteus, hiilidioksidi.
Esitetty kuvissa 9-11

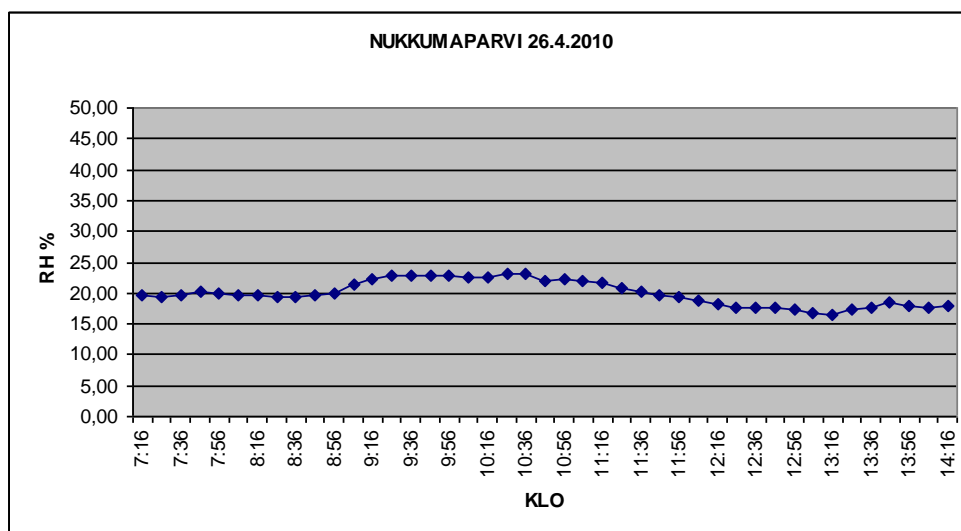


Kuva 9. Nukkumaparvelta 26.4.2010 mitatut sisälämpötilat.

Sisäilmastoluokitus 2008 antaa lämpötilalle seuraavat ohjearvot:

- Sisäilmastoluokka S1:
Talvella 21–22 °C ja kesällä 23–24 °C
- Sisäilmastoluokka S2:
Talvella 20–22 °C ja kesällä 23–26 °C
- Sisäilmastoluokka S3:
Talvella 20–23 °C ja kesällä 22–27 °C

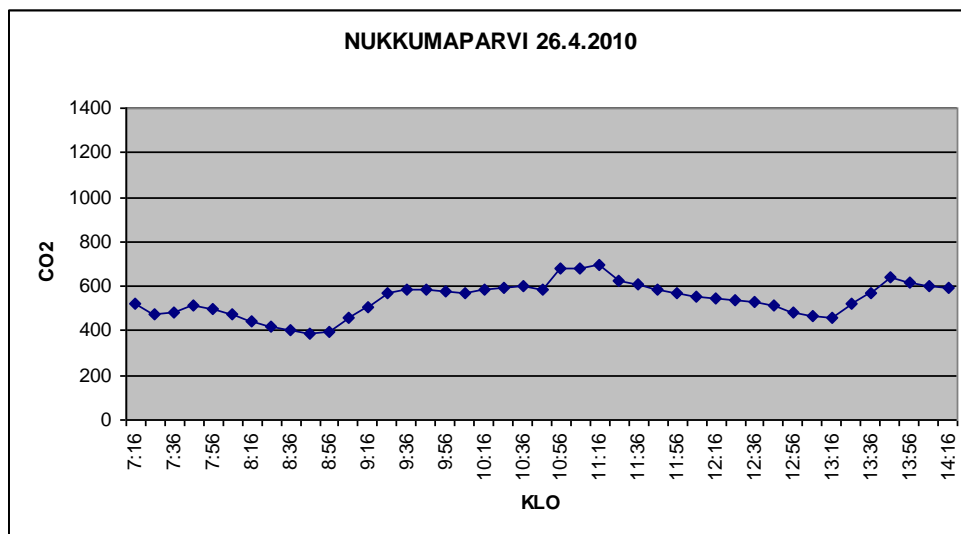
Nukkumaparvella maksimilämpötila oli 22,7 °C. Minimi oli 21,8 °C. Keskiarvo oli 22,3 °C, eli tilassa on sisäilmastoluokka S1-S2.



Kuva 10. Nukkumaparvelta 26.4.2010 mitatut sisäilman kosteuskurvat.

Asumisterveysohjeen mukaan lasten päivähoitopaikoissa huoneilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20 - 60 %, joskaan sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastollisista syistä.

Nukkumaparven suhteellinen kosteus on hyvä.



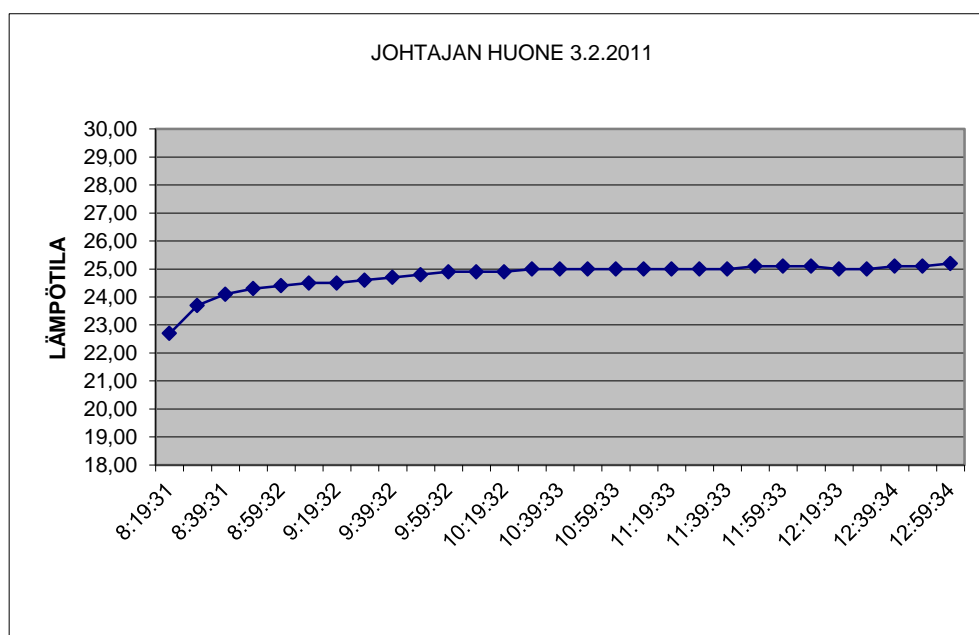
Kuva 11. Nukkumaparvelta 26.4.2010 mitatut sisäilman hiilidioksidiarvot.

Sisäilmaluokitus 2008 antaa sisäilman hiilidioksidille seuraavat ohjearvot:

- Sisäilmastoluokka S1 700 ppm
- Sisäilmastoluokka S2 900 ppm
- Sisäilmastoluokka S3 1200 ppm

Nukkumaparven maksimi ppm oli 700. Nukkumaparvella on sisäilmastoluokka S1.

3.2.2011 Päiväkodin johtajan huoneeseen tehdyt mittaukset: lämpötila, sisäilman kosteus, hiilidioksidi. Esitetty kuvissa 12-14.

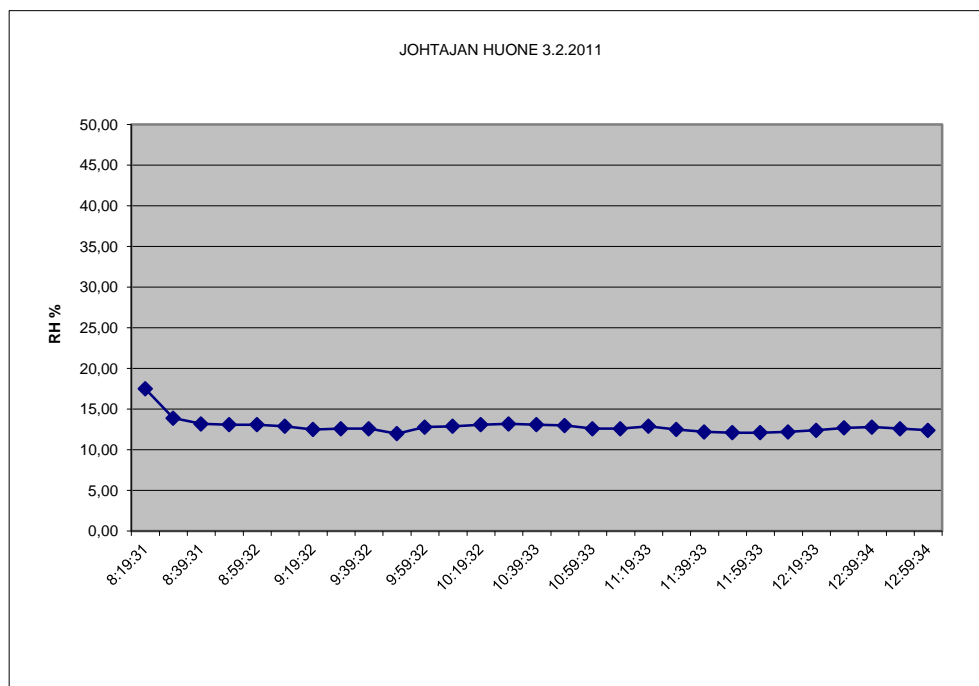


Kuva 12. Päiväkodin johtajan huoneesta 3.2.2011 mitatut sisälämpötilat.

Sisäilmaluokitus 2008 antaa lämpötilalle seuraavat ohjearvot:

- Sisäilmastoluokka S1:
Talvella 21–22 °C ja kesällä 23–24°C
- Sisäilmastoluokka S2:
Talvella 20–22 °C ja kesällä 23–26°C
- Sisäilmastoluokka S3:
Talvella 20–23 °C ja kesällä 22–27°C.

Johtajan huoneessa maksimilämpötila oli 25,2 °C, joka on liian korkea. Tila kuuluu sisäilmastoluokkaan S2-S3.

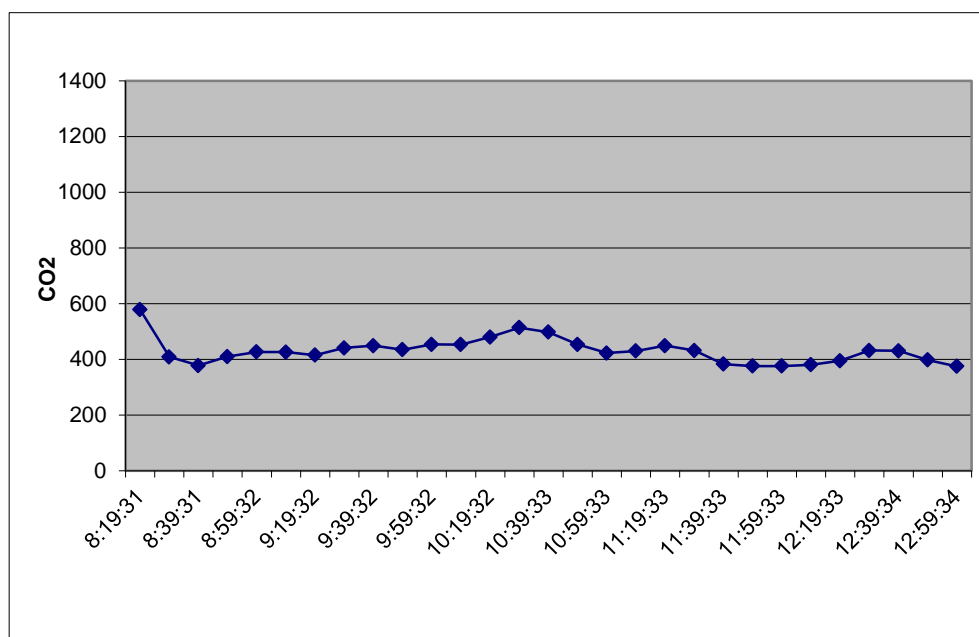


Kuva 13. Päiväkodin johtajan huoneesta 3.2.2011 mitatut sisäilmankosteusarvot.

Asumisterveysohjeen mukaan lasten päivähoitopaikoissa huoneilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20 - 60 %, joskaan sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastollisista syistä.

Johtajan huoneessa sisäilman kosteus oli maksimissaan 17,5 %.

Sisäilmankosteus on liian alhainen.



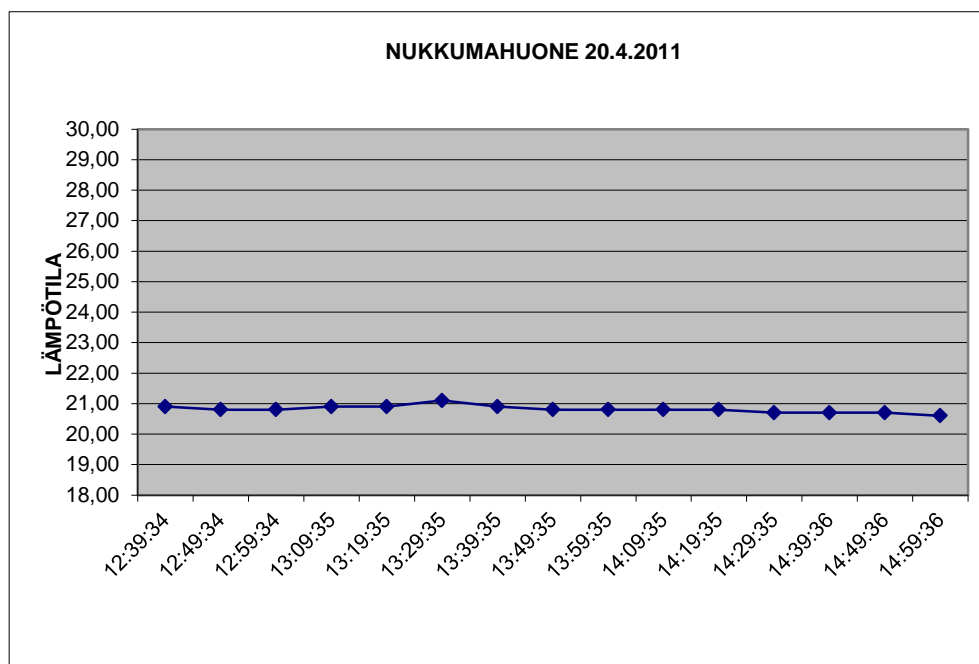
Kuva 14. Päiväkodin johtajan huoneesta 3.2.2011 mitatut sisäilman hiilidioksidiarvot.

Sisäilmaluokitus 2008 antaa sisäilman hiilidioksidille seuraavat ohjearvot:

- Sisäilmastoluokka S1 700 ppm
- Sisäilmastoluokka S2 900 ppm
- Sisäilmastoluokka S3 1200 ppm

Johtajan huoneessa sisäilmastoluokitus hiilidioksidin suhteen on S1.

20.4.2011 Nukkumahuoneessa tehdyt mittaukset: lämpötila, sisäilman kosteus, hiilidioksidi.
Esitetty kuvissa 15-17.

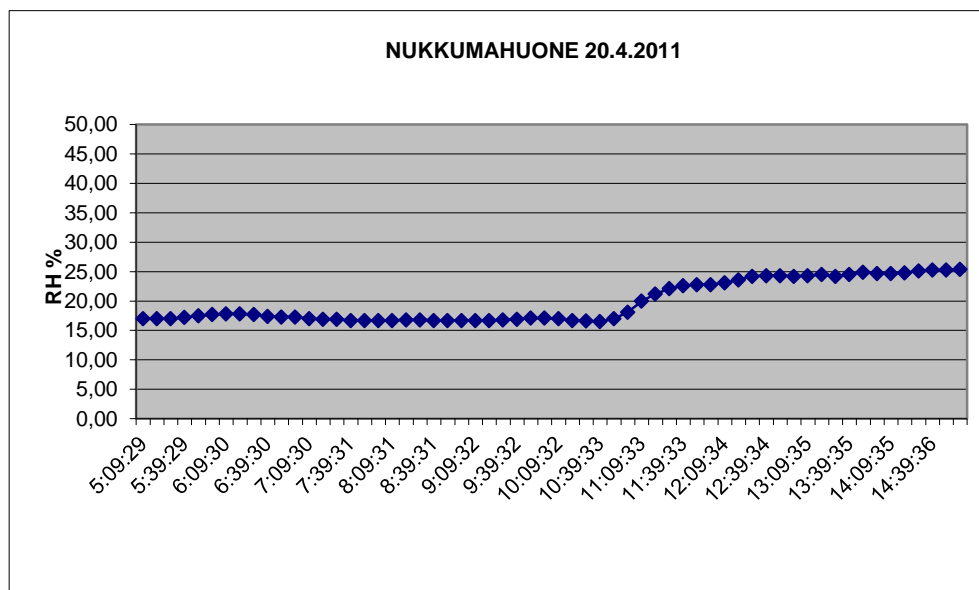


Kuva 15. Nukkumahuoneesta 20.4.2011 mitatut sisälämpötilat.

Sisäilmastoluokitus 2008 antaa lämpötilalle seuraavat ohjearvot:

- Sisäilmastoluokka S1:
Talvella 21–22 °C ja kesällä 23–24 °C
- Sisäilmastoluokka S2:
Talvella 21–22 °C ja kesällä 23–26 °C
- Sisäilmastoluokka S3:
Talvella 20–23 °C ja kesällä 22–27 °C

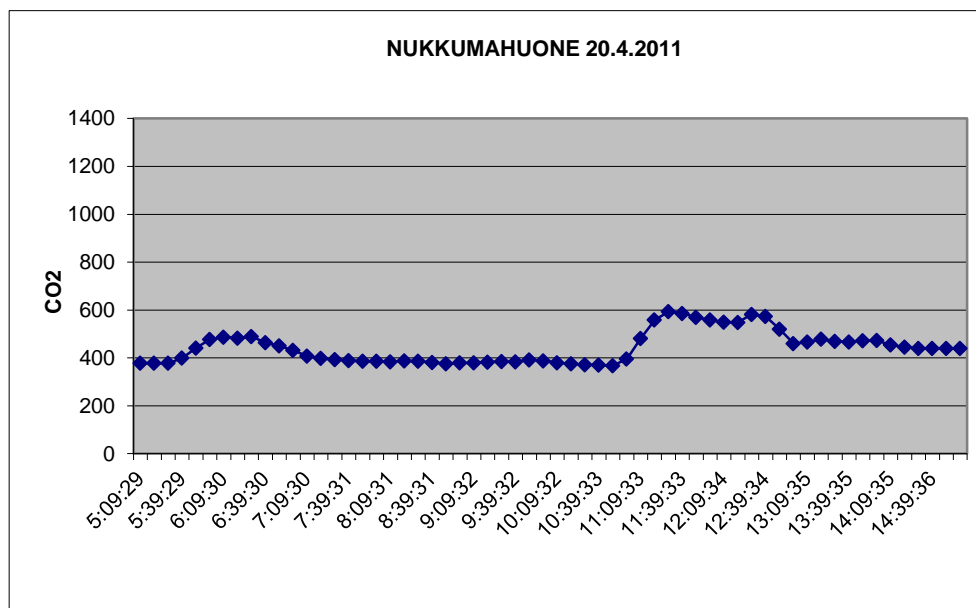
Nukkumahuoneessa maksimilämpötila oli 21,1°C. Minimi oli 19,8 °C. Keskiarvo oli 20,3 °C eli huone oli sisäilmastoluokka S2–S3.



Kuva 16. Nukkumahuoneesta 20.4.2011 mitatut sisäilman kosteusarvot.

Asumisterveysohjeen mukaan lasten päivähoitopaikoissa huoneilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20–60 %, joskaan sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastolisistä syistä.

Nukkumahuoneen suhteellinen kosteus oli alhainen aamupäivästä, mutta klo 11.00 lasten tullessa nukkumaan kosteus nousi asumisterveysohjeen mukaiseksi.



Kuva 17. Nukkumahuoneesta 20.4.2011 mitatut sisäilman hiilidioksidiarvot.

Sisäilmaluokitus 2008 antaa sisäilman hiilidioksidille seuraavat ohjearvot:

- Sisäilmastoluokka S1 700 ppm
- Sisäilmastoluokka S2 900 ppm
- Sisäilmastoluokka S3 1200 ppm

Nukkumahuoneessa sisäilmastoluokitus hiilidioksidin suhteen on S1.

4.4.2 Tutkimuksen tulokset

Päiväkotiin aikaisemmin tehdyissä tutkimuksissa ei löytynyt viittauksia kosteus- tai homeongelmiin. Sisäilmastokyselyn tuloksista ja käyttäjän haastatteluista voi kuitenkin päätellä, että työntekijät eivät päiväkodissa voi hyvin. Suoritetussa kosteuskartoituksessa (liite 3) oli paikoin korkeita pintakosteuslukemia, joten päiväkotiin olisi hyvä tehdä tarkempia tutkimuksia, joko VOC-mittauksia tai tarkemmat kosteusmittaukset. Mittaustulokset analysoidaan, ja niiden perusteella tehdään jatkotoimenpiteet.

Sisäilmastokyselyssä selvisi, että työntekijät kokevat rakennuksen alakerran mahdolliseksi kosteusvauriokohteeksi. Alakerrassa on tunkkainen ilma sekä maakellarin tai homeen hajua. Alakertaan on tehty vuonna 2009 sivelynäytteet ja porareikämittaukset, joissa ei ilmennyt homeita eikä kohonneita kosteuspitoisuuksia. Alakertaan tulisi tehdä VOC-mittaukset, koska useissa VOC:ssa ja homeissa samankaltaiset oireet. Rakennuksen läntinen pääty (Halinallet) on sisäilmastokyselyn mukaan kylmä lattia- ja huonelämpötiloiltaan. Halinallet – osastolla on hoidossa 1 - 3 vuoden ikäisiä lapsia, jotka ovat lattiatasolla lähes koko päivän. Lattiapintoja saadaan lämpimämmiksi ”kotikonstein” esimerkiksi lisäämällä mattoja. Halinallejen osastolla tulee mitata lämpötila talviaikaan, jolloin selviää, onko sisälämpötila riittävällä tasolla (S1-luokituksen mukainen sisälämpötila talvella 21–22 °C).

Vuonna 2011 päiväkodin johtajan työhuoneeseen tehdyissä sisäilman hiilidioksidi-, kosteus- ja lämpötilamittauksista (kuvat 12–14) selvisi, että sisäilma huoneessa on liian lämmin ja kuiva. Eteläpuolella sijaitseviin huoneisiin tulee laittaa ikkunoihin markiisit tai kalvot, joilla huoneiden sisälämpötilat saadaan Sisäilmastoluokitus S1:tä vastaavalle tasolle.

4.5 Jatkotoimenpiteet Malminrannan päiväkotiin

Malminrannan päiväkodin ongelmakohdista on tarkemmin kosteuskartoitusraportissa (liite 3). Malminrannan päiväkotiin tulee tehdä seuraavanlaisia jatkotoimenpiteitä:

Lisätutkimukset VOC-mittaukset ja kosteusmittaukset:

Alakertaan tehdään VOC-mittaukset, jotta saadaan varmuus, onko tilassa haitallisia yhdisteitä.

Kosteuskartoituksessa pintakosteusmittarilla suuria kosteuseroja ilmenneihin tiloihin tehdään tarkemmat kosteusmittaukset porareikämenetelmällä. Kosteuserot on merkitty punaisella värillä rakennuksen pohjapiirustukseen (kuva 40).

Yläpohjaan tehdään kuntoarvio, jotta nähdään, onko vesikatto vuotanut ja aiheuttanut kosteusvauriota yläpohjaan.

Lämpötilaseuranta päiväkodin johtajan huoneeseen. Huoneessa on ollut korkea sisälämpötila. Lämpötiloja seuraamalla nähdään ikkunoiden kalvojen tai markiisien asennuksen tarve.

Länsipäädyn salaojituksen toimivuus tarkastetaan.

Korjaukset:

Länsipäädyn terassin palkin raudoitukset paikataan. Pinnalla oleva raudoitus paikataan laasti-
paikkausmenetelmällä.

Rakennuksen läpi kulkevaan halkeama paikataan ja rakennukseen tehdään liikuntasäily. Liikuntasäily tehdään rakennuksen pohjois- sekä eteläpuolelle samaan kohtaan.

Eteläpuolen ikkunoihin asennetaan markiisit tai kalvot, jotta rakennuksen eteläpuoli ei olisi niin lämmin.

5 PÄÄTELMÄT

Sisäilmasto-ongelmat ovat monen tekijän summa. Jokainen ihminen kokee sisäilmaston eri tavoin. Ihmisten henkilökohtaiset raja-arvot sisäilmastotapauksissa ovat erilaiset, ja niistä löytyy suuriakin poikkeamia. Tämä vaikeuttaa sisäilmasto-ongelmien tutkimista, vaikka monelle sisäilmastoa haittaavalle tekijälle on pystytty määrittämään jo raja-arvoja. Sisäilmasto-ongelmat ovat nykyisin esillä kaikissa medioissa. Tämän takia osa sisäilmasto-ongelmista on vain kuviteltua – psyykkisestä tavasta reagoida stressitilanteisiin.

Kemialliset ilman epäpuhtaudet ovat tällä hetkellä suurin sisäilmaston pilaaja. Esimerkiksi home-epäilykset johtuvat useimmiten jostain kemiallisesta yhdisteestä, koska oireet ja usein myös haju ovat samankaltaiset kuin homeessa. Harmiksi kemialliset ilman epäpuhtaudet ovat myös vaikeimmin tutkittavia sisäilmaston laatua heikentävä tekijä, koska kaikille yhdisteille ei ole annettu vielä raja-arvoja. Lisäksi jo annettuja raja-arvoja on alettu tarkastella uudelleen ja niitä on laskettu alaspäin.

Sisäilmasto-ongelmiin tulee reagoida heti. Pitkä altistuminen haitallisille aineille voi aiheuttaa terveysongelman koko loppuelämäksi. Mikäli vastaan tulee sisäilmasto-ongelmatapaus, jonka syy ei ole selvillä, olisi sitä syytä tarkkailla pitämällä esimerkiksi käyttöpäiväkirjaa, johon kirjattaisiin kyseisen päivän sää, sisälämpötila yms. tekijä, mikä helpottaisi mahdollisen vian etsintää. Sisäilmasto-ongelman määritelmästä tulee huomata, että se ei tarkoita pelkästään homeetta tai kemiallista vauriota. Sisäilmasto-ongelma voi olla esimerkiksi melua tai allergiaa aiheuttava huonekasvi.

Vaikka lapset päiväkodeissa ovat pieniä, ei heidän ongelmiaan pidä vähätellä. Lapset hengittävät samaa ilmaa kuin aikuisetkin, joten heillä pitäisi olla samat oikeudet terveelliseen ja turvalliseen sisäilmastoon. Lapset reagoivat usein aikuisia herkemmin sisäilman epäpuhtauksiin. Mikäli lapsi altistuu jo elämänsä alkutaipaleella homeelle tai muulle vastaavalle sisäilmaston epäpuhtaudelle, on sillä kauaskantoiset seuraamukset, ei pelkästään lapsen terveyden vaan myös hoitokustannuksien myötä.

6 YHTEENVETO

Insinööriyön lähtökohtana oli selvittää yleisimmät sisäilmaston laatua heikentävät tekijät ja soveltaa tätä tietoa sisäilmasto-ongelmista kärsivään päiväkotiin. Teoriaosuus sisäilmasto-ongelmista antoi hyvät lähtökohdat suorittaa päiväkotiin konkreettiset toimenpiteet eli käyttäjäkysely ja kosteuskartoitus. Käyttäjäkyselystä ja kosteuskartoituksesta saadun tiedon avulla löydettiin ongelmakohtia, jotka voivat vaikuttaa sisäilmastoon. Näiden tulosten perusteella tehtiin jatkotoimenpiteet kohteeseen.

Tämä insinööriyö tehtiin Iisalmen kaupungin teknisen keskuksen tilapalvelun työvälineeksi käsiteltäessä sisäilmasto-ongelmia. Toivottavasti työstä on hyötyä tilapalvelulle ja ennen kaikkea päiväkotien lapsille ja työntekijöille.

LÄHTEET

1. Maailman terveysjärjestö WHO, [WWW-dokumentti]
www.who.int/en/
2. Hengityслиitto. Hengitysilma. Sisäilma [WWW-dokumentti]
<www.heli.fi>
3. Asumisterveysopas [PDF-dokumentti]
4. Sisäilmastoluokitus, Sisäilmayhdistyksen luokitus. [WWW-dokumentti]
<http://www.sisailmayhdistys.fi/attachments/kehityshankkeet/sisailmastoluokitus2008-esittely.pdf>
5. Sisäilmayhdistys [WWW-dokumentti] www.sisailmayhdistys.fi
6. Terveyden ja hyvinvoinnin laitos [WWW-dokumentti] www.thl.fi
7. Motiva. Sisälämpötila [WWW-dokumentti]
http://www.motiva.fi/koti_ ja_ asuminen/ nain_ saastat_ energiaa/ lampo/ sisalampotila (Luettu 16.8.2011)
8. RT-kortti 07-10564 Rakennuksen sisäilmasto
9. Peltonen, H ,Perkkiö, J. & Vierinen, K. 2004. Insinöörin (AMK) fyysikka. OSA 2.
10. HAMK, Hämeenlinnan ammattikorkeakoulun Internet-sivut [WWW-dokumentti]
11. Terveyskirjasto. Sisäilman pölypunkit [WWW-dokumentti]
http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=alg00303 (Luettu 16.8.2011)
12. Haistahome.fi, Tofte-yhtiöitten Internet-sivut, [WWW-dokumentti]
<http://www.haistahome.fi/etusivu/> (luettu 20.9.2011)
13. Työterveyslaitos. Kemikaaliturvallisuus [WWW-dokumentti]
www.ttl.fi (Luettu 13.6.2011)
14. Järnström H. & Saarela K. 2005. Sisäilman laatu ja rakenteiden emissiot uusissa asuinrakennuksissa. Espoo: VTT – Rakennus- ja yhdyskuntateknikka [WWW-asiakirja]
<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2281.pdf>

15. Vaattovaara Pia, Kivimäenpää Minna, Pasanen Pertti ja Heinonen-Tanski Helvi. Vaipat työterveydellinen riski päiväkodissa, Itä-Suomen yliopiston Ympäristötieteen laitoksen julkaisusarja 1/2011
16. Valvira. Terveystensuojelu. Asumisterveys. Kemikaalit. Epäorgaaniset yhdisteet. [WWW-dokumentti]

<www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/asumisterveys/kemikaalit/epaorgaaniset_yhdisteet> (Luettu 1.8.2011)
17. Työsuojeluhallinto. Työolot, vaara- ja häirtatekijät. Asbesti [WWW-dokumentti]
18. Asbesti[WWW-dokumentti]

<www.asbesti.com> (Luettu 22.6.2011)
19. VTT – julkaisu: Helena Järnström, Muovipinnoitteen lattiarakenteen VOC-emissiot sisäilmaongelmatapaukset
20. Tervetalo-lehti 14.4.2011
21. Yle-akuutti 27.4.2010 [TV-ohjelma]
22. Betoniteollisuus ry. [PDF – julkaisu] Rakennustyömaan kosteushallinta Kuva 2. s.5
23. Hengitysliitto Heli ry:n julkaisu Terveellisen rakennuksen ilmanvaihto [Internet-dokumentti] luettu 4.5.2011
24. Iisalmen kaupungin kunnossapitoinsinööri Kari Hyyryläisen Malminrannan päiväkotiin tekemät sisäilman kosteus, hiilidioksidi ja lämpötilamittaukset.

Osasto	Ikä
Montako vuotta olet työskennellyt tässä päiväkodissa?	Tupakoitko?
	Allergiat?

Onko työpaikallasi ollut viimeisen vuoden aikana jotain seuraavista tekijöistä? Mikäli on ollut, missä tiloissa?

Vetoi-
suus _____

Korkea huonelämpöti-
la _____

Matala huonelämpöti-
la _____

Kylmät latti-
at _____

Kuiva il-
ma _____

Kosteaa il-
ma _____

Tunkkainen il-
ma _____

Homeen / maakellarin ha-
ju _____

Muutoin epämiellyttävä ha-
ju _____

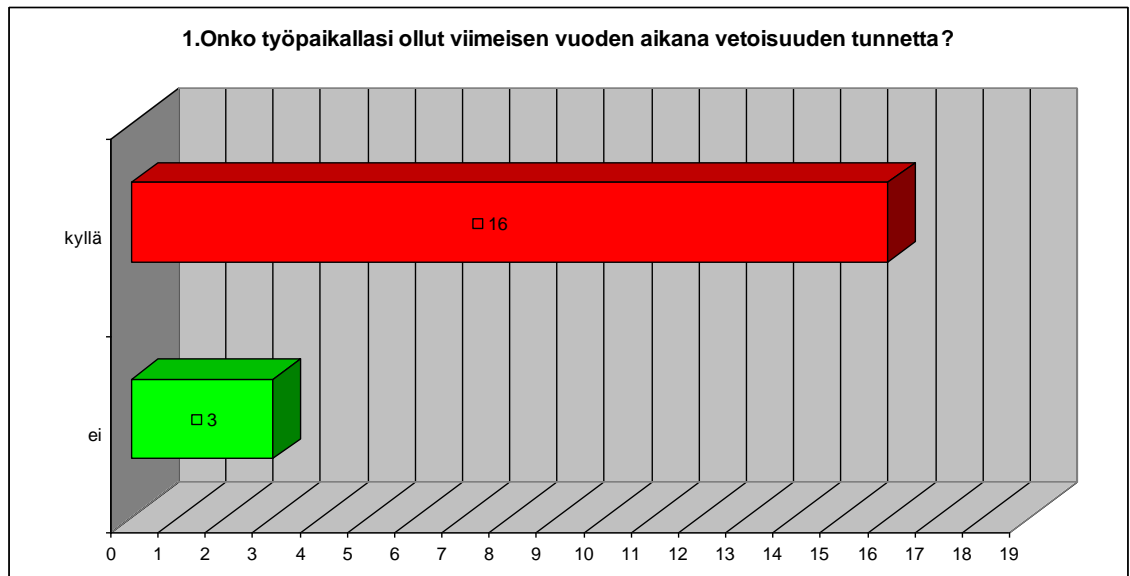
Melui-
suus _____

Huono valais-
tus _____

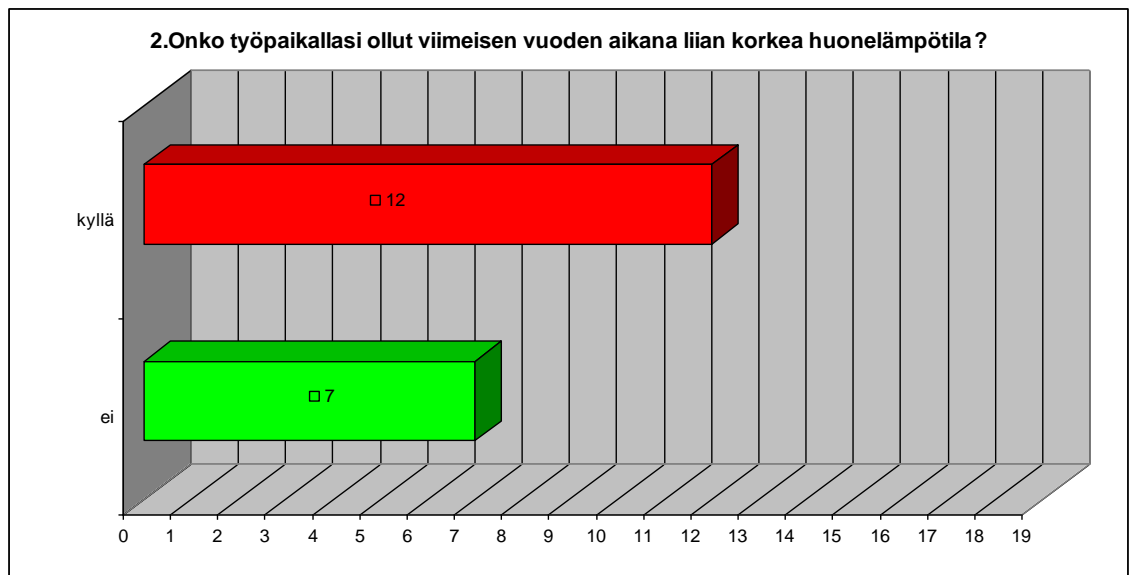
Tupakansa-
vu _____

Pöly _____

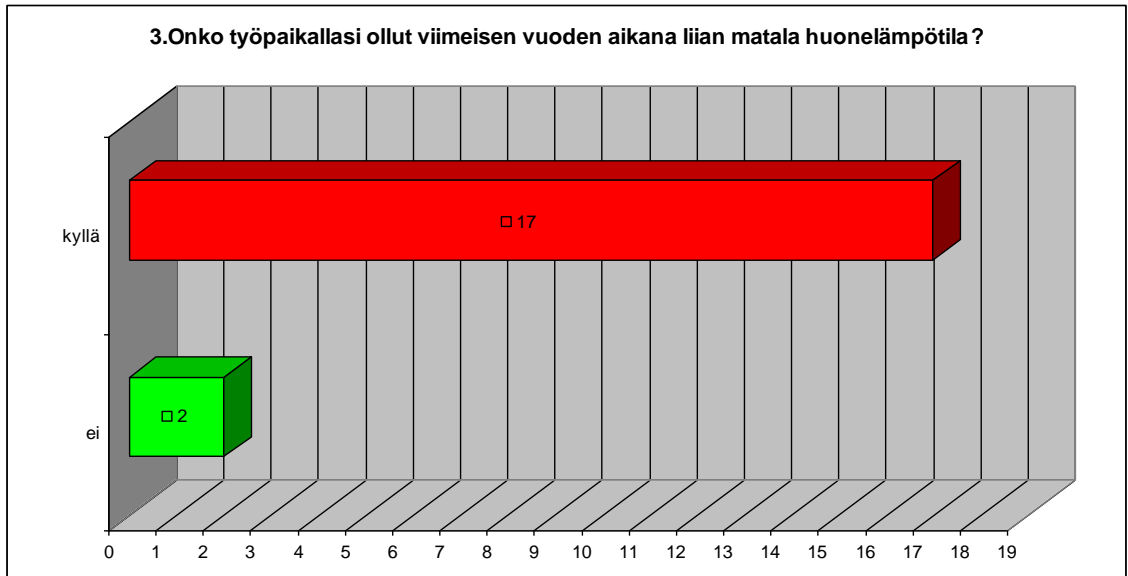
Kuva 18.



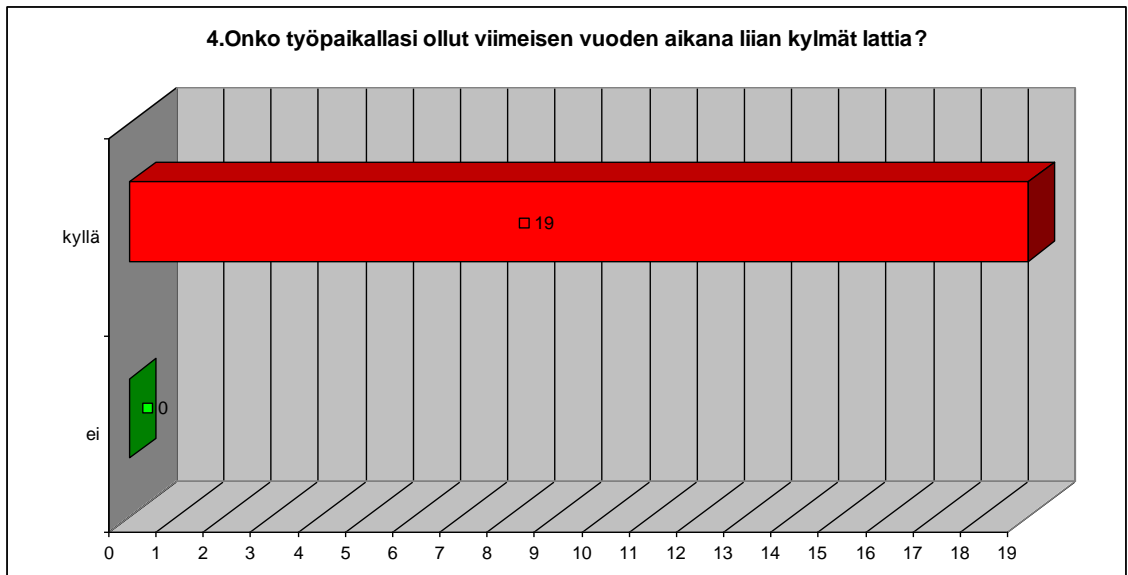
Kuva 19.



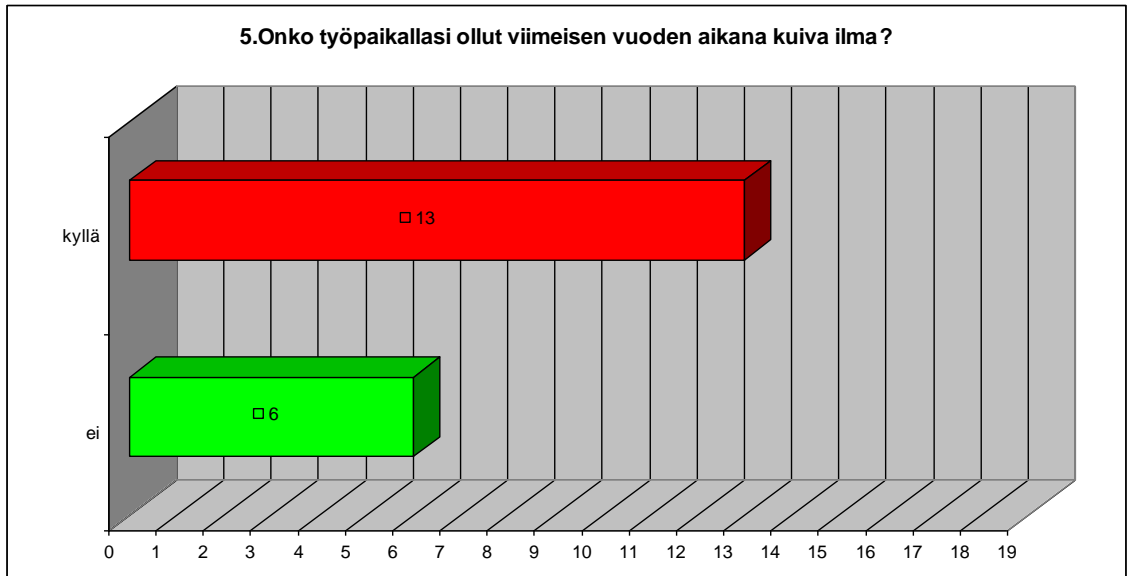
Kuva 20.



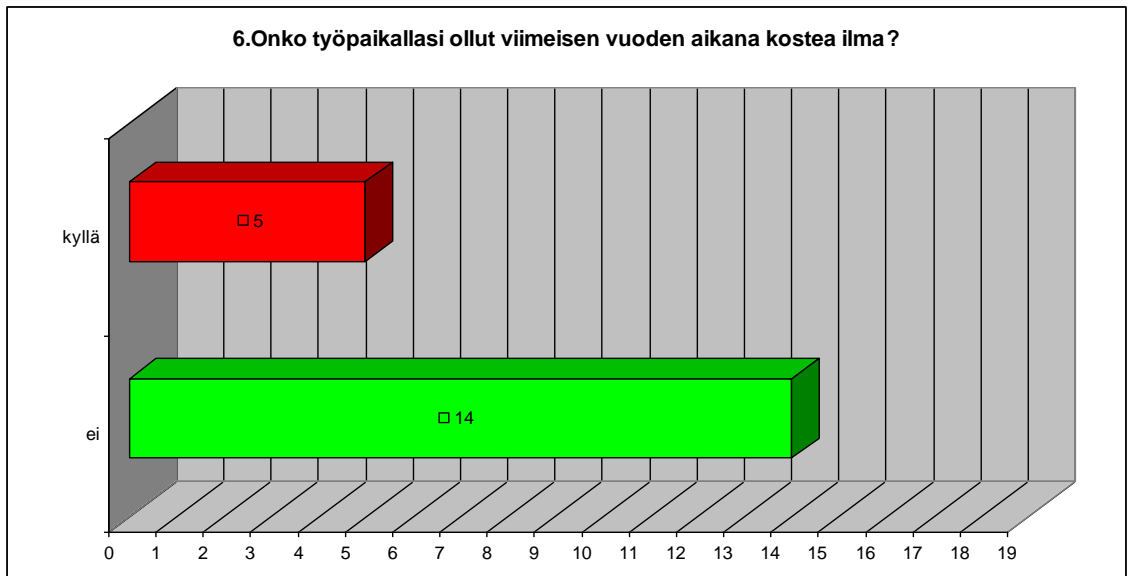
Kuva 21.



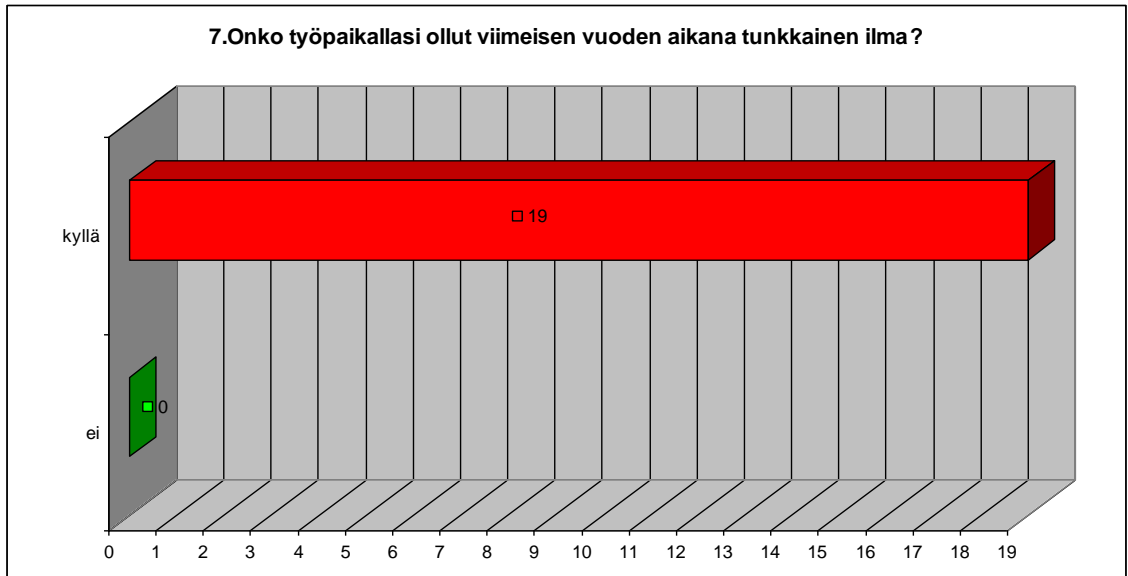
Kuva 22.



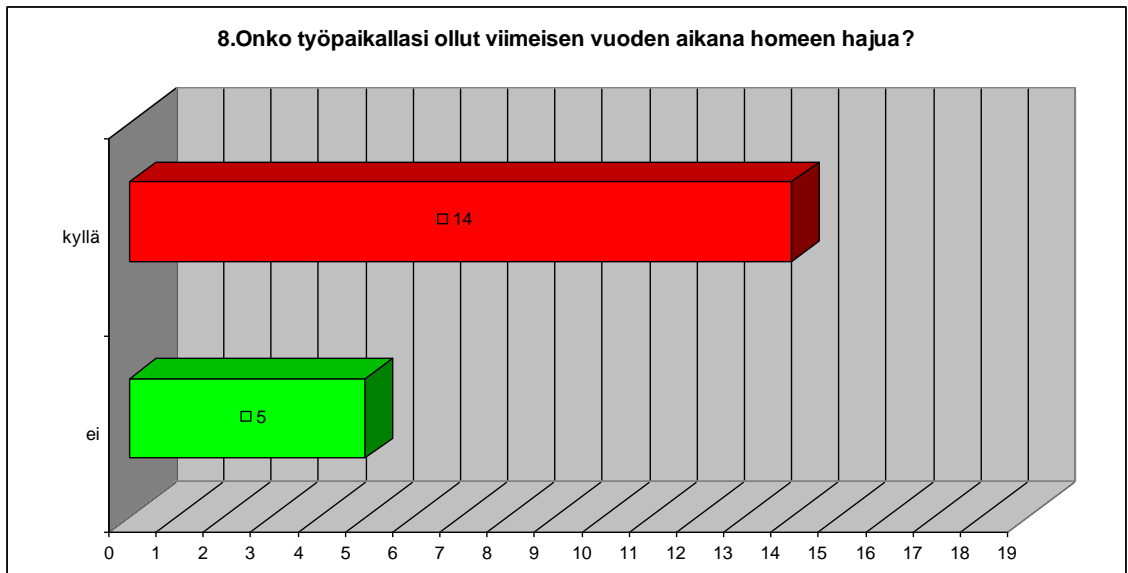
Kuva 23.



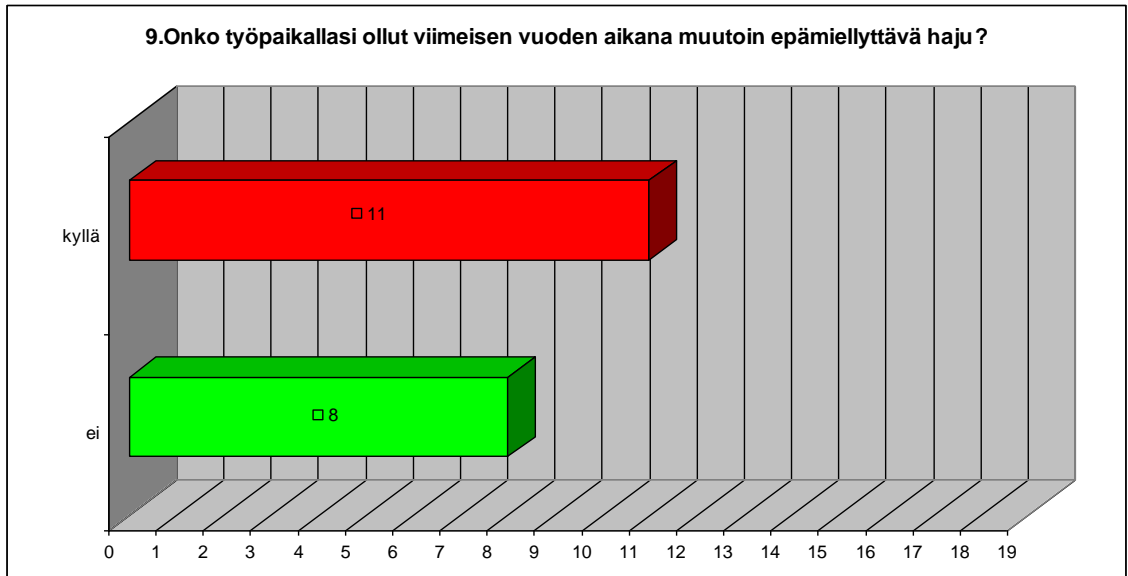
Kuva 24.



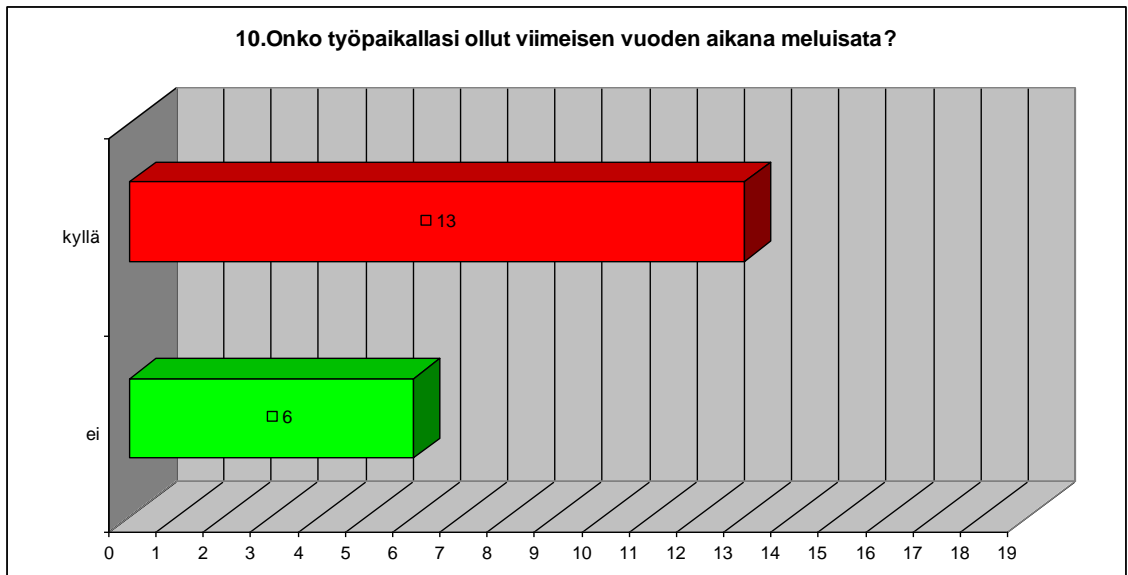
Kuva 25.



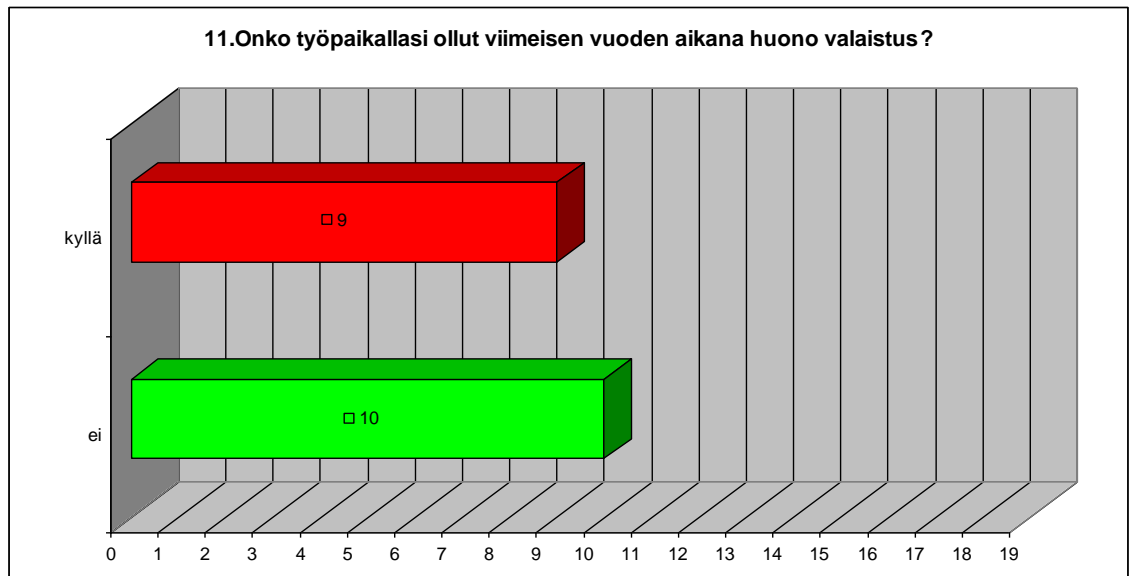
Kuva 26.



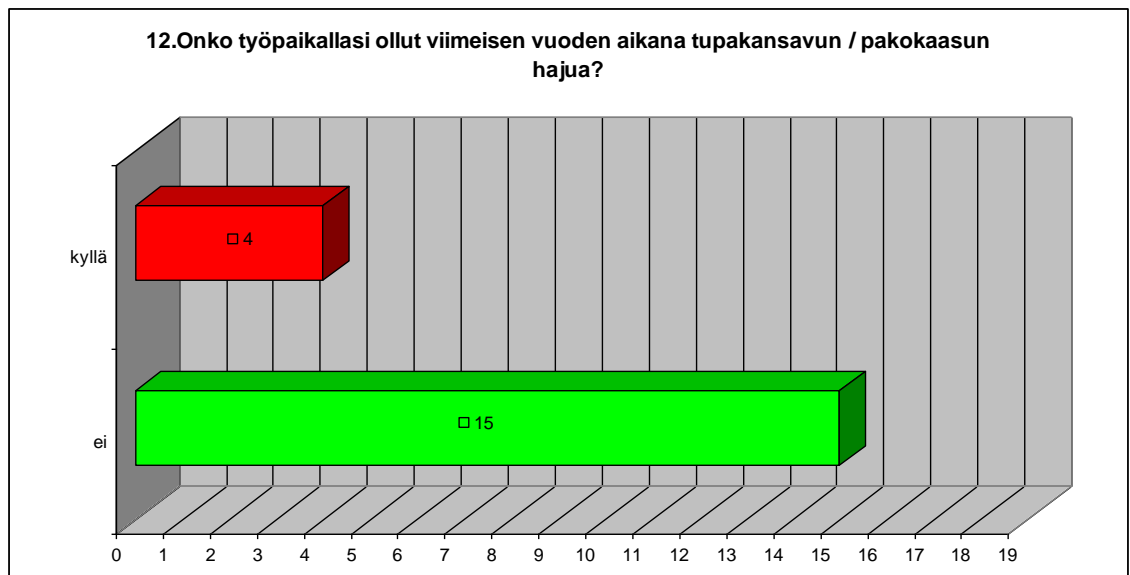
Kuva 27.



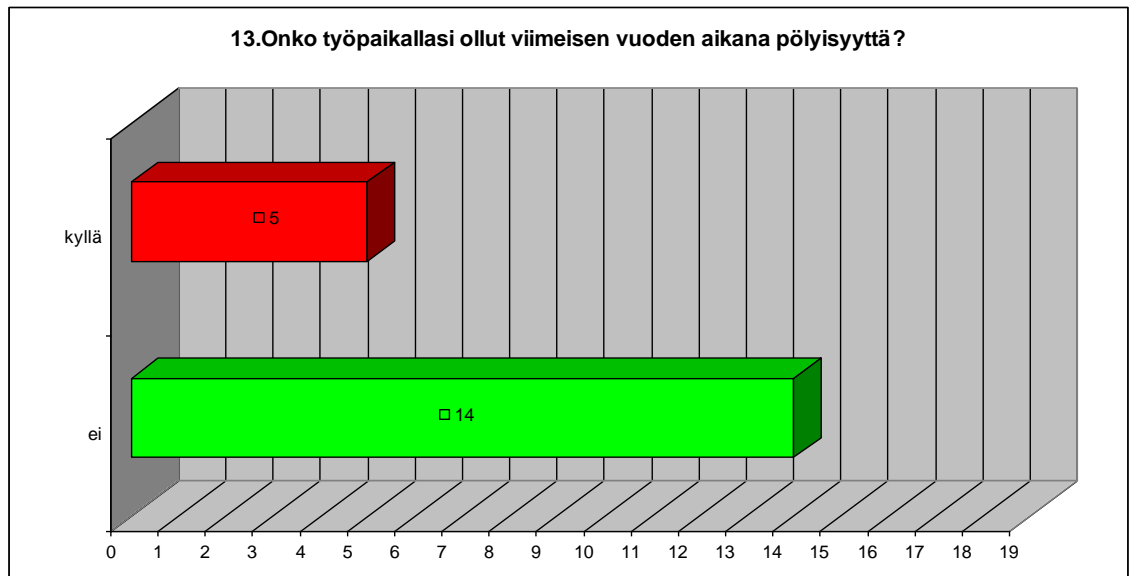
Kuva 28.



Kuva 29.



Kuva 30.



RAKENNUSTEKNINEN KOSTEUSKARTOITUS

Malminrannanpäiväkoti, Malminkatu 2 74100 Iisalmi

Tarkastuspäivä 29.7.2011

1. Lähtötiedot

Kohde:	Malminrannan päiväkoti
Tilaaaja:	Iisalmen kaupunki, Tekninen keskus
Kohteen kuvaus:	Rinnerakenteinen vuorohoitopäiväkoti
Kartoitukseen kuuluneet tilat:	Kartoitukseen kuuluivat päiväkodin ulko- ja sisätilat
Tehtävä:	Tilaaaja halusi selvittää tutkittujen tilojen mahdolliset kosteusvauriot
Kartoitus:	Kartoituksen suoritti 29.7.2011 insinööriopiskelija Heikki Korolainen. Kosteuskartoitus perustuu pintakosteusmittauksiin ja aistinvaraisiin havaintoihin rakenteiden pintoja rikkomatta.
Käytettävissä olleet asiakirjat:	Pääpiirustukset, rakennusselitys
Käytetyt apuvälineet:	Pintakosteusmittari
Läsnäolijat:	Heikki Korolainen
Tunnusluvut:	Rakennusvuosi: 1981
	Tontin pinta-ala: 5262m ²
	Kerrosala: 912 m ²
	Huoneistoala: 1223 m ²
	Bruttoala: 1390 m ²
	Tilavuus: 4858 m ³
Rajaukset:	Märkätilojen käytöstä ennen tarkastusta ei ollut tietoa Yläpohjaa ei päässyt tutkimaan tilan ahtauden vuoksi
Olosuhteet:	Säätila ulkona: + 25 °C aurinkoinen Sisälämpötila: + 21 °C yleiset tilat

2. Kohteen rakennustekniikka

RAKENNUSTAPA	Betonirunkoinen, Tiiliverhous
PERUSTAMISTAPA	Betonianturat
PERUSMUURI	Teräsbetoni
ALAPOHJA	Maanvarainen betonilaatta: Lattiapäällyste, teräshierretty teräsbetonilaatta 50, polystyreeni styrox N 70, 1m:n leveydellä ulkoseinillä 120, sorastus
ULKOSEINÄ	Sileävalettu teräsbetoni, PV-AL 100+100, keltainen lohkopintainen KHT 75 x 100 x 270
JULKISIVUPINTA	Keltainen lohkopintainen KHT 75 x 100 x 270
IKKUNAT	Puurunkoiset ikkunat
ULKO-OVET	Teräsovet
VÄLISEINÄ	Levyrakenteinen
VÄLIOVET	Kevyet väliovet
KATTOMUOTO	Aumakatto
VESIKATE	Tiili
LÄMMITYS-JÄRJESTELMÄ	Vesikiertoinen radiaattorilämmitys
ILMANVAIHTO-JÄRJESTELMÄ	Koneellinen tulo + LTO

3. YHTEENVETO KOHDEHAVAINNOISTA

Rakennustekniikaltaan Malminrannan päiväkoti on kohtalaisessa kunnossa. Rakennukseen on tehty viiden vuoden sisällä paljon sisäilmastoa parantavia remonteja / kunnostustoimenpiteitä. Remonteissa on keskitytty ilmanvaihdon parantamiseen ja pintamateriaalien uusintaan.

Aistinvaraisesti tutkittuna ei rakennuksen sisällä ollut kosteusvaurioon viittaavia haittoja. **Pintakosteusmittari osoitti, etenkin WC-tiloissa kohonneita arvoja, joten niihin on syytä tehdä jatkotutkimuksia.** Kaikkia rakenteiden sisällä mahdollisesti piileviä vaurioita ei tarkastusmenettelyllä voida pois sulkea. Tämän vuoksi on muutamain paikoin suositeltu rakenteiden kunnan selvittämiseksi rakenteiden avaamista ja näytteiden ottamista lisätutkimuksia varten.

Ulkona rakennuksen sokkelien maalipinta on huonossa kunnossa. Maalipinnan hilseily näkyy selvimmin pihanpuolella. Terrassin alapuolella betonista tulee raudoitusta näkyviin. Tiiliverhouksessa on näkyvissä paikoin halkeilua. Silmämääräisesti katsottuna tiiliverhouksen tuuletuksesta ei ole huolehdittu

Kohtaan 4 on koottu olennaisimmat lisätutkimusta, huoltoa, korjausta tai uusimista vaativat kohdat. Kohteen käytön ja kunnossapidon kannalta vähäisemmät tai epäolennaiset asiat on käsitelty havaintojen yhteydessä kohdassa 8.

4. OLENNAISIMMAT EPÄKOHDAT JA RISKIT

- 8.1 Sokkelissa raudoitukset näkyvillä
- 8.2 Rakennuksen julkisivussa halkeamia
- 8.3 Eteläpuolen ikkunat lämmittävät huoneita
- 8.5 Lasten WC:ssä korkeita pintakosteuslukemia

5. VAURIOIDEN KORJAAMINEN JA KORJAAMISEN JÄTTÄMISEN RISKIT

Rakenteet tulee tehdä ja korjata voimassa olevien määräysten, käyttötarkoituksen ja -olosuhteiden asettamien vaatimusten mukaisiksi tarkoitukseen soveltuvista materiaaleista siten, että ne eivät pääse esim. kosteudesta vaurioitumaan. Ennakoivat huolto- ja syntyneiden tai havaittujen vaurioiden korjaaminen säästävät kustannuksia ja pitävät yllä rakennuksen arvoa. Mikäli tarkastuksessa havaittuja vaurioita tai puutteita ei lähi tulevaisuudessa korjata, vaurio tai haitta yleensä pahenee ja laajenee, korjaami-

nen hankaloituu, korjauskustannukset kasvavat ja rakennus menettää arvonsa. Korjaamaton vaurio voi muodostaa ennen pitkää haitan asumiselle.

6. MIKROBIVAURIOT JA MATERIAALIEN RISKITEKIJÄT

Kosteuden ja kosteusvaurioiden mahdollistamat mikrobikasvustot rakenteissa ja rakenteiden pinnoilla voivat aiheuttaa terveyshaitan. Pintakosteusmittarilla tutkittuna kohonneita kosteuspitoisuuksia löytyi lasten WC:stä WC-istuinten viereltä sekä rakennuksen länsipäädyssä sijaitsevasta henkilökunnan taukhuoneen sisäseinästä. Rakennuksessa ei ollut kosteusvaurioon viittaavia hajuhaittoja.

Malminrannan päiväkotito on rakennettu vuonna 1981 jolloin rakennusmateriaali Asbesti oli vielä käytössä. Mikäli päiväkotiin tehdään pintaa rikkovia korjauksia, on varmistettava ettei korjaus kohdassa ole asbestia sisältävää materiaalia.

7. TARKASTUSMENETTELYSTÄ

Kuntotarkastus perustuu kohteessa tehtyihin havaintoihin, sekä tarkastuksen yhteydessä omistajalta ja kohteeseen liittyvistä asiakirjoista saatuihin tietoihin ja kohteesta otettuihin valokuviiin.

Kuntotarkastus on suoritettu pääosin aistinvaraisena ja muutamaa epäilyttävää rakenneyksikohtaa lukuun ottamatta rakennetta rikkomattomin menetelmin asuntokauppa varten tehtävän kuntoarvion suoritusohjeen mukaisesti. tarkastuksessa on kiinnitetty huomiota pintapuolisella tarkastelulla havaittaviin rakenteelliseen kestävytyteen, turvallisuuteen ja asumiskelpoisuuteen vaikuttaviin oleellisiin puutteisiin, vikoihin ja riskeihin.

Rakennetta rikkomattomalla menetelmällä ei voi havaita rakenteiden sisäisiä piileviä vaurioita, ellei niistä ole tarkastushetkellä kosteuden tunnistimella havaittavaa, muulla tavalla aistittavaa tai rakenteiden pinnalle näkyvää viitettä. Rakenteita avaamalla ei voi saada täydellistä varmuutta rakenteiden lopullisesta kunnosta tekemättä erittäin laajoja ja kattavia rakenteiden purkutöitä. Tämän takia epäilyttävissä tapauksissa tulee aina tehdä rakenteiden lopullisen kunnan selvittämiseksi tarvittavia lisäselvityksiä ja tutkimuksia.

Pintapuolisella tarkastuksella ei voida arvioida maanalaisten rakenteiden ja järjestelmien, kuten salaojien olemassaoloa, kuntoa ja toimivuutta tai sokkelin ulkopuolisen vedeneristyksen kuntoa tai korjaustarvetta.

Kuntotarkastajalla on oikeus ja velvollisuus oikaista kuntotarkastussuoritteessa mahdollisesti havaittava virhe. Kaikista suoritteeseen liittyvistä virheistä tulee reklamoida kuntotarkastajaa kohtuullisessa ajassa (kolmen kuukauden kuluessa raportin päiväyksestä). Ti-

laajan on tiedostettava, että kuntotarkastus koskee vain ja ainoastaan tilannetta tarkastusajankohtana ja tilanne kohteessa saattaa muuttua oleellisesti hyvinkin lyhyen ajan kuluessa tarkastuksesta.

8. HAVAINNOT KOHTEESTA JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

NIMIKE	HAVAINNOT
	<p>Raporttiin on kirjattu havainnot, johtopäätökset, toimenpide-ehdotukset sekä mahdolliset perusteet suositelluille toimenpiteille. Raportti on luonteeltaan toteava ja ohjaa jatkotoimenpiteitä, raportti ei ole rakennustyöseloste.</p> <p><i>Johtopäätökset, toimenpide-ehdotukset sekä mahdolliset perusteet toimenpiteille on kirjoitettu kursivoituna.</i></p>

8.1
Perustukset,
ala-pohja ja
rakennuk-
sen vierus-
ta.

- Rakennuksen sokkeli on tehty teräsbetonista. Sokkelin pinta on maalattu. Sokkelin maalipinta on karissut koko rakennuksesta matkalta pois. Maalin tai pinnoitteen irtoaminen sokkeleista johtuu pääsääntöisesti sokkelibetonin liiallisesta kosteudesta. Myös betonipinnan puhtaus, sementtiliima yms. vaikuttavat maalin pysymiseen, mutta maali irtoaa myös puhtaalta betonipinnalta, jos vesihöyryn paine on tarpeeksi suuri maalikerroksen alla. Kosteus tulee sokkeliin yleensä maaperästä. Maalipinnan huonon kunnon takia kosteus pääsee vaikuttamaan betoniin, jolloin perustuksien ja alapohjarakenteiden kosteusrasitus nousee.
- Halinallejen puoleisessa päädyssä (länsipääty) terassin palkin rauditus on osittain pinnassa, joka ajan kuluessa johtaa laajempaan terästen korroosioon.



Kuva 31. Rakennuksen sokkelista karissut maali.



Kuva 32. Palkista esiin tulevat raudoitukset.

<p>8.2 Ulkoseinät ja julkisivut.</p>	<ul style="list-style-type: none">- Rakennuksen etelä- ja pohjoispuolella kulkee länteen päin kohoava halkeama. Rakennuksen läntinen pääty on painunut ja aiheuttanut lievän halkeaman koko talon mitalta. Tiiliverhous on altis halkeamille, koska se ei juurikaan jousta mikäli rakennuksessa tapahtuu roudan aikaansaamaa liikettä, vaan tällöin siihen syntyy halkeamia. Halkeamat ovat sekä ikävän näköisiä, että niistä voi aiheutua myös veden pääsyä rakenteisiin ja sitä kautta voi syntyä kosteusvaurioita. Rakennuksen läntinen päätyosa salaojitettiin vuonna 2009. Kuivuessaan rakennus on maaperän tilavuuden alenemisen myötä painunut alaspäin ja aiheuttanut halkeaman. Myös johtajan huoneen seinä ja parven seinässä on elämistä.- Kun maanvarainen alapohja valetaan betonista, se kutistuu kovettumisen jälkeen n. 1 % jolloin esimerkiksi betoni tai tiiliseinän "tiukaksi" tarkoitettuun liittymään tulee betonin kutistumisen johdosta ilmavuoto, jossa alapohjasta pääsee helposti asunnon sisäilmaan mikrobi-itiöitä.- Rakennekuvista ja silmämääräisesti tehdyssä tarkastellussa selvisi, että ulkoseinissä on puutteellinen tiiliverhouksen taustan tuuletus. Yhtenäisellä tuuletusraolla varustettu ulkoseinärakenne kuivuu ympäri vuoden eikä siihen yleensä tiivisty merkittäviä määriä kosteutta. Rakenteen ulkokuori kuivuu sekä sisä- että ulkopintansa kautta, jolloin kuivuminen on nopeampaa ja tasaisempaa kuin rakenteella, joka kuivuu vain ulospäin.- Ulkoseinien liitoskohdissa oleva saumaus on irronnut seinistä. Voimakkaalla viistosateella vesi pääsee tunkeutumaan eristetilaan ja eristeisiin vuotavien saumojen ja huonosti toimivien liittyvien rakenteiden kautta.
--	---

8.2
Ulkoseinät
ja julkisi-
vut.



Kuva 33. Julkisivussa oleva halkeama.



Kuva 34. Tiiliverhouksesta puuttuva tuuletus.



Kuva 35. Ulkoseinien liitoskohdan saumaus on hajonnut.

8.3
Ikkunat ja
ovet.

- Etenkin eteläpuolen (joen puoli) huoneet ovat koko päivän alttiina auringon paisteelle. Liian lämpimät huoneet heikentävät työtehoa ja viihtyvyyttä.



Kuva 36. Rakennuksen eteläpuolen ikkunat, joissa auringon paisteen kuluttama lakkaus.

8.4
Yläpohja ja
vesikatto

- Yläpohjan tarkastusluukun reunapellin reuna on noussut ylöspäin ja nostanut kattotiilen kallistumaan harjaa kohden. Kattotiilessä on myös halkeama jota pitkin vesi pääsee rakennuksen yläpohjaan.



Kuva 37. Yläpohjan tarkastusluukku katolta. Tarkastusluukun reuna on noussut ja murtanut kattotiilen.

8.5
Märkä- tai
kosteat tilat

- Pesuhuone:

Laatat ovat irronneet seinästä alakerran pesuhuoneessa. Laatat ovat todennäköisesti irronneet rakenteen painuessa alaspäin. Laattojen taakse pääsee kosteutta sen ollessa irti seinästä ja se voi ajan myötä aiheuttaa kosteusongelman.



Kuva 38. Alakerrassa laatat irronneet seinästä.

- Keittiö:

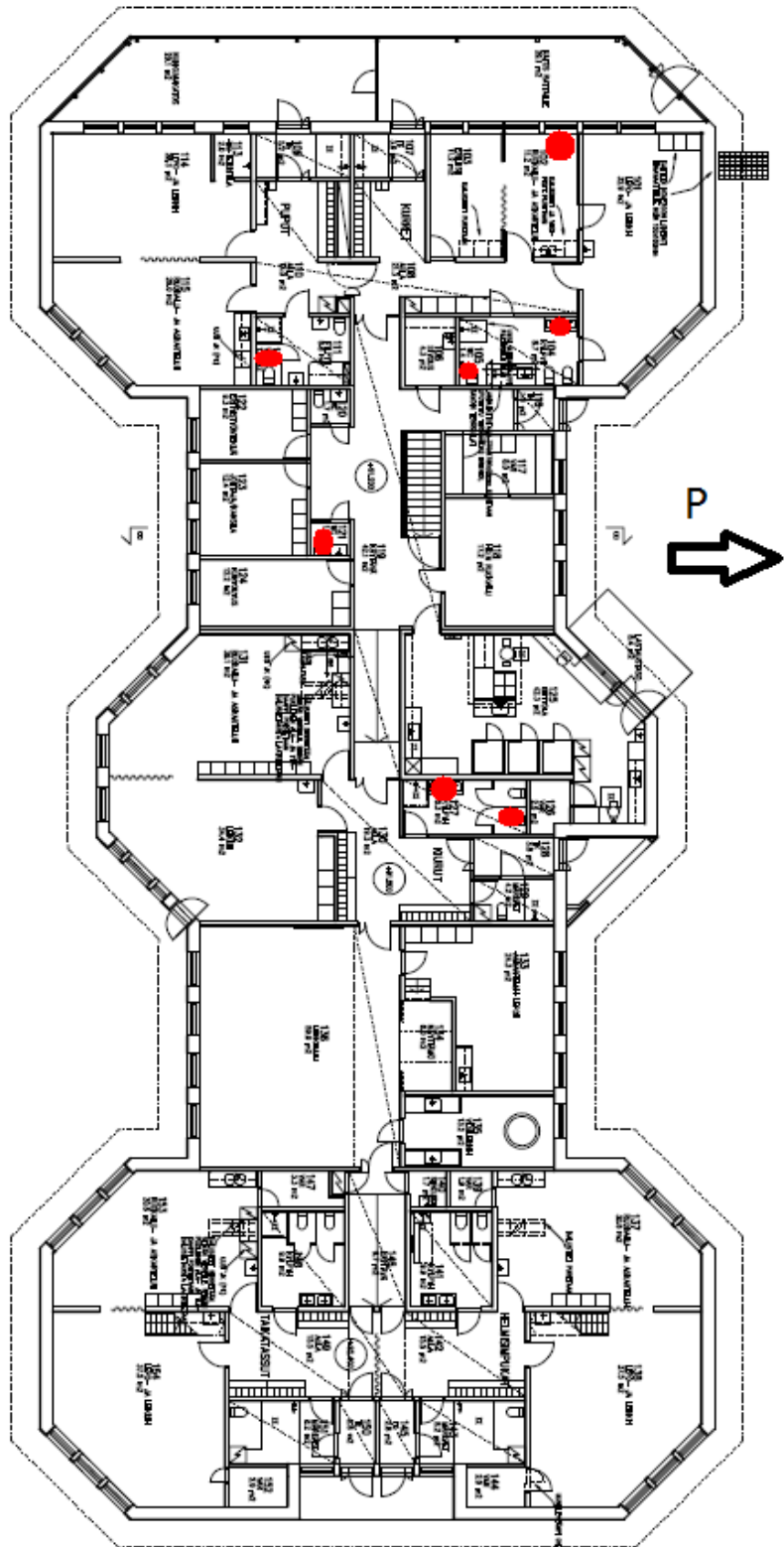
Henkilökunnan taukokuoneessa putken ja lattiamaton tiivistäminen jotta lattiarakenne ei pääse kastumaan. Kastuessaan lattiamatto voi aiheuttaa muun muassa VOC – ja ammoniakki päästöjä.



Kuva 39. Henkilökunnan taukokuoneessa puutteellinen putken ja lattian tiivistys.

8.5
Märkä- tai
kosteat tilat

WC: Pintakosteusmittarilla saadut suuret kosteuserot merkattu punaisella värillä



Kuva 40. Rakennuksen pohjapiirustus

lisalmessa, Heinäkuun 29.päivänä

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'H' followed by a horizontal line and a slanted stroke.

.....
Heikki Korolainen