



UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



JOKINIEMEN KOULU

Valkoisenlähteentie 51
01370 Vantaa

Vantaan Tilakeskus

PROJEKTI: 305477

3.3.2014

SISÄILMATUTKIMUKSET

SISÄLLYSLUETTELO

1	TUTKIMUSKOHDE JA LÄHTÖTIEDOT	3
1.1	Yleistiedot.....	3
1.2	Tutkimuksen tehtävä.....	3
1.3	Tutkimuksen sisältö, rajaus ja luotettavuus	4
1.4	Tutkimuksissa käytetyt mittalaitteet	5
1.5	Lähtötiedot.....	5
2	TUTKIMUSTULOKSET ALA-ASTERAKENNUKSESTA	7
2.1	Aistinvaraiset havainnot tiloista	7
2.2	Tutkittavien tilojen ulkoseinärakenteet.....	9
2.3	Yläpohja- ja vesikattorakenteet	11
2.4	Väliseinä- ja alakattorakenteet	18
2.5	Sisäilma.....	23
3	TUTKIMUSTULOKSET PAVILJONKIRAKENNUKSESTA.....	32
3.1	Rakenteet suunnitelmien perusteella.....	32
3.2	Aistinvaraiset havainnot	33
3.3	Sisäilma.....	35
4	JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	45
4.1	Ala-asterakennus.....	45
4.2	Paviljonkirakennus.....	47
4.3	Korjauskustannukset	49

LIITTEET

- Liite 1 Tutkimuskartta, ala-asterakennus
- Liite 2 Rakennusmateriaalinäytteiden mikrobianalyysi, ala-asterakennus
- Liite 3 Mineraalivillakuitulaskenta, ala-asterakennus

- Liite 4 Tutkimuskartta, paviljonkirakennus
- Liite 5 Ilmanäytteiden mikrobianalyysi, paviljonkirakennus
- Liite 6 VOC-analyysi, paviljonkirakennus
- Liite 7 Mineraalivillakuitulaskenta, paviljonkirakennus

1 TUTKIMUSKOHDE JA LÄHTÖTIEDOT

1.1 Yleistiedot

Tilaaaja: Vantaan kaupunki
Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala
Tilakeskus, Hankevalmistelu
Ulla Lignell
Sisäympäristöasiantuntija
Kielotie 13, 01300 VANTAA
Puh. 09 839 23486, 050 304 1141
ulla.lignell@vantaa.fi

Tutkimuksen tekijä: WSP Finland Oy
Heikkiläntie 7
00210 Helsinki
Työn vastuuhenkilö Kai Nordberg
0207 864 865
kai.nordberg@wspgroup.fi

Kohde: Jokiniemen koulu
Valkoisenlähteentie 51
01370 Vantaa

Tutkimuksen kohteena on Jokiniemen koulun ala-asterakennus, joka on rakennettu vuonna 1996 sekä koulun paviljonkirakennus, joka on rakennettu vuonna 2001.

Ala-asterakennus on kaksikerroksinen ja betonirunkoinen. Sen julkisivut ovat tiili-kuorimuurattuja ja rapattuja ja vesikatteenä on bitumikermieristetty loiva katto.

Paviljonkirakennus on yksikerroksinen, puurunkoinen ja puuverhoiltu. Sen vesikatteenä on saumattu rivipeltikate.

Rakennukset ovat koulu- ja päiväkotikäytössä. Niiden ilmanvaihto on molemmissa rakennuksissa koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

Tutkimuksissa oli käytössä kohteiden pääpiirustuksia, rakennepiirustuksia sekä LVI-piirustuksia. Lisäksi käytössä oli paviljonkirakennuksesta vuonna 2010 tehdyn sisäilmatutkimuksen tutkimusraportti.

1.2 Tutkimuksen tehtävä

Ala-asterakennuksen merkittävänä ongelmana ovat olleet vesikaton lukuisat vesivuodot ja vauriot sisätiloissa. Vaurioita ja vuotokohtia on korjattu ja paikattu, mutta myös korjausten jälkeen on ollut havaintoja vuodoista. Ala-asterakennuksessa tutkimukset keskitetään tiloihin, joissa on koettu eniten oireilua (luokat 2.13, 2.29 ja 2.32) ja kyseisten tilojen liittyville alueilla sekä toisaalta niille alueille, joissa on ollut vesivuotoja aiemmin ja korjausten jälkeen.

Paviljonkirakennuksessa on vuosina 2010 - 2011 tehty sisäilmatutkimus, jonka tulosten seurauksena kaikkien tilojen lattiamatot on uusittu. Rakennuksessa on edelleen sisäilmaoireilevia ihmisiä. Selviä vaurioituneita rakenteita tai vuotoja ei saatujen tietojen mukaan ole tässä rakennuksessa havaittu. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää sisäilman laatua mittauksin, joita voidaan osaltaan käyttää myös tehtyjen lattioiden/lattiamattojen uusimistyön laadunvarmistuksena.

Tulosten perusteella pyritään selvittämään sisäilmaongelmien laajuutta ja syitä sekä antamaan alustavat toimenpidesuositukset mahdollisten terveystarkkailujen poistamiseksi. Korjaukset tulee toteuttaa suunnitelmallisesti, ja tässä raportissa esitetyt toimenpidesuositukset on tarkoitettu lähtötiedoiksi korjaussuunnittelijalle.

Kenttätutkimukset ala-asterakennuksessa suoritettiin marras-joulukuussa 2013 ja paviljonkirakennuksessa tammi-helmikuussa 2014. Tutkimukset teki DI Kai Nordberg WSP Finland Oy:stä.

1.3 Tutkimuksen sisältö, rajaus ja luotettavuus

Kohteen olemassa olevaan lähtötietoaineistoon perehdyttiin ennen varsinaista tutkimusta. Alkuperäisiä suunnitteluasiakirjoja tarkastelemalla selvitettiin mm. tutkittavien rakenteiden rakennetyypit ja arvioitiin niiden sekä rakenteellisten yksityiskohtien vaurioalttiutta. Lisäksi tutustuttiin korjaushistoriaan sekä aiempiin tehtyihin tutkimuksiin.

Rakenteet tarkastettiin molemmissa rakennuksissa kauttaaltaan silmämääräisesti. Merkittävimmistä havainnoista otettiin valokuvat. Tutkimuksia, näytteenottoaikoja ja rakenneavauskohtia kohdistettiin alustavien tutkimusten perusteella. Rakenteille tehtiin silmämääräisen tarkastuksen lisäksi seuraavat tutkimukset:

Ala-asterakennus:

- Pintakosteusmittauksia tutkittavien tilojen katto-/yläpohjarakenteiden pinnoille kauttaaltaan
- Muualla toisen kerroksen kattopintojen pintakosteusmittaukset niillä alueilla, joilla saatujen tietojen mukaan on ollut vesivuotoja
- Lyhytaikaisia suhteellisen kosteuden mittauksia vesivuotoalueiden väliseinä-rakenteisiin
- Rakenneavauksia 4 kpl vesikattorakenteeseen, 2 kpl vuotoalueiden väliseinä-rakenteisiin, 3 kpl alakattorakenteisiin
- Rakennusmateriaalinäytteitä avauskodista mikrobianalyysia varten 7 kpl
- Mineraalivillakuitujen laskeumanäytteitä yhteensä 3 kpl ongelmataloista
- Jatkuvatomiset paine-eromittaukset ongelmataloista sekä vertailutilasta, yhteensä 4 kpl x 7 vrk
- Jatkuvatomiset sisäilman seurantamittaukset (RH % + °C + CO₂) ongelmataloista sekä vertailutilasta, yhteensä 4 kpl x 7 vrk

Paviljonkirakennus:

- Mineraalivillakuitujen laskeumanäytteitä yhteensä 3 kpl ongelmataloista
- Jatkuvatomiset paine-eromittaukset ongelmataloista, yhteensä 4 kpl x 7 vrk
- Jatkuvatomiset sisäilman seurantamittaukset (RH % + °C + CO₂) ongelmataloista, yhteensä 4 kpl x 7 vrk
- Sisäilman VOC-mittaukset ongelmataloista yhteensä 4 kpl
- Sisäilman mikrobinäytteitä ongelmataloista yhteensä 4 kpl

Mikrobinäytteiden tulosten tulkinnessa ja terveyshaitan arvioimisessa on käytetty Asumisterveysohje 2003:ssa annettuja viitearvoja. Mikrobeille altistuminen ja oireilu ovat kuitenkin hyvin yksilöllisiä. Jotkut ihmiset voivat oireilla jo tavanomaisista mikrobipitoisuuksista erityisesti, jos he ovat altistuneet ko. mikrobeille aiemmin.

Suhteellisen kosteuden mittauksissa kosteusmittauslaitteiden mittaepätarkkuus on noin +1,5... 2 % (RH). Mittausmenetelmät voivat aiheuttaa noin +-1...3 % (RH) epätarkkuuden tuloksiin. Kosteusmittauksen kokonaismittausepätarkkuus on noin +-5 % (RH). Kriittisenä kosteuspitoisuutena lattiamaton alla pidetään yleisesti RH 85 % ja puurakenteiden yhteydessä RH 75 %.

Mineraalivillalaskemien analyysit tulkitaan Työterveyslaitoksen antamien raja-arvojen mukaan (Työterveyslaitos 2009).

Tutkimusmenetelmät on suunniteltu siten, että useammalla käytössä olevalla menetelmällä voidaan varmistaa tulosten perusteella syntyneet johtopäätökset. Rakenteiden toimintaa sekä siinä esiintyviä puutteita on tarkasteltu kenttätutkimusten yhteydessä sekä saatavilla olevien lähtötietojen perusteella. Tutkimukset ja menetelmät on kohdennettu siten, että tutkittavasta rakenteesta saadaan riittävän tarkka käsitys johtopäätösten taustaksi.

Tutkittavien rakenteiden kunnosta saatiin tutkimuksilla varsin hyvä käsitys. Tutkimuksen luotettavuuden kannalta puutteina voidaan mainita seuraavat asiat:

- Rakenneavaukset, näytteenotto ja kosteusmittaukset rakenteista tehtiin pistemäisenä otantana, joka voi aiheuttaa jonkinlaista epätarkkuutta tuloksiin.
- Rakenteiden kosteusmittausten virhemarginaali aiheuttaa jonkinlaista epätarkkuutta tuloksiin. Lisäksi kosteusmittaukset ovat hetkellisiä ja edustavat kosteuspitoisuutta tutkimushetkellä ja kosteus vaihtelee ajallisesti ulkoisen rasituksen mukaan.
- Mikrobivauriot voivat olla rakenteissa vanhoja ja mikrobit lisääntymiskyvyttömiä, joita ei tunnisteta kasvatusalustoilla. Lisääntymiskyvyttömät mikrobit voivat aiheuttaa kuitenkin terveyshaittoja.
- Sisäilmanäytteet tehtiin hetkellisesti ja ne kuvaavat sisäilman laatua tutkimushetkellä
- Käyttäjiä ohjeistettiin tilojen poikkeavasta käytöstä ja kiellettiin tutkimustuloksia vaarantavat toimenpiteet tiloissa tutkimushetkellä. Varmuutta käyttäjien mahdollisesti tekemästä ilkivallasta tai häiriöstä mittalaitteille ei kuitenkaan ole.

Tutkimus sisältää ehdotuksen korjaustoimenpiteistä, mutta ennen korjaustöitä on tehtävä korjaussuunnittelu, jossa määritetään tarkemmin tehtävät korjaukset, käytettävät materiaalit, laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimenpiteet.

1.4 Tutkimuksissa käytetyt mittalaitteet

Kosteusmittauksissa käytettiin pintakosteusmittauksissa laitetta Gann Hydrotest LG1, joka on kalibroitu 07/2013.

Suhteellisen kosteuden mittaukset suoritettiin Rotronic Hygropalm-mittalaitteella. Mittalaite ja mittalaitteen Rotronic Hygroclip SC05 -anturit on kalibroitu 1/2013 tarkastusvälin ollessa yksi vuosi.

Ilmanäytteiden ottoon käytettiin 6-vaiheimpaktoria eli Andersen-keräintä. Keräimen pumppu on kalibroitu 31.8.2012 tarkastusvälin ollessa kaksi vuotta. Näytteenotossa noudatettiin Työterveyslaitoksen ohjeita.

VOC-ilmanäytteiden ottoon käytettiin Gilian-pumppua, jolla ilma imettiin ATD-keräimiin. Näytteenotossa noudatettiin Työterveyslaitoksen ohjeita.

Paine-eromittauksiin käytettiin Dwyer Magnesense® dZifferential Pressure Transmitter -laitteita.

Hiilidioksidimittauksiin käytettiin Tinytag TGE-0010 CO₂ -mittalaitteita.

Lämpötilan ja kosteuden seurantamittauksiin käytettiin Tinytag Ultra 2 -mittalaitteita.

1.5 Lähtötiedot

Rakennusten piirustuksia katselmoitiin Vantaan kaupungin arkistossa. Tutkimusten kannalta oleelliset piirustukset toimitettiin konsultille.

Aikaisemmista korjauksista saatiin tietoa tilaajalta sekä koulun huoltohenkilökunnalta. Saatuja lähtötietoja olivat:

Ala-asterakennus:

- Pääpiirustukset, yleisleikkaukset, rakennetyypit, yläpohjan rakennedetaljeja, hajanaisesti LVI-piirustuksia
- Käyttäjiltä ja kouluisännältä saadut tiedot rakennuksen ongelmista ja oireilusta
- Rakennuksen vesikattoa on yritetty korjata paikallisesti useampaan kertaan
- Vesikattovuotojen seurauksia on saatujen tietojen mukaan korjattu tilojen 2.29 ja 2.32 edustalla aulatilassa 2.31

Paviljonkirakennus

- Pääpiirustukset, rakennedetaljeja, rakennelaskelmat
- Sisäilmatutkimus, Ositum Oy, 22.12.2010, päivitetty 28.2.2011
- Käyttäjiltä ja kouluisännältä saadut tiedot rakennuksen ongelmista ja oireilusta
- Tilojen lattiamatot on vaihdettu vuonna 2012

2 TUTKIMUSTULOKSET ALA- ASTERAKENNUKSESTA

Raportissa käsitellään tutkimustulokset rakennuksittain. Kumpikin rakennus käsitellään puolestaan rakennusosittain niiltä osin kuin tutkimuksia tutkimussuunnitelman mukaan tehtiin tai tarvittaessa tiloittain. Lisäksi sisäilmasta tehdyt eri tutkimukset käsitellään omana kokonaisuutena. Raportissa on esitetty valokuvat merkittävimmistä havainnoista. Näytteiden, kosteusmittausten ja muiden tarkempien tutkimusten tulokset on esitetty kunkin kappaleen yhteydessä. Näytteenottokohtat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1) ja laboratorioanalyytit kokonaisuudessaan ovat liitteinä.

2.1 Aistinvaraiset havainnot tiloista

Tähän kappaleeseen on koottu merkittävimmät aistinvaraiset havainnot tutkimuksen kohteena olevista tiloista sekä muilta alueilta, joissa ongelmia, vaurioita tai esimerkiksi vesivuotoja havaittiin. Aistinvaraisessa tarkastelussa tarkasteltiin muun muassa rakenteiden kosteusvaurioita, irronneet pintamateriaalit, ilmavuotokohtat ym. sisäilmaan ja rakenteiden kosteustekniseen toimintaan vaikuttavia tekijöitä.

Aistinvaraisten havaintojen perusteella valittiin puolestaan rakenneavaus- sekä näytteenottoaikat tarkemmille tutkimuksille.

2.1.1 Tila 2.13

Merkittävimmät havainnot tilasta 2.13 on esitetty kuvissa 1 – 4.



Kuva 1. Sekä tulo- että poistoilmalaitteet sijaitsevat alakäytävällä kotelossa.



Kuva 2. Katossa on ollut vesivuotoja. Vuotojäljet on paikattu. Saatujen tietojen mukaan vuotoja on ollut useasti.



Kuva 3. Katossa pieniä tasoitevaurioita. liittymissä on halkeilua.



Kuva 4. Katon rajassa halkeilua/ epätiiviyyskohtia.

2.1.2 Tila 2.29

Merkittävimmät havainnot tilasta 2.29 on esitetty kuvissa 5 – 8.
Katto- tai seinäpinoilla ei havaittu vesivuotojälkiä



Kuva 5. Tila 2.29 on jaettu sermeillä/hyllyillä kahteen osaan. Tuloilmaeläimet sijaitsevat alasasketun katon otsapinnassa.



Kuva 6. Poistoilmaventtiilit sijaitsevat sisäänkäynnin vieressä alakatossa.



Kuva 7. Ulkoseinän ja yläpohjan liittymissä on halkeilua.



Kuva 8. Myös ikkunaliittymissä on epätiiviyyskohtia.

2.1.3 Tila 2.32

Merkittävimmät havainnot tilasta 2.32 on esitetty kuvissa 9 – 11.



Kuva 9. Sekä tulo- että poistoilmaläimien sijaitsevat alasasketussa kotelossa.



Kuva 10. Ikkunarakenteista on ollut vesivuotoja.



Kuva 11. Ulkoseinässä on halkeama-
vaurioita

2.1.4 Liittyvät alueet

Aulatilasta 2.31



Kuva 12. Aulatilasta 2.31 alakatossa
vesivuotojälkiä.



Kuva 13. Aulatilasta 2.31 alakatossa
vesivuotojälkiä.

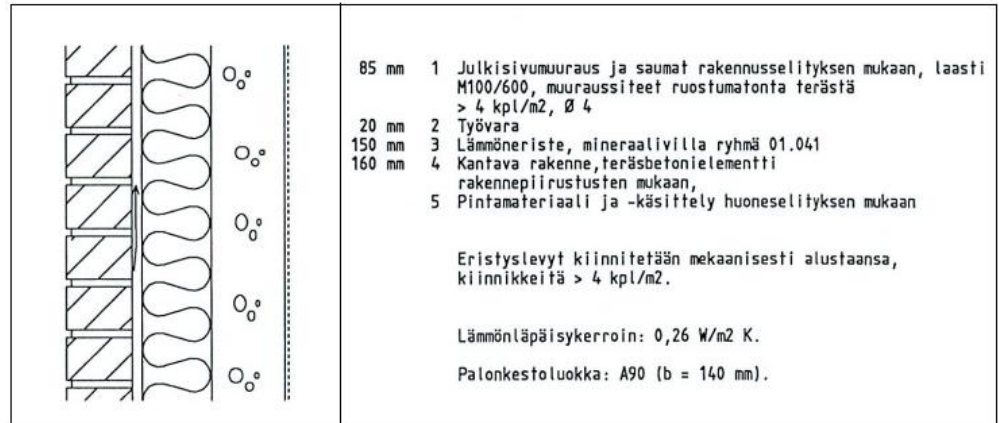


Kuva 14. Alakatossa näkyy maalausra-
joja. Osa alakatosta on ilmeisesti
korjattu/uusittu.

2.2 Tutkittavien tilojen ulkoseinärakenteet

2.2.1 Rakenne suunnitelmien perusteella

Ulkoseinärakenteet vaihtelevat hieman tiloittain. Pääasiallinen ulkoseinärakenne on kuitenkin kuvan 1 mukainen ja se pätee tutkittavien tilojen kohdilla.



Kuva 15. Pääasiallinen ulkoseinärakenne ala-asterakennuksessa.

Ulkoseinärakenteita ei tutkittu laaja-alaisesti rakenneavauksin tai mikrobinäyttein. Aistinvaraisesti tarkasteltiin tutkittavien tilojen seinäpinnat ja niiden mahdolliset kosteusvauriot ja muut puutteet.

2.2.2 Ulkoseinien mikrobinäyte

Aistinvaraisten havaintojen perusteella tilan 2.13 ulkoseinästä otettiin yksi rakennusmateriaalinäyte WJO M3 mikrobianalyyysiin. Kyseisessä kohdassa on ollut katon vesivuotoja ja näytteenotolla tutkittiin, onko vettä mahdollisesti kulkeutunut ulkoseinärakenteen eristyskerrokseen ja onko eristeessä mahdollisia mikrobivaurioita. Mikrobinäytteen sijainti on merkitty liitteen 1 tutkimuskarttaan.



Kuva 16. Tilan 2.13 vesivuotokohdan (punainen raja) alapuolelta ulkoseinän eristevillasta otettiin yksi mikrobinäyte WJO M3.

Näytteenottokohdasta tehtyjen havaintojen mukaan näytteriästä käy voimakas ilmavirtaus sisätilaan päin, mikä kertoo sisäilman selvästä alipaineisuudesta ulkoilmaan nähden.

Mikrobinäytteidenotto ja analysointi on tehty Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen 2003:1 ja asumisterveysoppaan ohjeiden mukaan. Näytteiden analysointi on tehty Työterveyslaitoksen laboratoriossa.

Tulosten tulkinnessa ja terveyshaitan arvioimisessa on käytetty Asumisterveysohje 2003:ssa annettuja viitearvoja. Materiaalin vaurioitumiseen tai kostumiseen viittavana raja-arvona pidetään elinkykyisille sieni-itiöille 10 000 cfu/g, aktinobakteereille 500 cfu/g ja bakteereille 100 000 cfu/g.

Materiaalinäytteen tulkinta:

MATERIAALINÄYTTEET							
	SIENET	BAKT.	SÄDE- SIE- NET	KOSTEUS- VAURIOLA- JIT	TULOSTEN TULKINTA		
RAJA- AR- VOT	10 000	100 000	500		Vahva viite = 3 Viite vaurioon = 2 Heikko viite = 1 Ei viitettä = 0		
NÄY- TE	PITOISUUS						
WJO M3	-	-	-				0

Kursivoidut ja alleviivatut arvot ylittävät Asumisterveysohjeen raja-arvon.

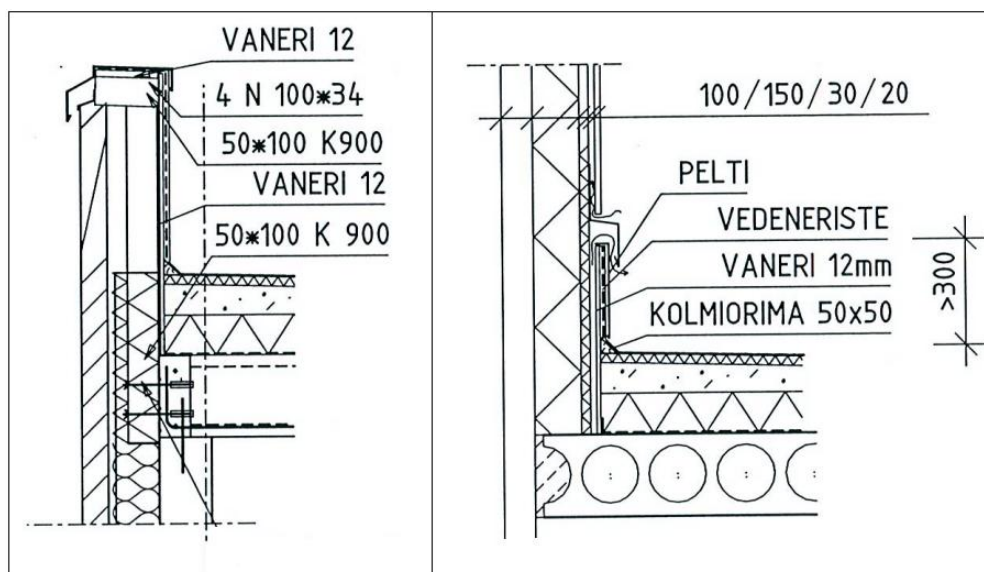
- Tilan 2.13 ulkoseinästä otetussa näytteessä (WJO M3 ulkoseinän mineraalivilla) ei havaittu viitteitä mikrobivaurioihin.

Mikrobianalyysit ovat kokonaisuudessaan liitteenä 4.

2.3 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Yläpohja- ja vesikattorakenteet ovat kantavilta rakenteiltaan ontelolaattoja. Rakenneausten perusteella (4 kpl rakenneavauksia RAK1, RAK2, RAK4 ja RAK7) rakennekerrokset ulkoa sisälle päin lukien ovat:

- bitumikermi
- 30 mm kova uritettu mineraalivilla
- kevytsora noin 140 mm (paksuus vaihtelee avauksissa 50 mm... 140 mm välillä)
- kova mineraalivilla 130 mm
- höyrynsulkumuovi
- ontelolaatta 265 mm



Kuva 17. Yläpohjan räystääsluonnoksen pääperiaate (vas.) sekä rintataitteen pääperiaate (oik.). Rakenneausten perusteella tehdyt havainnot yläpohjan rakennekerroksista ovat alkuperäisten suunnitelmien mukaisia.

2.3.1 Aistinvaraiset havainnot

Vesikatto tarkastettiin silmämääräisesti yläpuolelta. Alapuolelta kattorakenteita tarkasteltiin tutkittavien tilojen ja liittyvien alueiden osalta sekä kohdissa, joissa saatujen tietojen mukaan on ollut vesivuotoja.

Riskirakenteet ja katon mahdolliset ongelmakohdat arvioitiin kohteella tehtyjen havaintojen ja rakennepiirustusten perusteella. Vesikatteiden vedeneristysten ja kattorakenteen kunto tarkastettiin aistinvaraisesti ja erityistä huomiota kiinnitettiin arvioituihin ongelma-kohtiin sekä havaittuihin vesivuoto- ja riskikohtiin. Tutkimuksessa huomiota kiinnitettiin katon tuuletuksen toimivuuteen, kallistuksiin, räystäsrakenteisiin, katteen pinnan kuntoon ja saumoihin, vedenpoiston toimivuuteen, kattokaivoihin sekä läpivienteihin ja suojaellityksiin.



Kuva 18. Vesikaton bitumikermissä on paljon poimuuntumista. Poimuuntuminen johtuu paikoin mahdollisesti siitä, että kosteutta on päässyt kermin alle.

Rakenne on tuuletettu alipainetuulettimin, mutta niiden määrä on vähäinen ja tuuletus siten todennäköisesti puutteellinen.



Kuva 19. Vesikatetta on jouduttu paikkaamaan monin paikoin ilkeivallan aiheuttamien vuotojen vuoksi.



Kuva 20. Vesikaton bitumikermissä on paljon poimuuntumista. Kermi on valunut ylösnoston kohdalla eli kermin kiinnitys on todennäköisesti puutteellinen.



Kuva 21. Vesikatetta on jouduttu paikkaamaan myös mm. läpivientien kohdilta.



Kuva 22. Yksi vesikaton lukuisista paikatuista kohdista.



Kuva 23. Bitumikermissä on saumojen halkeilua/avautumista.



Kuva 24. Kattokaivojen tukkeutumisen aiheuttamaa veden patoutumista.



Kuva 25. Vesi lammikoituu katolle, joten kallistukset ja vedenpoisto katolta on puutteellinen.



Kuva 26. Kattokaivojen siivilät ovat vain yksinkertaisia, mikä aiheuttaa helposti kaivojen tukkeutumista.



Kuva 27. Läpivienneissä on epätiiviyyskohtia.

2.3.2 Pintakosteusmittaukset

Tutkittavien tilojen 2.13, 2.29 ja 2.32 kattopinnat mitattiin kauttaaltaan pintakosteusmittarilla. Akustointilevyjen ja alakattojen kohdilta mittauksia ei tehty. Lisäksi pintakosteusmittauksia tehtiin alakattoavausten yhteydessä kantavan yläpohjarakenteen alapinnasta. Pintakosteusmittaukset tehtiin GANN Hydrotest LG 1 -mittalaitteella.

Pintakosteusosoittimet perustuvat mitattavan materiaalin sähkönjohtavuuteen, joka kasvaa materiaalin kosteuspitoisuuden lisääntyessä. Materiaalin tiheys vaikuttaa mittaustuloksiin, mikä huomioidaan tulosten tulkinnassa. Mittaustuloksia voidaan käyttää suuntaa-antavina ja eri mittauskohtien keskinäisessä vertailussa. Pintakos-

teusmittausten tuloksia verrataan ns. referenssiarvoon, joka on vastaavan rakenteen kuivasta kohdasta mitattu arvo. Kosteus voidaan luokitella ns. normaaliksi, hieman poikkeavaksi tai huomattavasti poikkeavaksi. Tässä tapauksessa tutkittavien rakenteiden materiaalina on betoni, joten ns. kuiva arvo eli referenssikosteus on noin 50 – 70. Välillä 70 – 90 olevat arvot viittaavat vielä puolikuivaan rakenteeseen. Yleensä arvot väliltä noin 90 – 120 tai enemmän viittaavat kuitenkin kosteaan rakenteeseen.

Tutkimuskarttaan (liite 1) on merkitty sinisellä värillä muita alueita kosteammat kohdat kattorakenteissa.

Tutkittavissa luokkatiloissa kattopinnoilla ei havaittu pintakosteusmittauksissa poikkeavia lukemia. Kaikkien luokkatilojen kattopintojen pintakosteuslukemat olivat välillä 50 – 70, jotka ovat normaaleja. Myös luokkatilassa 2.13 havaitussa katon vauriokohdassa pintakosteuslukemat olivat normaalilla tasolla.

Alakattojen rakenneavauskohdista tehtyjen ontelolaattojen alapintojen pintakosteusmittausten perusteella kattorakenteessa on kuitenkin selviä vesivuotokohtia, jotka ilmenevät ontelolaattojen saumoissa. Vesivuotoja on ollut lähiaikoina koska rakenne on edelleen kostea.

Aulan 2.31 alueelle tehdystä alakattoavauksesta RAK8 havaittiin ontelolaattojen alapinnoilla kohonneita pintakosteuslukemia noin 80 – 120, jotka viittaavat kosteaan rakenteeseen.

Toisen kerroksen WC-tilan alakattoavauksesta RAK9 mitattiin ontelolaatan alapinnalta kattokaivon ympärillä pintakosteuslukemia 80 – 90, jotka viittaavat puolikuivaan rakenteeseen, mutta poikkeavat kuitenkin ns. normaalilukemista. Kohdassa on havaittavissa vesivuotojälkiä.

Luokan 2.13 edestä alakattoavauksesta RAK10 tehtyjen ontelolaatan alapintojen pintakosteusmittausten perusteella tässä kohdin ei havaittu kohonneita lukemia. Saatujen tietojen mukaan kohdassa on kuitenkin säännöllisesti vesivuotoja katosta.

2.3.3 Rakenneavaukset

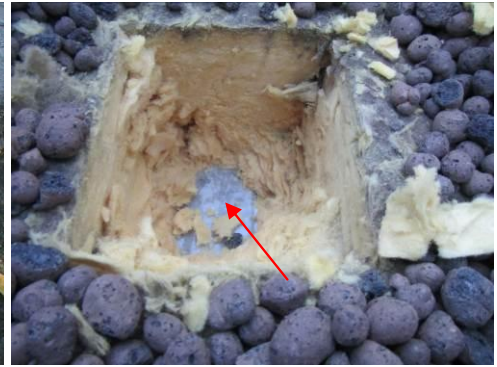
Kattorakenteeseen tehtiin neljä rakenneavausta yläpohjarakenteen kunnon selvittämiseksi ja mikrobinäytteenottoa varten. Rakenneavauskohdat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1) tunnuksilla RAK X. Avaukset kohdistettiin alueille, joissa saatujen tietojen perusteella sekä silmämääräisten havaintojen ja pintakosteusmittausten perusteella on ollut vesikattovuotoja.

Rakenneavauksesta RAK1 havaittiin seuraavaa:

- Avaus tehtiin luokkatilan 2.13 päälle kohtaan jossa on ollut vesikattovuotoja ja jossa katemateriaalissa on todennäköisiä epätiiviyyskohtia
- Kevytsorakerroksen paksuus avauskohdassa RAK1 on noin 140 mm (katon korkea kohta)
- Ylempi mineraalivilla on uritettu, minkä avulla kattorakenteen tuuletus on toteutettu
- Mineraalivilla on aistinvaraisesti tarkasteltuna kosteahkoa
- Höyrynsulkumuovin alla on kosteutta, joka on todennäköisesti vesikattovuotojen seurauksena muovikalvon saumoista sen alle päässyttä kosteutta/vettä. Yläpohjan rakennetyyppiä tarkasteltiin myös rakennusfysiikkaohjelmistolla eikä rakenteen kastepiste muodostu höyrynsulkumuovin kohdalle.



Kuva 28. Rakenneavaus RAK1 ja mikrobinäytteenotto WJO M1.



Kuva 29. Kuvassa näkyy höyrynsulkuna toimiva muovikalvo. Muovin alla on kosteutta.

Rakenneavauksesta RAK2 havaittiin seuraavaa:

- Avaus tehtiin luokkatilojen 2.29 ja 2.32 sisäänkäyntien edessä olevan aulatilaa 2.31 päälle kohtaan jossa on ollut vesikattovuotoja ja jossa katemateriaalissa on todennäköisiä epätiiviyiskohtia.
- Kevytsorakerroksen paksuus avauskohdassa RAK2 on noin 50 mm (katon matala kohta kattokaivon lähellä)
- Ylempi mineraalivilla on uritettu, minkä avulla kattorakenteen tuuletus on toteutettu
- Ylempi mineraalivilla on aistinvaraisesti tarkasteltuna märkää
- Myös alempi mineraalivilla on aistinvaraisesti tarkasteltuna kostea
- Höyrynsulkumuovin alla on kosteutta, joka on todennäköisesti vesikattovuotojen seurauksena muovikalvon saumoista sen alle päässyttä kosteutta/vettä.



Kuva 30. Rakenneavaus RAK2. Mineraalivilla on avauskohdassa kostea.



Kuva 31. Kevytsorakerroksen paksuus avauskohdassa RAK2 vain 50 mm.



Kuva 32. Mikrobinäyte WJO M2 otettiin avauksesta RAK2.



Kuva 33. Muovikalvon alla on kosteutta.

Rakenneavauksesta RAK4 havaittiin seuraavaa:

- Avaus tehtiin myös luokkatilojen 2.29 ja 2.32 sisäänkäyntien edessä olevan aula-tilan 2.31 päälle. Etäisyys avaukseen RAK2 noin 3 m todennäköisestä vuoto-kohtasta sivuun.
- Kevytsorakerroksen paksuus avauskohdassa RAK4 on noin 50 mm (katon matala kohta kattokaivon lähellä)
- Ylempi mineraalivilla on uritettu, minkä avulla kattorakenteen tuuletus on toteutettu
- Avauskohdassa mineraalivillakerrokset ovat aistinvaraisesti tarkasteltuina kuivia



Kuva 34. Rakenneavaus RAK4.



Kuva 35. Mikrobinäytteenotto WJO M4 avauksesta RAK4.

Rakenneavauksesta RAK7 havaittiin seuraavaa:

- Avaus tehtiin myös luokkatilojen 2.29 ja 2.32 sisäänkäyntien edessä olevan aula-tilan 2.31 päälle. Etäisyys avaukseen RAK2 noin 1 m todennäköisten vuoto-kohtien kohdalla.
- Kevytsorakerroksen paksuus avauskohdassa RAK4 on noin 50 mm (katon matala kohta kattokaivon lähellä)
- Ylempi mineraalivilla on uritettu, minkä avulla kattorakenteen tuuletus on toteutettu
- Avauskohdassa mineraalivilla on aistinvaraisesti tarkasteltuna kosteaa



Kuva 36. Rakenneavauskohdat RAK4 (ylin nuoli), RAK 2 (kesk.) ja RAK7 (alin nuoli).



Kuva 37. Mikrobinäyte WJO M7 avauksesta RAK7.



Kuva 38. Mineraalivilla on avauksessa RAK7 kostea.

2.3.4 Yläpohjan mikrobinäytteet

Yläpohjan eristeistä otettiin yhteensä 4 kpl rakennusmateriaalinäytteitä mikrobianaalysia varten.

Mikrobinäytteiden sijainti on merkitty liitteen 1 tutkimuskarttaan. Mikrobinäytteet kerättiin seuraavasti:

- Näyte WJO M1: Yläpohjan alempi eristevilla
- Näyte WJO M2: Yläpohjan alempi eristevilla
- Näyte WJO M4: Yläpohjan alempi eristevilla
- Näyte WJO M7: Yläpohjan alempi eristevilla

Mikrobinäytteidenotto ja analysointi on tehty Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen 2003:1 ja asumisterveysoppaan ohjeiden mukaan. Näytteiden analysointi on tehty Työterveyslaitoksen laboratoriossa.

Tulosten tulkinnassa ja terveyshaitan arvioimisessa on käytetty Asumisterveysohje 2003:ssa annettuja viitearvoja. Materiaalin vaurioitumiseen tai kostumiseen viittavana raja-arvona pidetään elinkykyisille sieni-itiöille 10 000 cfu/g, aktinobakteereille 500 cfu/g ja bakteereille 100 000 cfu/g.

Materiaalinäytteiden tulkinta:

MATERIAALINÄYTTEET					
	SIENET	BAKT.	SÄDE-SIENET	KOSTEUS-VAURIOLAJIT	TULOSTEN TULKINTA
RAJA-ARVOT	10 000	100 000	500		Vahva viite = 3 Viite vaurioon = 2 Heikko viite = 1 Ei viitettä = 0
NÄYTE	PITOISUUS				
WJO M1	-	-	-		0
WJO M2	-	<u>3 784 000</u>	-		0
WJO M4	-	1000	-		0
WJO M7	<u>23 000</u>	<u>8 909 000</u>	-	3	

Kursivoidut ja alleviivatut arvot ylittävät Asumisterveysohjeen raja-arvon.

- Yhdessä yläpohjan näytteessä havaittiin viitteitä mikrobivaurioihin
- **Näytteessä WJO M7** (yläpohjan mineraalivillaeriste) havaittiin vahva viite materiaalin vaurioitumiseen. Näytteen osalta Asumisterveysohjeen raja-arvot sienille ja bakteereille ylittyvät. Näyte on otettu aulatilán 2.31 yläpuolelta kattorakenteesta. Näytteessä ei kuitenkaan havaittu kosteusvauriolajistoa.

Mikrobianalysit ovat kokonaisuudessaan liitteenä 4.

Näyteanalyysien perusteella aulan 2.31 kohdalla yläpohjarakenteessa on näytetulojen perusteella myös vaurioitunutta materiaalia, mitä yläpohjan rakenneavauksista tehdyt havainnot kosteista eristysmateriaaleista tukevat.

2.4 Väliseinä- ja alakattorakenteet

Tässä kappaleessa eritellään sisätilojen rakenteille eli väliseinä- ja alakattorakenteille tehdyt tarkemmat tutkimukset sekä niiden tulokset.

Väliseinärakenteet ovat kevytrakenteisia seiniä. Ne on molemmin puolin verhottu kaksinkertaisella kipsilevytyksellä ja eristeenä on välissä mineraalivillaa.

Alaslasketut katot ovat teräskehikoin kannateltuja kipsilevyalakattoja.

2.4.1 Kosteusmittaukset

Ala-asterakennuksessa tehtiin vesivuotoalueiden väliseinien eristetiloista lyhytkestoisia suhteellisen kosteuden mittauksia.

Suhteellisen kosteuden mittaukset tehtiin seuraavin laittein:

- Rotronic Ag:n Hygroclip SC05 -anturit
- Rotronic Ag:n Hygropalm-näyttölaite
- Mittalaitteet kalibroitu 1/2013

Mittauspisteet on esitetty tutkimuskartassa, joka on liitteenä 1. Mittauspisteet valittiin tilojen 2.29 ja 2.32 edessä olevan aulan 2.31 väliseinärakenteisiin. Tässä aulassa on saatujen tietojen perusteella ollut laajoja vesivuotoja. Varmuutta ei kuitenkaan ole, onko väliseinien eristeitä uusittu vesivuotokorjausten yhteydessä. Alueelta tehtyjen havaintojen mukaan alakattorakenteita on uusittu ja/tai maalattu korjausmenpiteinä.

Taulukko 1. Suhteellisen kosteuden mittaustulokset

mittauspiste	Pvm.	rakenne/tila	mittaus-syvyys	lämpötila °C	suhteellinen kosteus RH%	Abso-luuttinen kosteus g/m ³
Sisäilma S1	6.11.2013	Luokkien 2.32 ja 2.29 edessä oleva aulatilá 2.31	-	22,5	35,9	7,17
MP1	6.11.2013	Väliseinän 2.31/2.30 eristetila	-	22,6	35,9	7,21
MP2	6.11.2013	Väliseinän 2.31/2.30 eristetila	-	22,7	37,5	7,57
MP3	6.11.2013	Väliseinän 2.31/2.32 eristetila	-	23,2	34,8	7,23
MP4	6.11.2013	Väliseinän 2.31/2.32 eristetila	-	23,4	32,9	6,91

Kevytrakenteisten seinärakenteiden (puu + mineraalivilla) materiaaleissa voi alkaa mikrobikasvua, mikäli RH on yli 75 %. Mittausten perusteella väliseinärakenteiden

eristetilojen suhteellinen kosteus on normaali. Kun niitä verrataan sisäilman kosteuspuitepitoisuuteen, voidaan todeta, että sisäilmassa on kosteutta suurin piirtein sama määrä kuin rakenteissa, joten väliseinärakenteiden mittaustulokset eivät ole poikkeavia eikä niissä ole ylimääräistä kosteutta.

2.4.2 Rakenneavaukset

Väliseinien rakenneavaukset

Luokkatilojen 2.29 ja 2.32 välissä olevaan aulatilaa 2.31 väliseiniin tehtiin 2 kpl rakenneavauksia. Avauksilla selvitettiin väliseinärakenteiden eristemateriaalien kuntoa sekä otettiin 2 kpl rakennusmateriaalinäytettä mikrobianalysiin.

Rakenneavaus RAK5 tehtiin aulan 2.30 ja tilan 2.32 väliseen väliseiniin. Avauksesta havaittiin seuraavaa:

- Mineraalivilla on kuivaa aistinvaraisesti tarkasteltuna
- Mineraalivillassa ei ole tummumaa tai mustumaa
- Väliseinän kipsilevytykset vaikuttavat aistinvaraisesti tarkasteltuna kuivilta



Kuva 39. Rakenneavauskohta RAK5 ja mikrobinäyte WJO M5.



Kuva 40. Rakenneavauksessa RAK5 villa ja kipsilevy vaikuttavat kuivilta ja vaurioitumattomilta.

Rakenneavaus RAK6 tehtiin aulan 2.31 ja tilan 2.30 väliseen väliseiniin. Avauksesta havaittiin seuraavaa:

- Mineraalivilla on kuivaa aistinvaraisesti tarkasteltuna
- Mineraalivillassa ei ole tummumaa tai mustumaa
- Väliseinän kipsilevytykset vaikuttavat kuivilta



Kuva 41. Rakenneavauskohta RAK6 ja mikrobinäyte WJO M6.



Kuva 42. Myös rakenneavauksessa RAK6 villa ja kipsilevy vaikuttavat kuivilta.

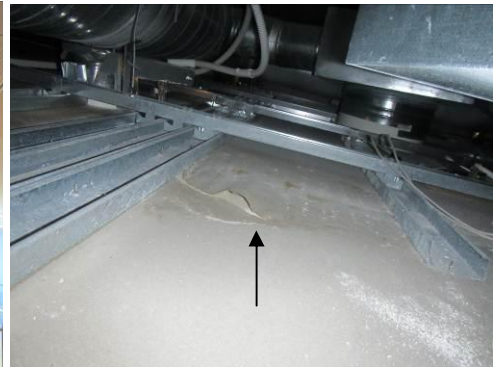
Alakattojen rakenneavaukset

Myös alakattorakenteisiin tehtiin kolmeen kohtaan rakenneavauksia. Avaukset tehtiin irrottamalla alakattolevyjä ja tarkastelemalla rakenteita avauksista käsin.

Rakenneavaus RAK8 tehtiin tilojen 2.29 ja 2.32 edessä olevan aulan 2.31 alakattoon, jossa saatujen tietojen mukaan ja näkyvien vuotojälkien perusteella on ollut vesivuotoja.



Kuva 43. Rakenneavauskohta RAK8.



Kuva 44. Alakaton päällä on vesivuotojälkiä.



Kuva 45. Ontelolaattojen saumoista on ollut vesivuotoja.



Kuva 46. Avauskohta RAK8 katolta kuvattuna.

Rakenneavaus RAK9 tehtiin toisen kerroksen itäpäädyn WC-tilaan, jossa saatujen tietojen mukaan on ollut vesivuotoja.



Kuva 50. Rakenneavauskohta RAK9. WC-tilan kattoon.



Kuva 51. Kattokaivon kohdalla ollut vesikattovuotoja.

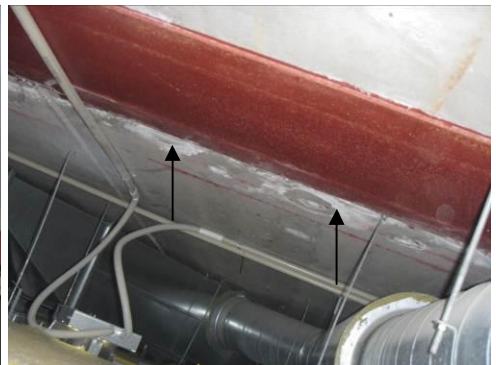


Kuva 52. WC-tilan yläpuoli katolla.

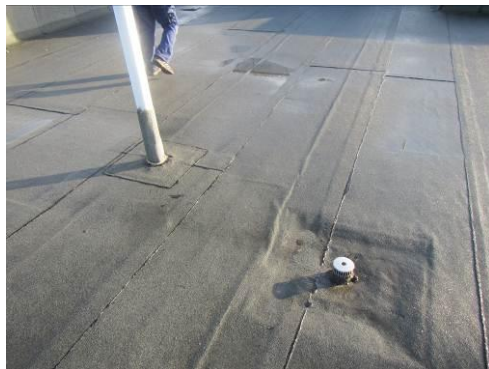
Rakenneavaus RAK10 tehtiin tilan 2.13 edessä olevaan aulaan, jossa saatujen tietojen mukaan on ollut vesivuotoja.



Kuva 53. Rakenneavauskohta RAK10.



Kuva 54. Kohdassa on ollut vesivuotoja.



Kuva 55. Rakenneavauksen RAK10 kohta katolla.

2.4.3 Väliseinien mikrobinäytteet

Ala-asterakennuksen väliseinärakenteista otettiin yhteensä 2 kpl rakennusmateriaalinäytteitä mikrobianalysia varten.

Mikrobinäytteiden sijainti on merkitty liitteen 1 tutkimuskarttaan. Mikrobinäytteet kerättiin seuraavasti:

- Näyte WJO M5: Väliseinän eristevilla
- Näyte WJO M6: Väliseinän eristevilla

Mikrobinäytteidenotto ja analysointi on tehty Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen 2003:1 ja asumisterveysoppaan ohjeiden mukaan. Näytteiden analysointi on tehty Työterveyslaitoksen laboratoriossa.

Tulosten tulkinnassa ja terveyshaitan arvioimisessa on käytetty Asumisterveysohje 2003:ssa annettuja viitearvoja. Materiaalin vaurioitumiseen tai kostumiseen viittavana raja-arvona pidetään elinkykyisille sieni-itiöille 10 000 cfu/g, aktinobakteereille 500 cfu/g ja bakteereille 100 000 cfu/g.

Materiaalinäytteiden tulkinta:

MATERIAALINÄYTTEET							
	SIENET	BAKT.	SÄDESIE- NET	KOSTEUS- VAURIOLA- JIT	TULOSTEN TULKINTA		
RAJA- AR- VOT	10 000	100 000	500		Vahva viite = 3 Viite vaurioon = 2 Heikko viite = 1 Ei viitettä = 0		
NÄY- TE	PITOISUUS						
WJO M5	-	-	-				0
WJO M6	1000	6000	<u>3000</u>	A. versicolor Streptomy- ces		1	

Kursivoidut ja alleviivatut arvot ylittävät Asumisterveysohjeen raja-arvon.

- Yhdessä näytteessä havaittiin viitteitä mikrobivaurioihin
- **Näytteessä WJO M6** (väliseinän mineraalivillaeriste) havaittiin heikko viite materiaalin vaurioitumiseen. Näytteen osalta Asumisterveysohjeen raja-arvot aktinobakteereille (sädesienille) ylittyvät ja lisäksi näytteessä tavattiin kosteusvauriolajia A.versicolor. Näyte on otettu luokkatilan 2.30 ja aulan 2.31 välisestä väliseinästä. Tällä alueella on ollut vesikattovuotoja.

Mikrobianalysit ovat kokonaisuudessaan liitteenä 4.

Mikrobeille altistuminen ja oireilu ovat hyvin yksilöllisiä. Jotkut ihmiset voivat oireilla jo tavanomaisista mikrobipitoisuuksista, erityisesti, jos he ovat altistuneet ko. mikrobeille aiemmin. Materiaalianalyseissa havaittiin myös toksiineja tuottavia lajeja eli lajeja A. versicolor ja Streptomyces, jotka siksi ovat erityisesti terveydelle haitallisia.

2.5 Sisäilma

Tutkittavissa tiloissa on koettu sisäilmaongelmia. Saatujen tietojen mukaan ainakin tilassa 2.29 on todettu työterveyslääkärin toimesta sisäilmaperäisiä oireita henkilökunnalla ja tiloissa 2.13 ja 2.32 on ollut henkilökunnalla oireilua.

Aistinvaraisten ja rakenteellisten tutkimusten (rakenneavaukset ja rakennusmateriaalinäytteet) lisäksi rakennuksessa tehtiin sisäilman olosuhteita mittaavia tutkimuksia. Sisäilman mineraalivillakuitupitoisuutta mitattiin kolmessa eri luokkatilassa. Sen lisäksi tehtiin jatkuvatoimisia paine-eromittauksia mahdollisten rakenteista kulkeutuvien epäpuhtauksien selvittämiseksi. Sisäilman lämpötilaa ja kosteutta mitattiin myös jatkuvatoimisella mittauksella. Mittauksilla pyrittiin selvittämään mahdollisia syitä sisäilmassa koettuihin ongelmiin.

2.5.1 Mineraalivillakuidut sisäilmassa

Ala-asterakennuksen tutkittavista tiloista kerättiin yhteensä 3 kpl laskeumanäytteitä mineraalivillakuitupitoisuuden laskentaa varten. Näyte WJO 8 kerättiin tilasta 2.32, näyte WJO9 tilasta 2.29 ja näyte WJO 11 tilasta 2.13. Laboratorioanalyysit tutkimuksista on esitetty liitteessä 3 ja näytteenottoapaikat on esitetty tutkimuskartassa (Liite 1).

Näytteenotto suoritettiin Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaan. Keräysajankohta oli 4.12. - 18.12.2013. Näytteenottotasolle asetettiin keräysmalja, jolle pölyä kerättiin 14 vrk. Keräysmaljalta pöly kerättiin keräysajan jälkeen geeliteippiin, josta mineraalivillakuitujen määrä laskettiin valomikroskooppia käyttäen. Työterveyslaitoksen viitearvo mineraalivillakuitujen määrälle kahden viikon laskeuma-ajalla on <0,2 kpl/cm².

Näytteiden tulokset:

- Tilojen 2.29 ja 2.32 kuitupitoisuudet olivat <0,1 kpl/cm².
- Tilan 2.13 kuitupitoisuus oli 0,1 kpl/cm².

Näytteiden perusteella missään tutkitussa tilassa mineraalivillakuitupitoisuudet eivät ylitä haitallisena pidettyä viitearvoa.

2.5.2 Sisäilman ja ulkoilman väliset paine-eromittaukset

Tutkittavista tiloista 2.13, 2.29 ja 2.32 sekä yhdestä vertailutilasta 2.42 tehtiin jatkuvatoimiset paine-eromittaukset 7 vrk:n ajan. Mittarit asennettiin ikkunakarmien läpi ulkovaipan yli. Mittaukset tehtiin 4.12. - 11.12.2013 välillä.

Ilmanvaihtoa on huoltohenkilökunnalta saatujen tietojen mukaan pidetty noin viimeisen vuoden ajan käytön ulkopuolella kokonaan pois päältä (0 % toiminta). Tätä ennen ilmanvaihto on toiminut käytön ulkopuolella 50 %:sesti. Mittausajanjakson aikana ilmanvaihto säädettiin toimimaan päiväsaikaan (klo 7-16) 100 % teholla ja yöaikaan sekä viikonloppuina 50 % teholla.

Mittausajanjakson aikana, pidettiin tilojen ikkunat suljettuina. Myös ovet pidettiin suljettuina aina käytön/kulkemisen ulkopuolella.

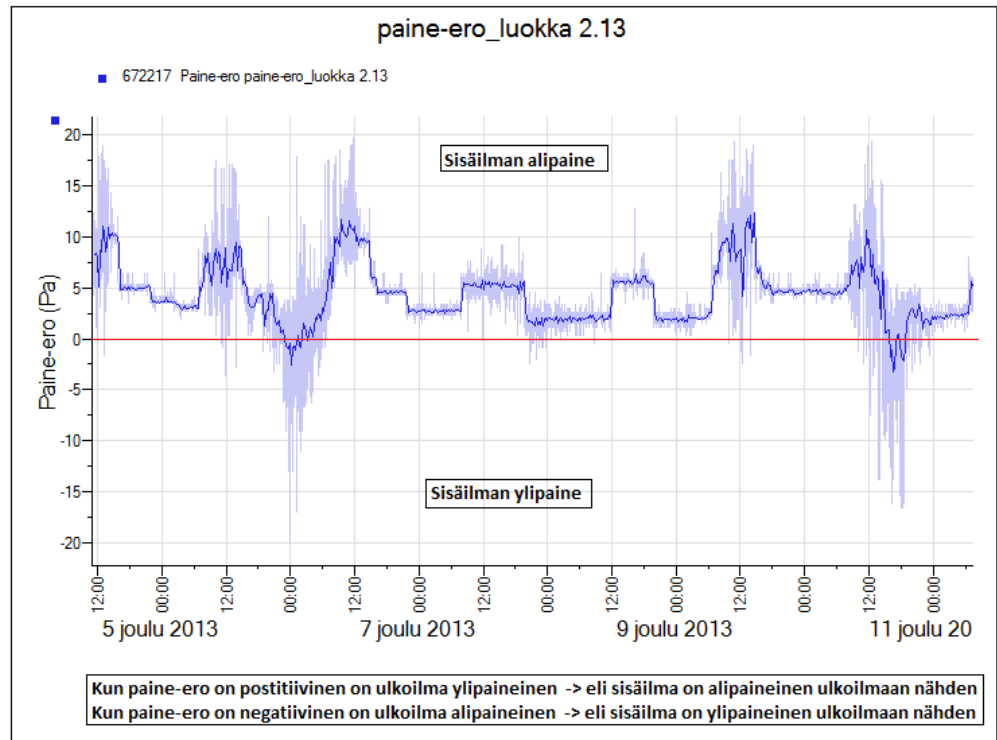
Mittarit on asennettu niin, että graafin positiivinen paine-ero kertoo ulkoilman ylipaineisuudesta eli sisäilman alipaineisuudesta. Kuvissa on esitetty kuvien tulkintatapa.

Rakennuksen toisen kerroksen tiloja palvelevat eri ilmanvaihtokoneet. Ilmanvaihtojärjestelmänä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Länsipäätyä eli myös tilaa 2.13 palvelee ilmanvaihtokone TK2, niin kutsuttua keskisolua (tilat 2.29 ja 2.32) palvelee ilmanvaihtokone TK4 ja itäpäätyä eli tilaa 2.42 palvelee ilmanvaihtokone TK5.

Huoltohenkilökunnalta saatujen tietojen mukaan koneissa TK4 ja TK5 on ollut pieniä toimintaongelmia kovilla pakkasilla.

Rakennus suunnitellaan normaalisti alipaineiseksi, mutta alipaineisuus ei saa olla niin suurta, että rakenteissa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet kulkeutuvat sisäilmaan. Asumisterveysoppaan mukaan koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon tapauksessa tavoitteellinen paine-ero on noin 0.. 2 Pa alipaine sisäilmassa. Vielä noin 5 Pa alipaineisuutta voidaan pitää normaalina (suositusten rajoissa).

Paine-erot ulkoilman ja sisätilojen välillä vaihtelevat luonnostaankin voimakkaasti ilmasuunnan, tuulen ja sään mukaan.

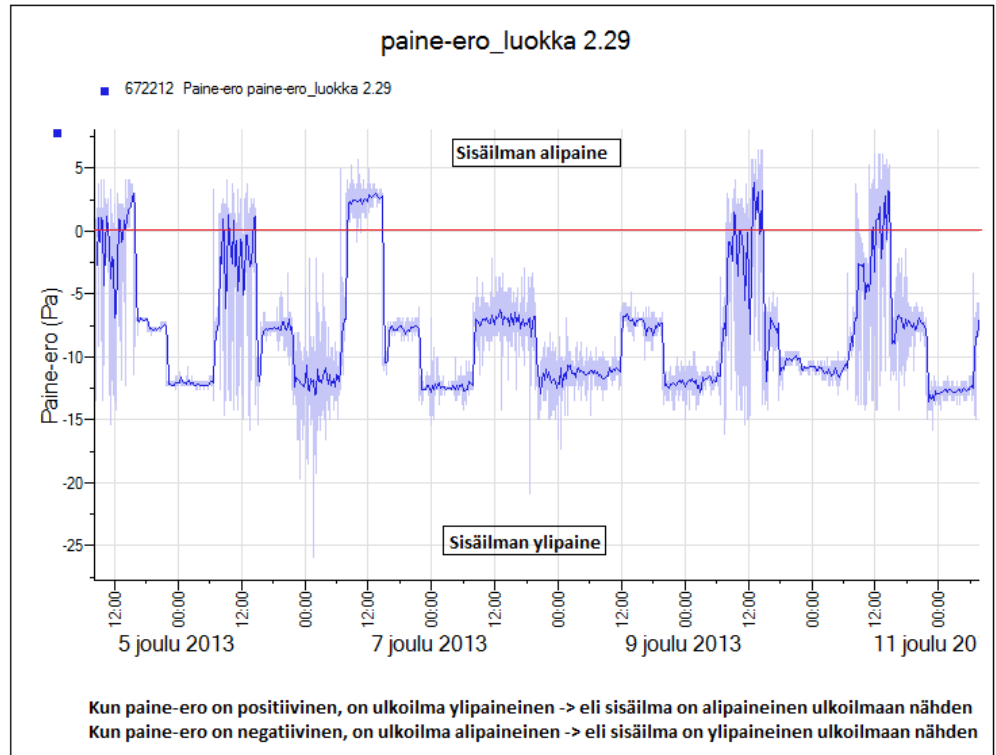


Kuva 56. Jatkuvat toimisen paine-eromittauksen tulokset tilasta 2.13. Tilan paine-ero ulkoilmaan nähden. Mittaus rakennuksen eteläpuolella, ikkuna itään.

Paine-eromittausten tulokset osoittavat tilan 2.13 olevan selvästi alipaineinen ulkoilmaan nähden.

Tilan 2.13 alipaineisuus on päiväsaikaan ilmanvaihdon ollessa 100 % käytöllä noin 10... 15 Pa. Tätä tukee tilan ulkoseinästä mikrobinäytteenottovaiheessa tehty havainto, että näytteenottoreiästä käy voimakas ilmavirtaus sisätilaan päin. Öisin ja viikonloppuisin alipaineisuus on suurin piirtein suositusten mukaisissa rajoissa. Ilmanvaihtokoneen TK2 tuloilmavirrat ovat siis pieniä tilan poistoilmavirtaan nähden.

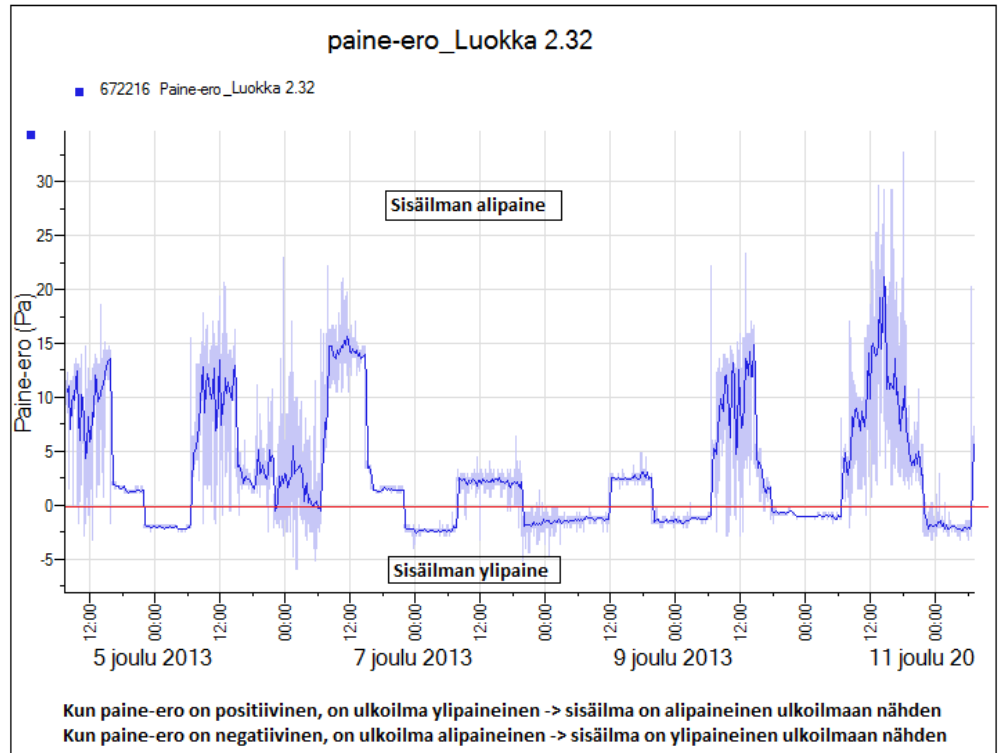
Liian suuri alipaine sisäilmassa voi aiheuttaa ilmavuotoja rakenteista. Ilmavuotojen mukana epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan. Tilan alipaineisuutta tulee säätää hieman pienemmäksi.



Kuva 57. Jatkuvatoimisen paine-eromittauksen tulokset tilasta 2.29. Tilan paine-ero ulkoilmaan nähden. Mittaus rakennuksen pohjoispuolella, ikkuna itään.

Luokan 2.29 alipaineisuus on vain päivisin suositeltavalla tasolla sen ollessa noin 5 Pa (ilmanvaihdon ollessa täydellä teholla). Paine-erot tämän tilan ja ulkoilman välillä vaihtelevat kuitenkin voimakkaasti ja suurimman osan ajasta (yöt ja viikonloput) tila onkin ylipaineinen ulkoilmaan nähden (sisäilman ylipaine 0... 15 Pa).

Voimakas ylipaine aiheuttaa sisäilman kosteuden tunkeutumisen rakenteeseen, josta voi syntyä mikrobivaurioita rakenteessa. Ilmanvaihto ja tila on säädettävä lievästi alipaineiseksi.

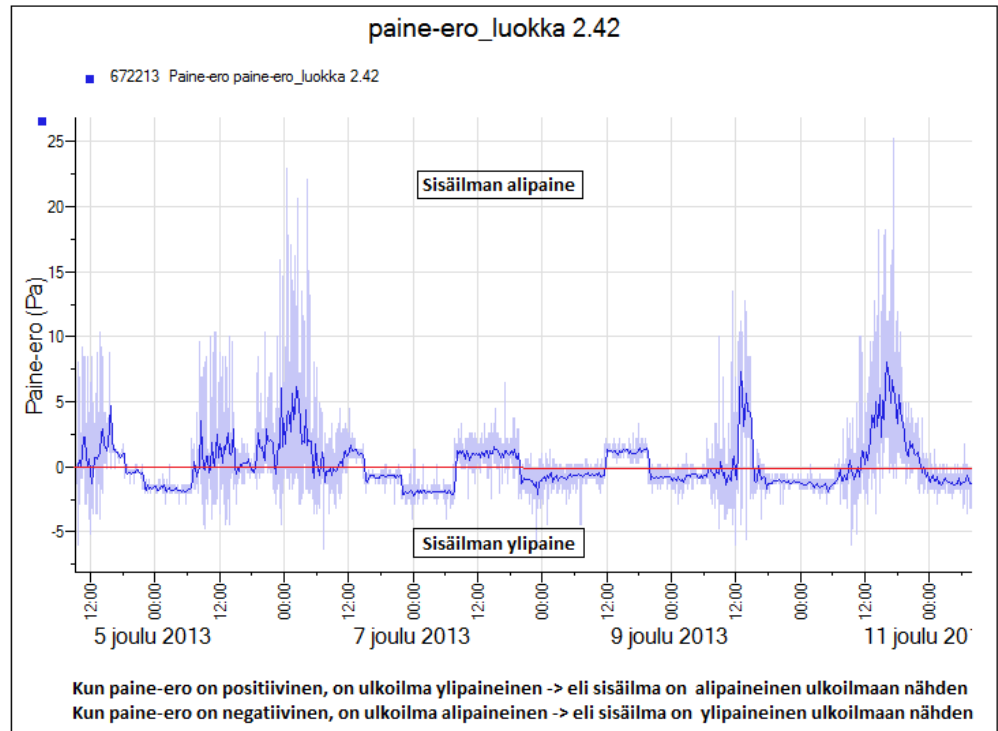


Kuva 58. Jatkuvat toimisen paine-eromittauksen tulokset tilasta 2.32. Tilan paine-ero ulkoilmaan nähden. Mittaus rakennuksen eteläpuolella, ikkuna etelään.

Paine-eromittausten tulokset osoittavat tilan 2.32 olevan selvästi alipaineinen ulkoilmaan nähden. Tilan 2.32 alipaineisuus on päiväsaikaan noin 10... 20 Pa. Ilmanvaidon ollessa 50 % teholla, vaihtelee paine-ero nollan molemmin puolin (3... - 3 Pa).

Tilan alipaine on ajoittain liian suuri. Liian alipaineinen sisäilma voi aiheuttaa ilma- vuotoja rakenteista. Ilmavuotojen mukana epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan. Tilan alipainetta tulee säätää hieman pienemmäksi.

Kun ilmanvaihto säädetään pois päältä öiksi, on paine-erojen vaihtelu yleisesti ottaen suurta. Ilmanvaihto pitäisi pystyä säätämään siten, että paine-ero olisi jatkuvasti suurin piirtein samalla tasolla.



Kuva 59. Jatkuvat toimisen paine-eromittauksen tulokset tilasta 2.42. Tilan paine-ero ulkoilmaan nähden. Mittaus rakennuksen eteläpuolella, ikkuna etelään.

Paine-eromittausten tulokset osoittavat myös vertailutilan 2.42 olevan alipaineinen ulkoilmaan nähden. Keskimäärin tämän tilan alipaine on sopivalla tasolla (noin 0... 5 Pa). Aika ajoin se kohoaa kuitenkin arvoihin 10... 15 Pa.

Liian alipaineinen sisäilma voi aiheuttaa ilmavuotoja rakenteista. Ilmavuotojen mukana epäpuhtaudet voivat kulkeutua sisäilmaan.

2.5.3 Sisäilman olosuhdemittaukset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja kosteutta mitattiin tallentavilla mittalaitteilla 7 vrk:n ajan. Mittausajanjakson aikana ilmanvaihto oli huoltomieheltä saatujen tietojen mukaan toiminnassa päiväsaikaan (klo 7-16) 100 % teholla ja yöaikaan sekä viikonloppuina 50 % teholla. Mittaukset tehtiin 4.12. - 11.12.2013 välillä. Mittausajanjakson aikana pidettiin tilojen ikkunat suljettuina. Myös ovet pidettiin suljettuina aina käytön/kulkemisen ulkopuolella.

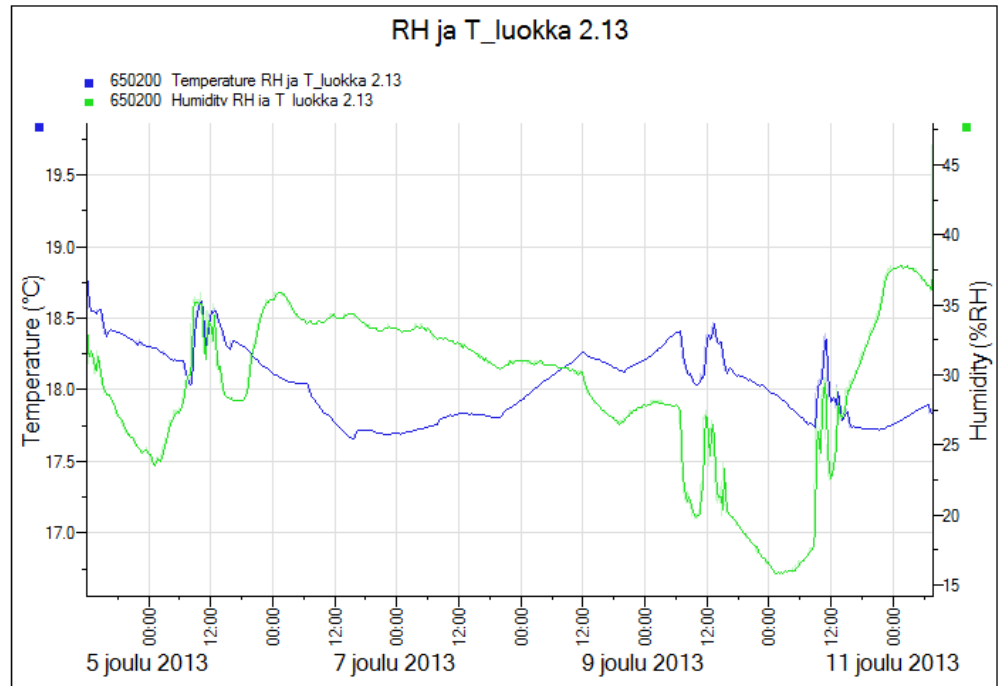
Mittaukset tehtiin tiloissa 2.13, 2.29, 2.32 sekä vertailumittaukset tilassa 2.42. Hiilidioksidia (CO₂) mitattiin Tinytag TGE-0010 -mittalaitteella. Lämpötilaa ja kosteutta mitattiin Tinytag Ultra 2 -mittalaitteilla. Tilat, joissa on tehty tutkimuksia, on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 1).

Mittausten tulokset on esitetty piirretyissä kuvaajissa alla. Yli 60 % suhteellista kosteutta pidetään epätavanomaisena ja tavallisesti sisäilman kosteus on RH 20 - 60 %.

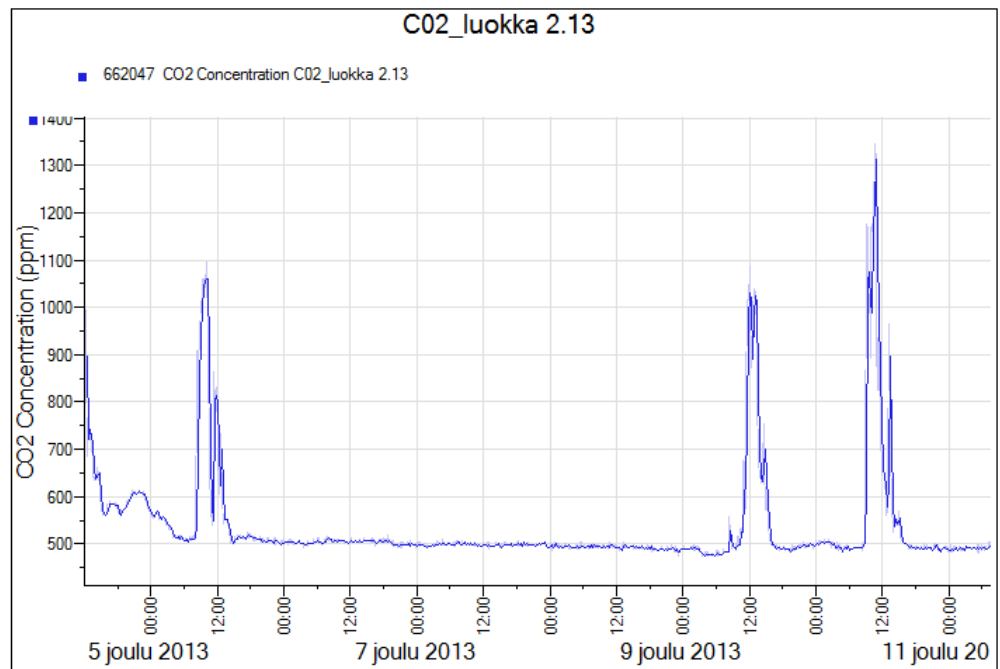
Sisätilan lämpötila ei saa nousta yli +26 °C ellei sisäilman kohonnut lämpötila johdu ulkoilman lämpimyydestä. Lämmityskaudella sisäilman lämpötilan ei tulisi ylittää +22 °C. Välttävän huoneilman lämpötilan rajana koulurakennuksessa voidaan pitää +20 °C ja hyvän tason rajana / tavoitetasona +21 °C. Sisätilojen viihtyvyyteen vaikuttavat sisäilman lämpötilan lisäksi muun muassa vedon tunne, rakenteiden pintalämpötilat ja yksittäiset ilmavuotokohdat.

Asumisterveysoppaan mukaan sisäilma ei ole terveydensuojelain vaatimukset täyttävää, jos hiilidioksidipitoisuus on yli 1 500 ppm. Huoneilma saattaa kuitenkin tuntua jo tunkkaiselta hiilidioksidipitoisuuden ylittäessä 1 200 ppm.

Luokkatila 2.13



Kuva 60. Kosteuden ja lämpötilan seurantamittaustulokset tilasta 2.13.

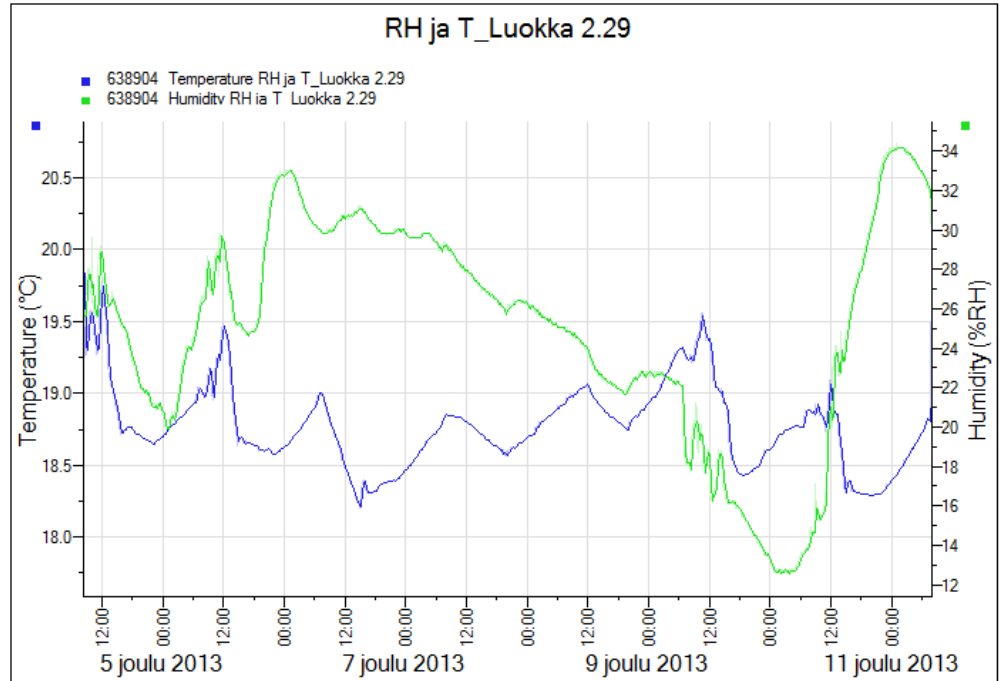


Kuva 61. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaustulokset tilasta 2.13.

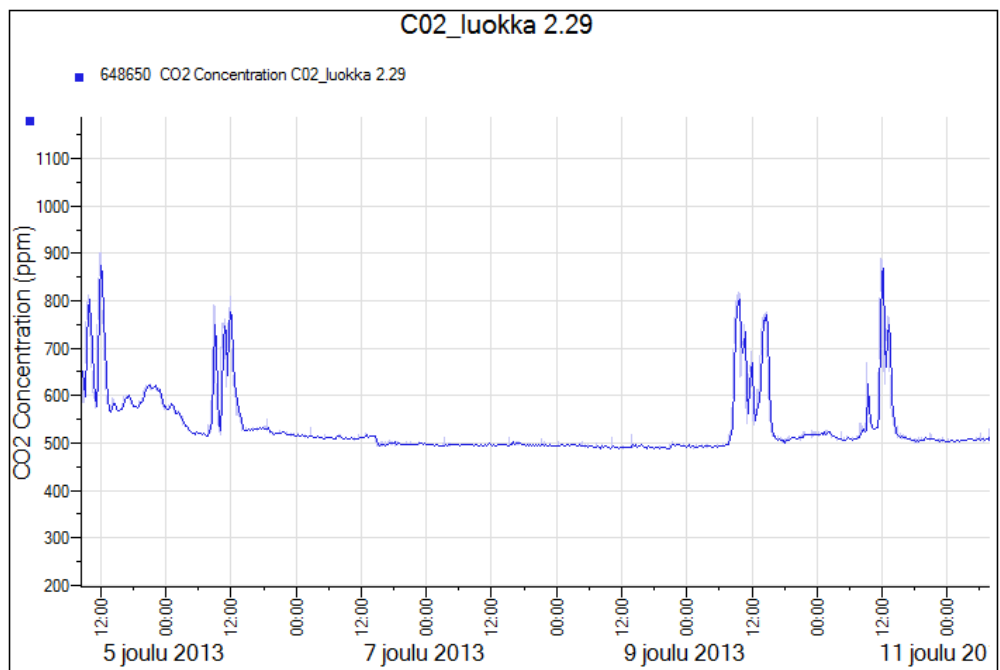
Tilassa 2.13 tehtyjen mittausten perusteella tilan sisäilman suhteellinen kosteus on kohtalaisen alhainen (noin RH 20 – 35 %). Hetkittäin sisäilma saattaa siis tuntua talviaikaan kuivalta. Sisäilman lämpötila on myös liian alhaisella tasolla sen ollessa keskimäärin noin 18 – 18,5 °C.

Tilan hiilidioksidipitoisuus nousee hetkellisesti lähelle 1200 ppm tasoa tai hieman yli, joten tulosten perusteella hiilidioksidipitoisuus voi tiloissa nousta joskus huonolle tasolle, mikäli tilassa on paljon ihmisiä. Vaikuttaa siltä, että tilan ilmanvaihtomäärä ei ole riittävä tilan käyttöön nähden.

Luokkatila 2.29



Kuva 62. Kosteuden ja lämpötilan seurantamittaustulokset tilasta 2.29.

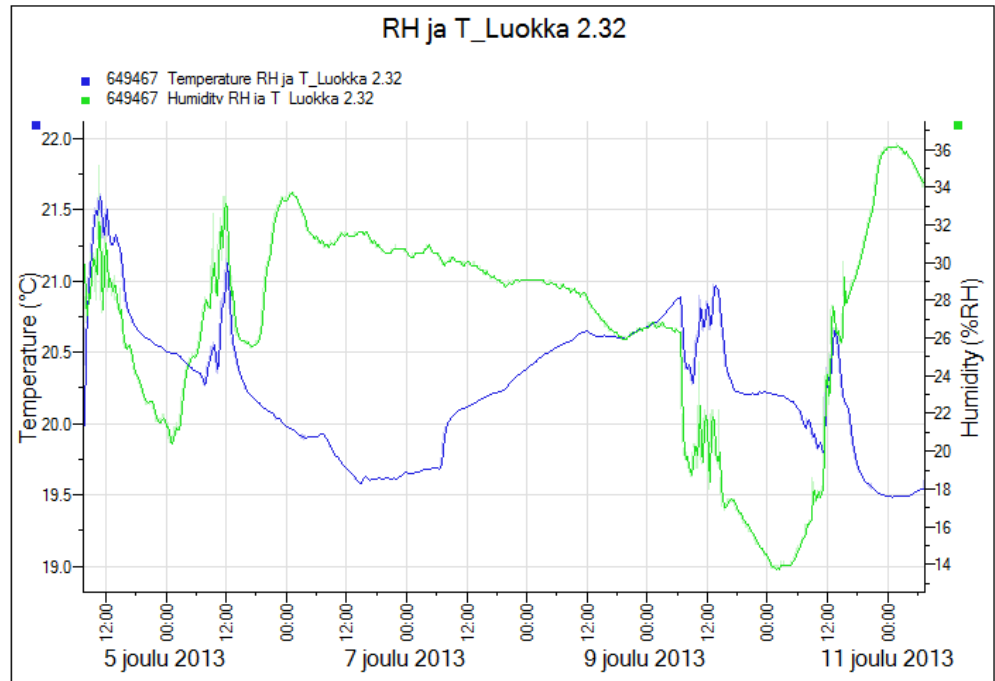


Kuva 63. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaustulokset tilasta 2.29.

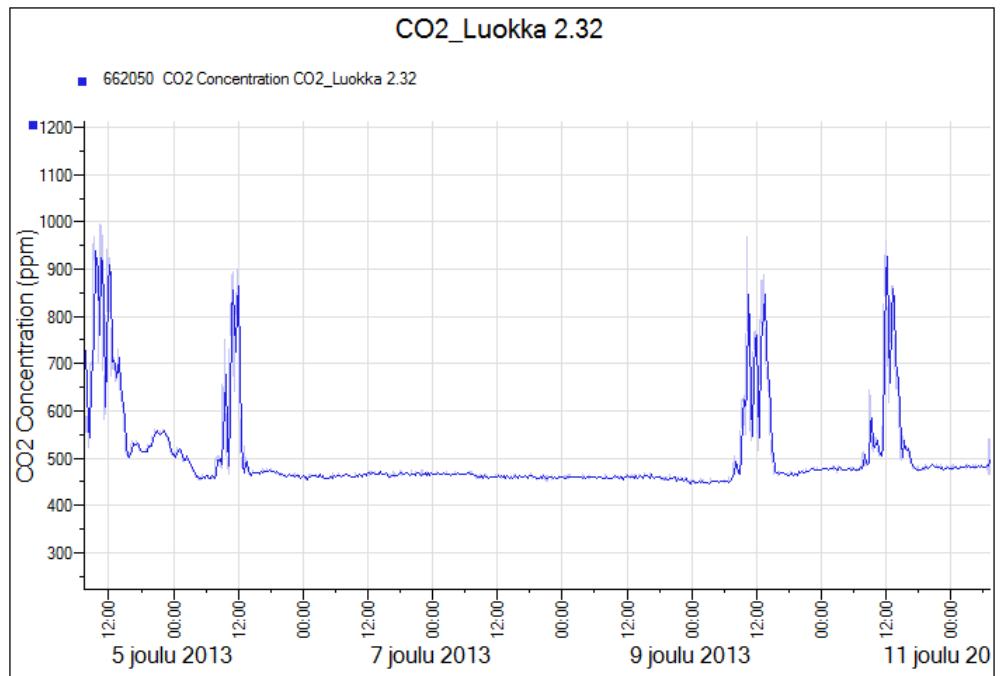
Tilassa 2.29 tehtyjen mittausten perusteella tilan sisäilman suhteellinen kosteus on kohtalaisen alhainen (noin RH 15 – 35 %). Hetkittäin sisäilma saattaa siis tuntua kuivalta. Sisäilman lämpötila on keskimäärin noin 18,5...19,5 °C, joten lämpötila on

liian alhainen. Tilan hiilidioksidipitoisuus on korkeimmillaankin vain noin 900 ppm, joten hiilidioksidipitoisuus on normaali ja se on riittävällä tasolla.

Luokkatila 2.32



Kuva 64. Kosteuden ja lämpötilan seurantamittaustulokset tilasta 2.32.

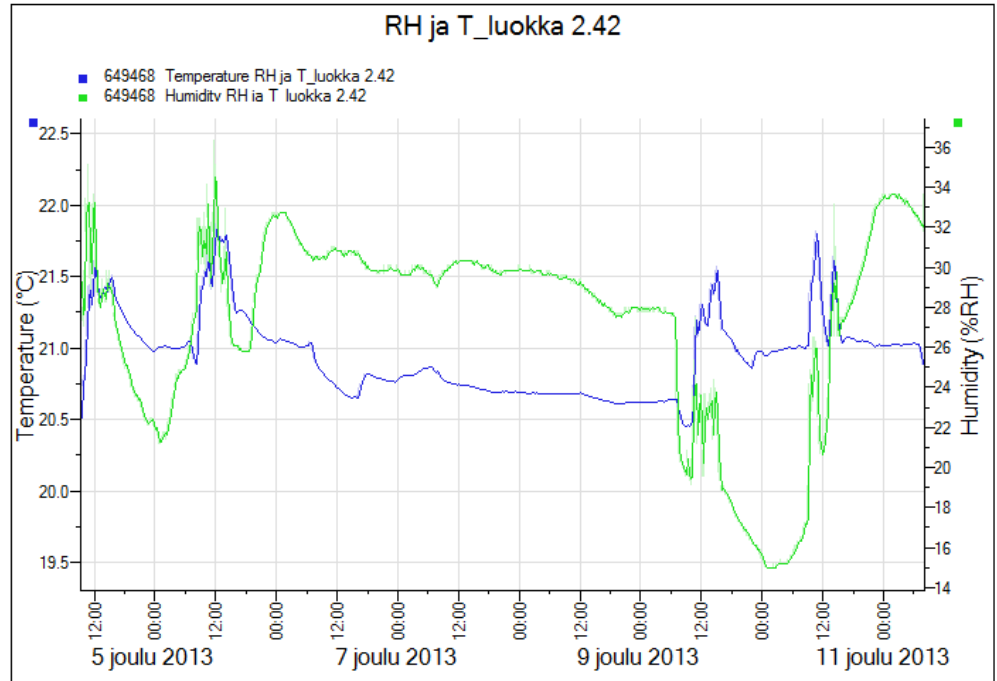


Kuva 65. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaustulokset tilasta 2.29.

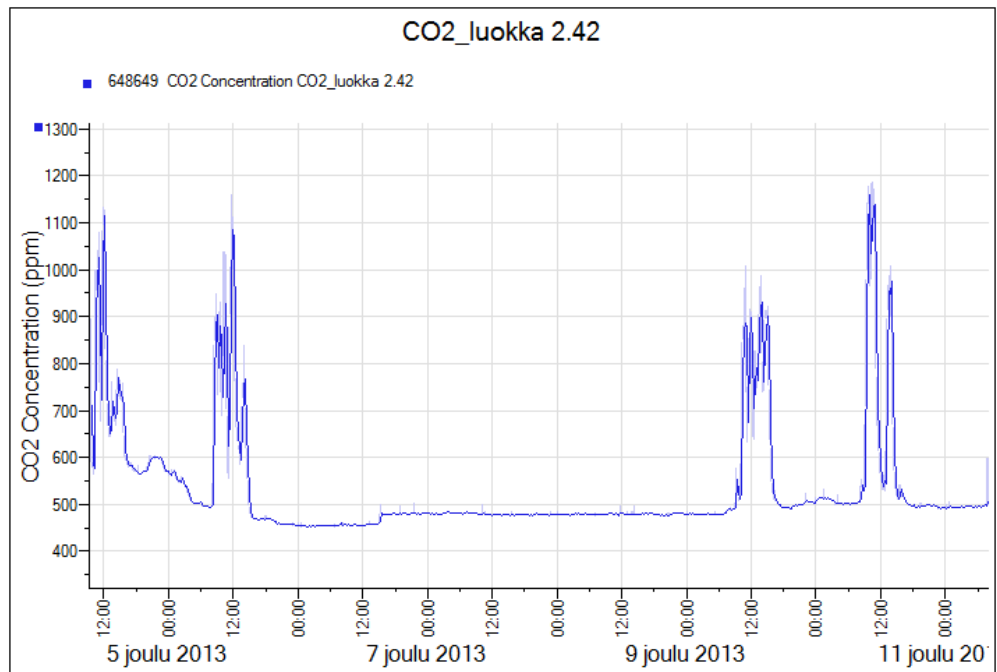
Tilassa 2.32 tehtyjen mittausten perusteella tilan sisäilman suhteellinen kosteus on kohtalaisen alhainen (noin RH 15 – 35 %). Hetkittäin sisäilma saattaa siis tuntua tässäkin tilassa kuivalta. Sisäilman lämpötila on keskimäärin noin 19,5... 21,5 °C, joten lämpötila on yleisesti normaali, mutta hetkittäin se laskee alle 20 °C:een. Tilan

hiilidioksidipitoisuus on korkeimmillaankin vain noin 900... 1000 ppm, joten hiilidioksidipitoisuus on normaali eikä se nouse huonolle tasolle.

Luokkatila 2.42



Kuva 66. Kosteuden ja lämpötilan seurantamittaustulokset tilasta 2.42.



Kuva 67. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaustulokset tilasta 2.29.

Tilassa 2.42 tehtyjen mittausten perusteella tilan sisäilman suhteellinen kosteus on kohtalaisen alhainen (noin RH 15 – 30 %). Hetkittäin sisäilma saattaa siis tuntua kuivalta. Sisäilman lämpötila on keskimäärin noin 20,5... 21,5 °C, joten lämpötila on normaali ja hyvällä tasolla. Tilan hiilidioksidipitoisuus nousee hetkellisesti lähellä 1200 ppm tasoa, joten tulosten perusteella hiilidioksidipitoisuus voi tiloissa nousta

joskus huonolle tasolle, mikäli tilassa on paljon ihmisiä. Yleisesti tilan hiilidioksidipitoisuus on kuitenkin normaali.

3 TUTKIMUSTULOKSET PAVILJONKIRAKENNUKSESTA

Paviljonkirakennuksen tutkimuksissa keskityttiin sisäilman eri tekijöiden mittauksiin. Saatujen tietojen mukaan rakennuksessa ei ole ollut kosteusvaurioita tai muita rakenteellisia vaurioita ja ongelmia. Kohteella tehdyt aistinvaraiset havainnot tukevat tätä käsitystä. Tämän vuoksi rakenneavauksia, materiaalinäytteenottoa tai muita rakenteiden tutkimuksia ei tehty.

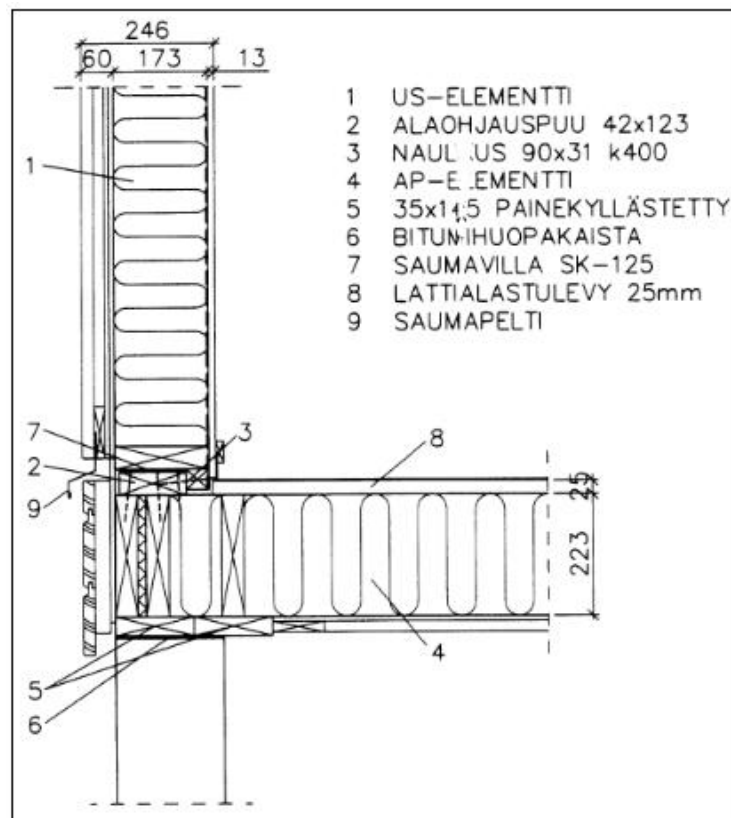
Rakennuksessa on kuitenkin koettu sisäilmaongelmia ja oireilua käyttäjillä. Sen vuoksi sisäilman mittauksin selvitettiin sisäilman olosuhteita, jotta sisäilman laatua voidaan todentaa.

Vuonna 2010 - 2011 paviljonkirakennuksessa tehdyn sisäilmatutkimuksen jälkeen/perusteella on rakennuksen lattiamatot vaihdettu uusiin. Nyt tehtyjen tutkimusten tarkoituksena oli toimia osittain myös laadunvarmistustoimenpiteinä.

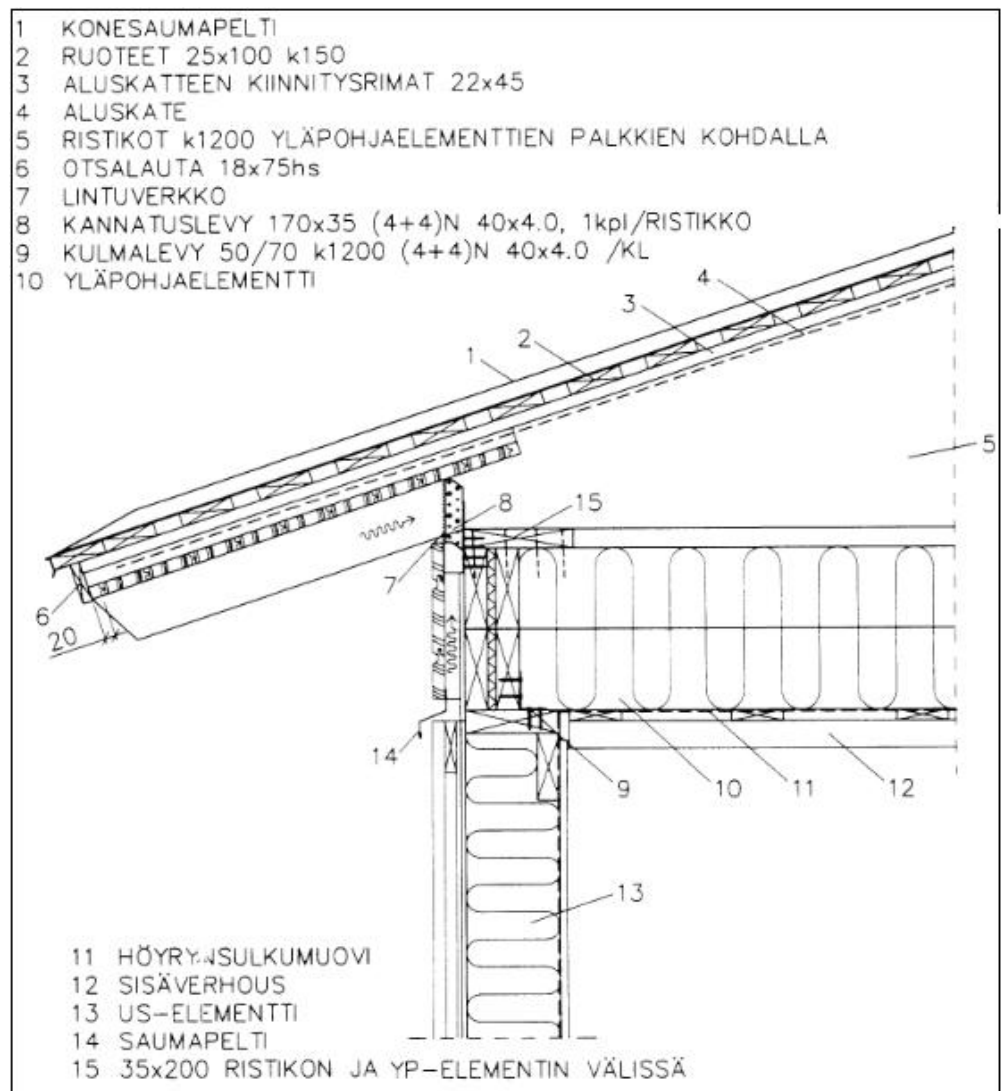
Näytteenottopaikat ja -tilat valittiin vuoden 2010 - 2011 tutkimuksen sekä käyttäjien oireilun perusteella. Näytteenottokohdat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 4) ja laboratorioanalyysit kokonaisuudessaan ovat liitteinä.

3.1 Rakenteet suunnitelmien perusteella

Paviljonkirakennuksen rakenteisiin ei tehty rakenneavauksia. Tässä kappaleessa on kuitenkin esitetty ulkovaipparakenteiden rakenteet ja liittymät suunnitelmien perusteella kohteen ja lähtötilanteen havainnollistamisen vuoksi.



Kuva 68. Paviljonkirakennuksen puurakenteisten alapohjan ja ulkoseinän liittymä.



Kuva 69. Paviljonkirakennuksen puurakenteisten ulkoseinän ja yläpohjan liittymä.

Suunnitelmia tarkastelemalla ulkoseinärakenteen ulkoverhouksen takana oleva vaakalaudoitus/rimoitus vaikuttaisi tukkivan tuuletusraon ja estävän rakenteen yhteisen tuuletuksen seinän alaosaan ylös asti.

Muutoin suunnitelmien perusteella rakenteet ovat kosteusteknisesti toimivia rakenteita. Luonnollisesti rakennusvirheet ovat saattaneet jättää rakenteisiin kuitenkin riskikohtia, joiden vuoksi rakenteet ovat voineet päästä vaurioitumaan.

3.2 Aistinvaraiset havainnot

Tähän kappaleeseen on koottu merkittävimmät aistinvaraiset havainnot tutkimuksen kohteena olevasta rakennuksesta. Aistinvaraisessa tarkastelussa tarkasteltiin muun muassa rakenteiden kosteusteknistä toimintaa ja näkyviä vaurioita sekä muita mahdollisesti sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä.

Aistinvaraiset havainnot on esitetty valokuvoin ja kuvatekstein.



Kuva 70. Alapohjaan on riittävästi tuuletusaukkoja. Syöksytorvien kohdilla on kosteusrasitusta.



Kuva 78. Aistinvaraisesti tarkasteltuna alapohjan ryömintätilan tuuletus on hyvä ja tila on kuiva.



Kuva 72. Yläpohjan tuuletusaukot noin 50 mm on varustettu asianmukaisesti lintuverkoin.



Kuva 73. Ikkunapellitusten kallistukset ovat hyvät.



Kuva 74. Yksittäinen vaurio julkisivussa.



Kuva 75. Sadevesikourut ovat tukossa.



Kuva 76. Joissain tiloissa ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmalimet ovat lähekkäin.



Kuva 77. Paikoin tuloilmalimet ovat likaisia/pölyisiä.

Yleisesti ottaen paviljonkirakennuksen rakenteissa tai pinnoilla ei havaittu silmämääräisesti tarkasteltuna kosteusvaurioita tai muita puutteita, jotka viittaisivat rakenteellisiin vaurioihin. Sisätilojen pinnoilla on havaittavissa normaalista käytöstä aiheutunutta kulumaa.

3.3 Sisäilma

Paviljonkirakennuksessa tehtiin sisäilman olosuhteita mittaavia tutkimuksia. Mittauksilla pyrittiin selvittämään mahdollisia syitä sisäilmassa koettuihin ongelmiin. Sisäilman mineraalivillakuitupitoisuutta mitattiin kolmessa eri tilassa. Sisäilman mikrobipitoisuuksia ja VOC-pitoisuuksia mitattiin neljässä tilassa. Sen lisäksi tehtiin jatkuvatoimisia paine-eromittauksia mahdollisten rakenteista kulkeutuvien epäpuhtauksien selvittämiseksi. Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja kosteutta mitattiin myös jatkuvatoimisella mittauksella.

3.3.1 Sisäilman ja ulkoilman väliset paine-eromittaukset

Tiloissa 101, 102, 106 ja 129 tehtiin jatkuvatoimiset paine-eromittaukset 7 vrk:n ajan. Mittarit asennettiin ikkunakarmien läpi ulkovaipan yli. Mittaukset tehtiin 5.2. - 12.2.2014 välillä. Tilat, joissa on tehty tutkimuksia, on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 4).

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanvaihtokoneet ovat olleet rikki ja kokonaan pois käytöstä syyskuusta 2013 lähtien aina tammikuun 2014 loppupuolelle saakka. Saatujen tietojen mukaan paviljonkirakennuksen ilmanvaihtokoneisiin on vaihdettu uudet moottorit sekä uusi säätöautomaattiikka.

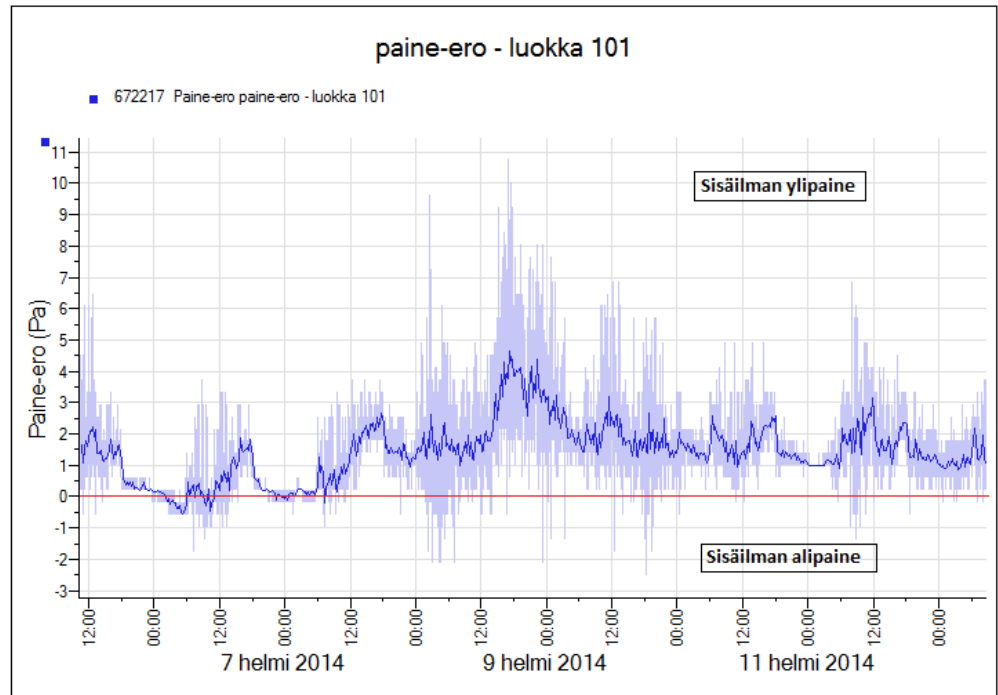
Mittausajanjakson aikana ilmanvaihto oli huoltomieheltä saatujen tietojen mukaan toiminnassa päiväsaikaan (klo 6-18) 100 % teholla ja yöaikaan sekä viikonloppuina kokonaan pois päältä.

Mittausajanjakson aikana, pidettiin tilojen ikkunat suljettuina. Myös ovet pyrittiin pitämään suljettuina aina käytön/kulkemisen ulkopuolella. Tilojen 101, 102 ja 106 paine-eromittautulosten analysoinnissa tulee kuitenkin huomioida, että kyseisten tilojen ovet ovat liukuovia, joiden tiiviys ei ole normaalin oven tasolla eikä niitä pystytty tilojen käytön vuoksi jatkuvasti pitämään kiinni.

Poiketen ala-asterakennuksen paine-erograafeista, paviljonkirakennuksessa paine-eromittarit on asennettu niin, että graafin negatiivinen paine-ero kertoo suoraan sisäilman alipaineisuudesta. Kuvissa on esitetty kuvien tulkintatapa.

Rakennus suunnitellaan normaalisti alipaineiseksi, mutta alipaineisuus ei saa olla niin suurta että rakenteissa mahdollisesti olevat epäpuhtaudet kulkeutuvat sisäilmaan. Asumistervesoppaan mukaan koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon tapauksessa tavoitteellinen paine-ero on noin 0.. 2 Pa alipaine sisäilmassa. Vielä noin 5 Pa alipaineisuutta voidaan pitää normaalina (suositusten rajoissa).

Paine-erot ulkoilman ja sisätilojen välillä vaihtelevat luonnostaankin voimakkaasti ilmasuunnan, tuulen ja sään mukaan.

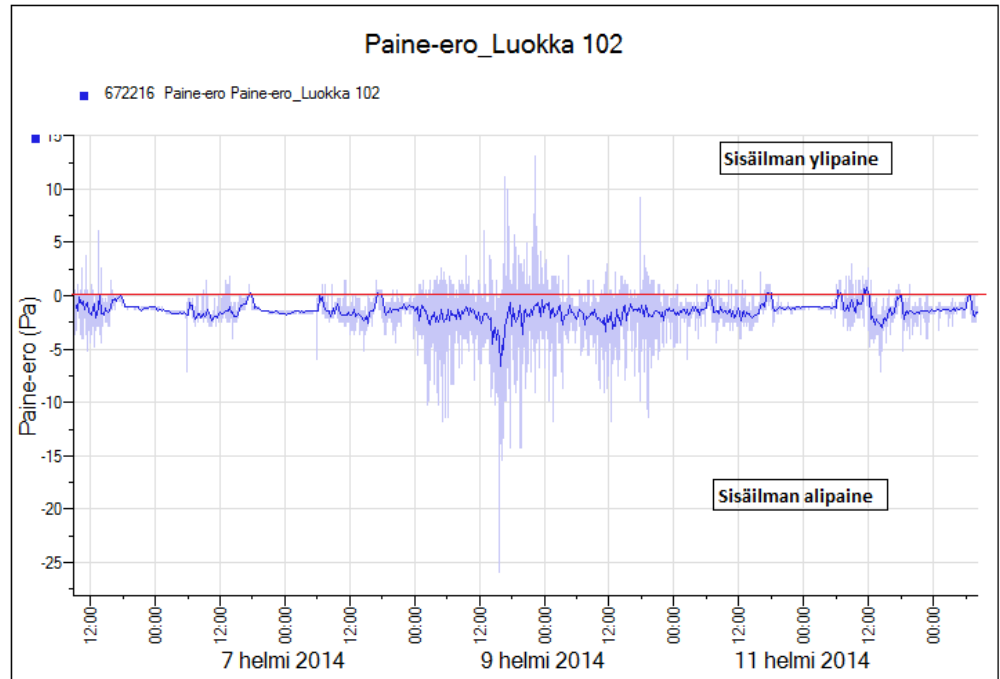


Kuva 79. Jatkuvat toimisen paine-eromittauksen tulokset tilasta 101. Tilan paine-ero ulkoilmaan nähden. Mittaus rakennuksen pohjoispuolella, ikkuna pohjoiseen.

Paine-eromittausten tulokset osoittavat tilan 101 olevan yleensä ylipaineinen ulkoilmaan nähden.

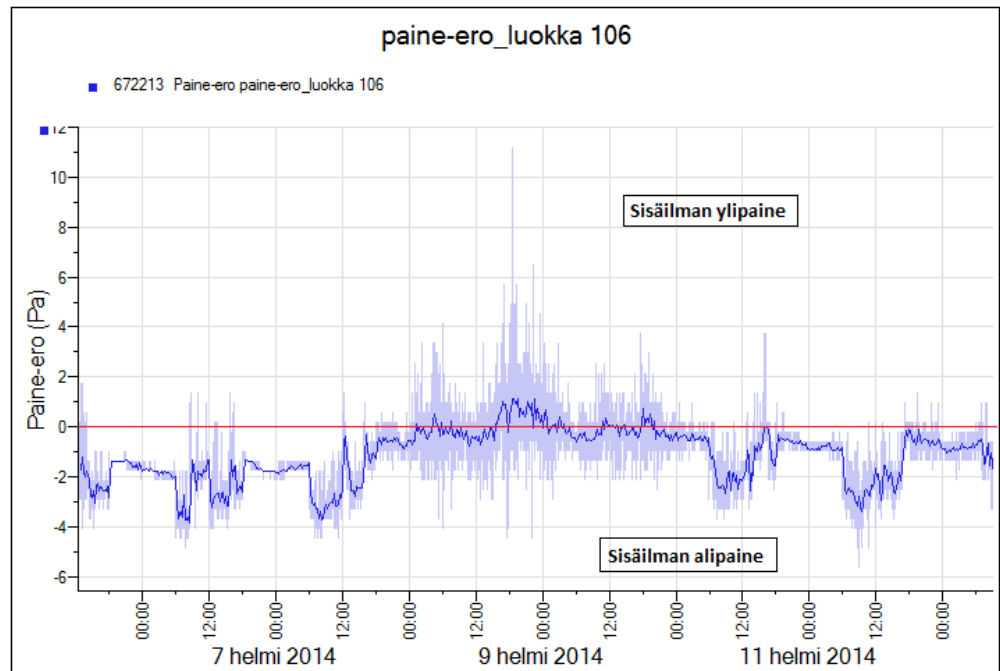
Tilan 101 ylipaineisuus on päiväsaikaan ilmanvaihdon ollessa 100 % käytöllä noin 2...3 Pa. Viikonloppuisin sisäilman ylipaine kasvaa noin arvoon 4... 6 Pa. Paine-erot ovat suhteellisen pieniä, mutta sisäilmassa ei saisi olla ylipainetta.

Mittauksen perusteella rakenteiden sisällä mahdollisesti olevat epäpuhtaudet eivät pääse kulkeutumaan sisäilmaan. Liian ylipaineinen sisäilma voi toisaalta aiheuttaa kosteusvaurioita rakenteisiin, jos sisäilman kosteus kulkeutuu rakenteisiin.



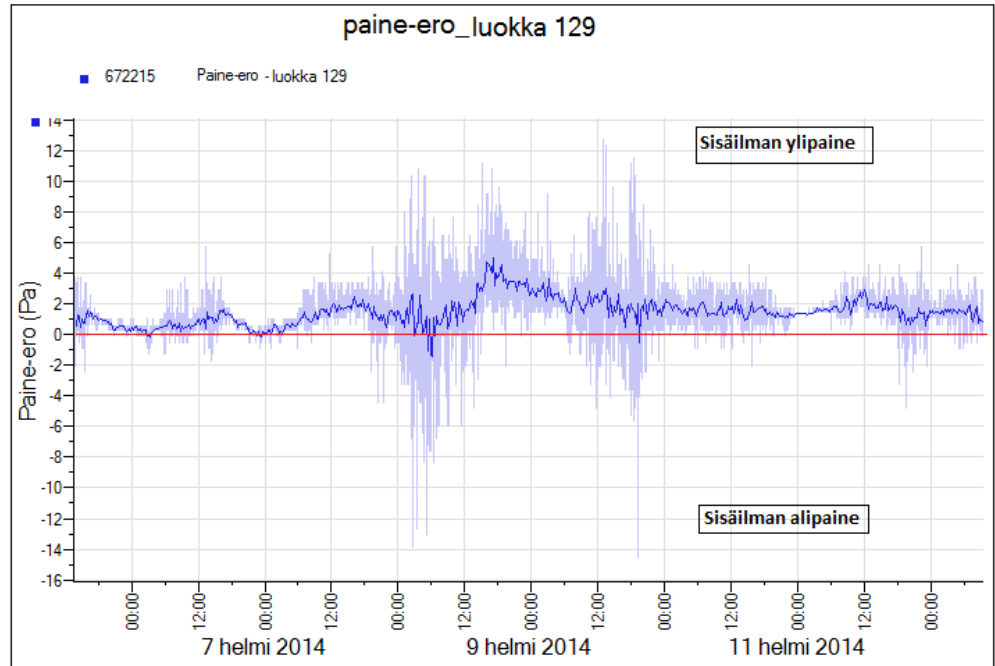
Kuva 80. Jatkuvatoimisen paine-eromittauksen tulokset tilasta 102. Tilan paine-ero ulkoilmaan nähden. Mittaus rakennuksen eteläpuolella, ikkuna etelään.

Luokan 102 alipaineisuus on suositeltavalla tasolla sen ollessa hyvinkin tasaisesti noin 0... 3 Pa. Viikonloppuisin ilmanvaihdon ollessa pois päältä, kasvavat paine-erot hetkittäin suuremmiksi.



Kuva 81. Jatkuvatoimisen paine-eromittauksen tulokset tilasta 106. Tilan paine-ero ulkoilmaan nähden. Mittaus rakennuksen pohjoispuolella, ikkuna pohjoiseen.

Paine-eromittausten tulokset osoittavat tilan 106 olevan pääsääntöisesti alipaineinen ulkoilmaan nähden. Arkipäivinä tilan alipaineisuus on sopivalla tasolla noin 0... 4 Pa. Viikonloppuisin heilahtelua on enemmän, mutta tällöinkin paine-erot ovat suhteellisen pieniä.



Kuva 82. Jatkuvat toimien paine-eromittauksen tulokset tilasta 129. Tilan paine-ero ulkoilmaan nähden. Mittaus rakennuksen itäpuolella, ikkuna itään.

Paine-eromittausten tulokset osoittavat tilan 129 olevan ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Ovi kyseisessä tilassa on tiivis muihin tämän rakennuksen tutkittuihin tiloihin verrattuna. Ylipaine on suhteellisen pientä, mutta tila pitäisi kuitenkin olla säädetty lievästi alipaineiseksi.

3.3.2 Sisäilman olosuhdemittaukset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja kosteutta mitattiin tallentavilla mittalaitteilla 7 vrk:n ajan. Mittausajanjakson aikana ilmanvaihto oli huoltomieheltä saatujen tietojen mukaan toiminnassa päiväsaikaan (klo 6-18) 100 % teholla ja yöaikaan sekä viikonloppuina kokonaan pois päältä. Mittaukset tehtiin 5.2. - 12.2.2014 välillä. Mittausajanjakson aikana, pidettiin tilojen ikkunat suljettuina. Myös ovet pidettiin suljettuina aina käytön/kulkemisen ulkopuolella.

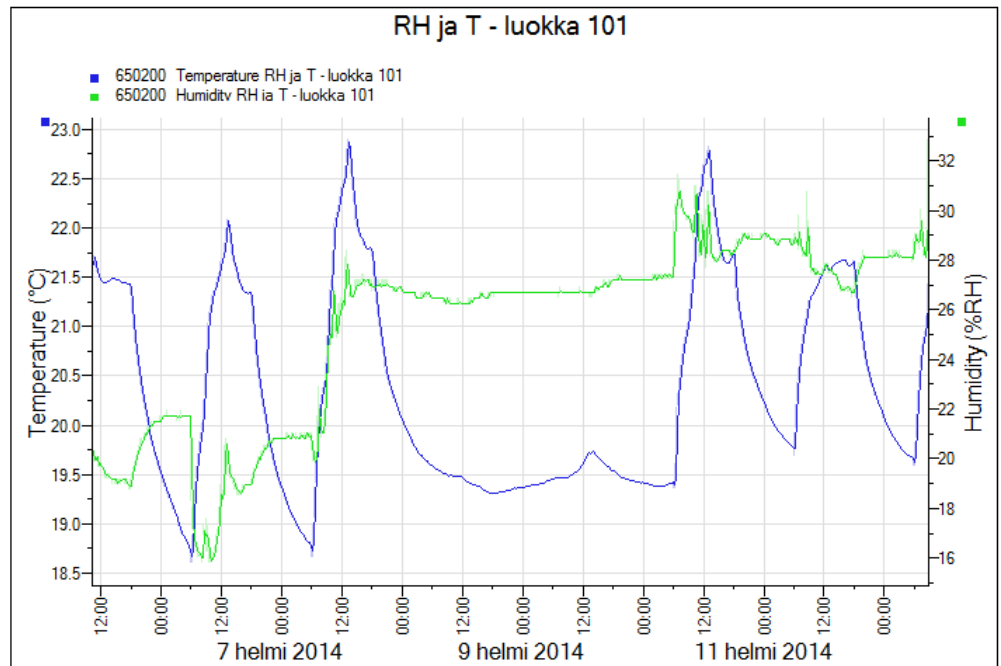
Mittaukset tehtiin tiloissa 101, 102, 106 ja 129. Hiilidioksidia (CO₂) mitattiin Tinytag TGE-0010 -mittalaitteella. Lämpötilaa ja kosteutta mitattiin Tinytag Ultra 2 -mittalaitteilla. Tilat, joissa on tehty tutkimuksia, on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 4).

Mittausten tulokset on esitetty piirretyissä kuvaajissa alla. Yli 60 % suhteellista kosteutta pidetään epätavanomaisena ja tavallisesti sisäilman kosteus on 20 - 60 %.

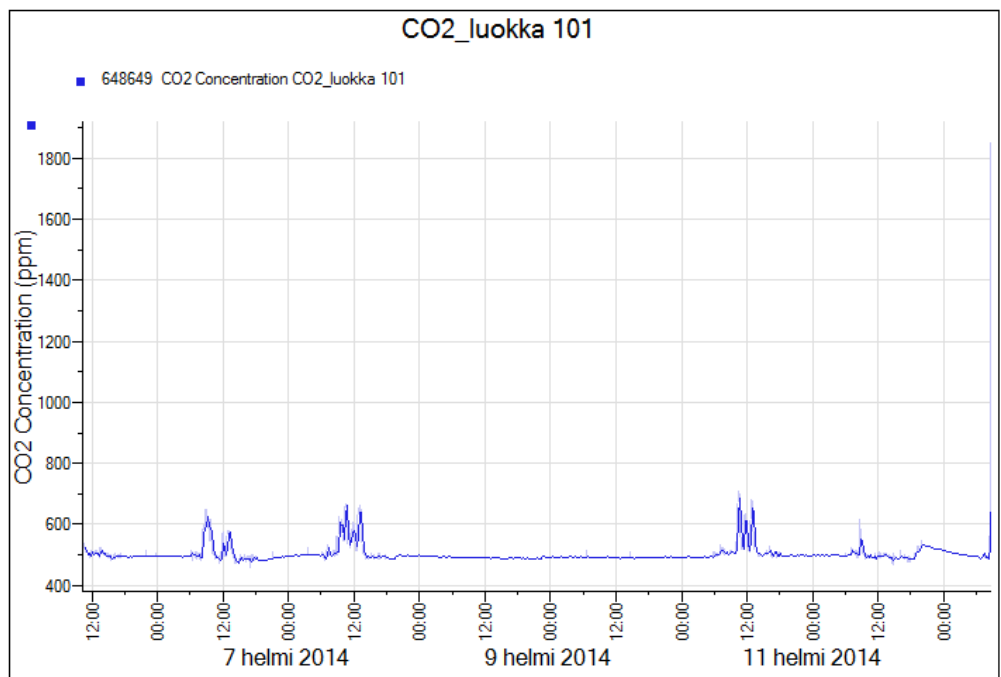
Sisätilan lämpötila ei saa nousta yli +26 °C ellei sisäilman kohonnut lämpötila johdu ulkoilman lämpimyydestä. Lämmityskaudella sisäilman lämpötilan ei tulisi ylittää +22 °C. Välttävän huoneilman lämpötilan rajana koulurakennuksessa voidaan pitää +20 °C ja hyvän tason rajana / tavoitetasona +21 °C. Sisätilojen viihtyvyyteen vaikuttavat sisäilman lämpötilan lisäksi muun muassa vedon tunne, rakenteiden pintalämpötilat ja yksittäiset ilmapuotokohdat.

Asumisterveysoppaan mukaan sisäilma ei ole terveydensuojelain vaatimukset täyttävää, jos hiilidioksidipitoisuus on yli 1 500 ppm. Huoneilma saattaa kuitenkin tuntua jo tunkkaiselta hiilidioksidipitoisuuden ylittäessä 1 200 ppm.

Luokkatila 101



Kuva 83. Kosteuden ja lämpötilan seurantamittaustulokset tilasta 101.

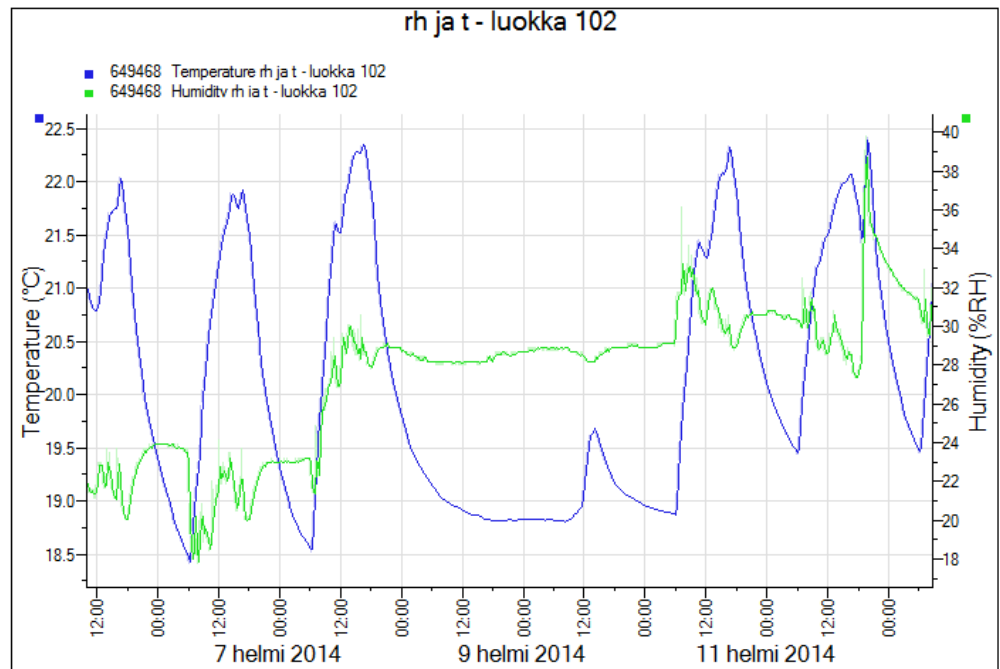


Kuva 84. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaustulokset tilasta 101.

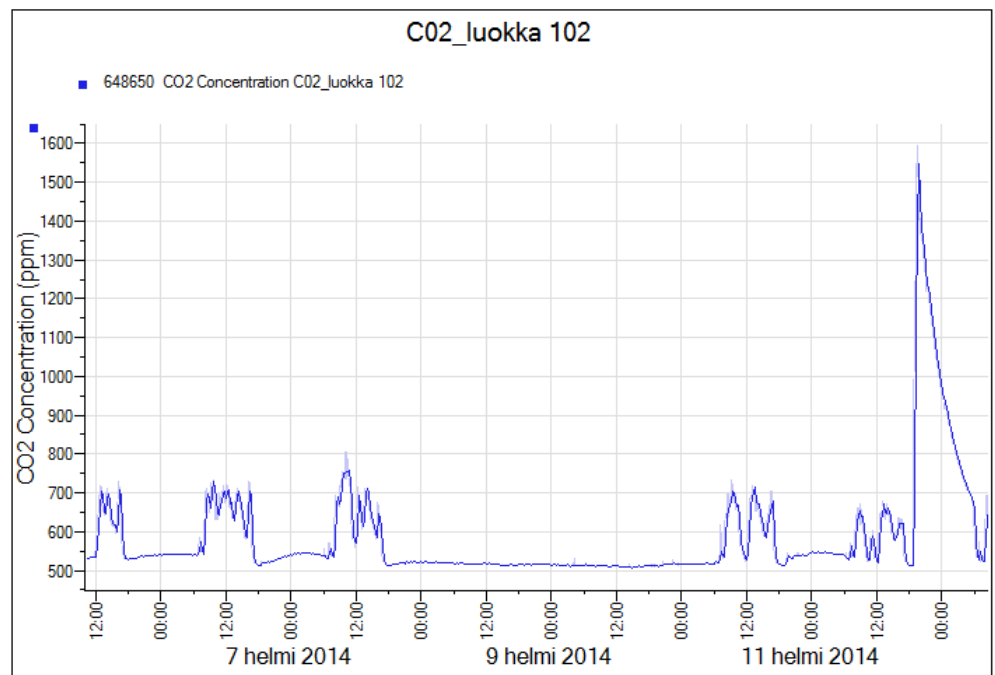
Tilassa 101 tehtyjen mittausten perusteella tilan sisäilman suhteellinen kosteus on kohtalaisen alhainen (noin RH 20 – 35 %). Hetkittäin sisäilma saattaa siis tuntua kuivalta. Sisäilman lämpötila vaihtelee suuresti ilmanvaihdon käyntiaikojen mukaan, sillä lämpötila vaihtelee noin 19... 22,5 °C välillä. Ajoittain lämpötila on liian alhainen ja toisaalta päivisin lämpötila saattaa olla liian korkea.

Tilan hiilidioksidipitoisuus on alhainen eikä se nouse käytönkään aikana kuin noin tasolle 600 ppm. Tilan hiilidioksidipitoisuus ei siis vaikuta huonontavasti sisäilman laatuun.

Luokkatila 102



Kuva 85. Kosteuden ja lämpötilan seurantamittaustulokset tilasta 102.



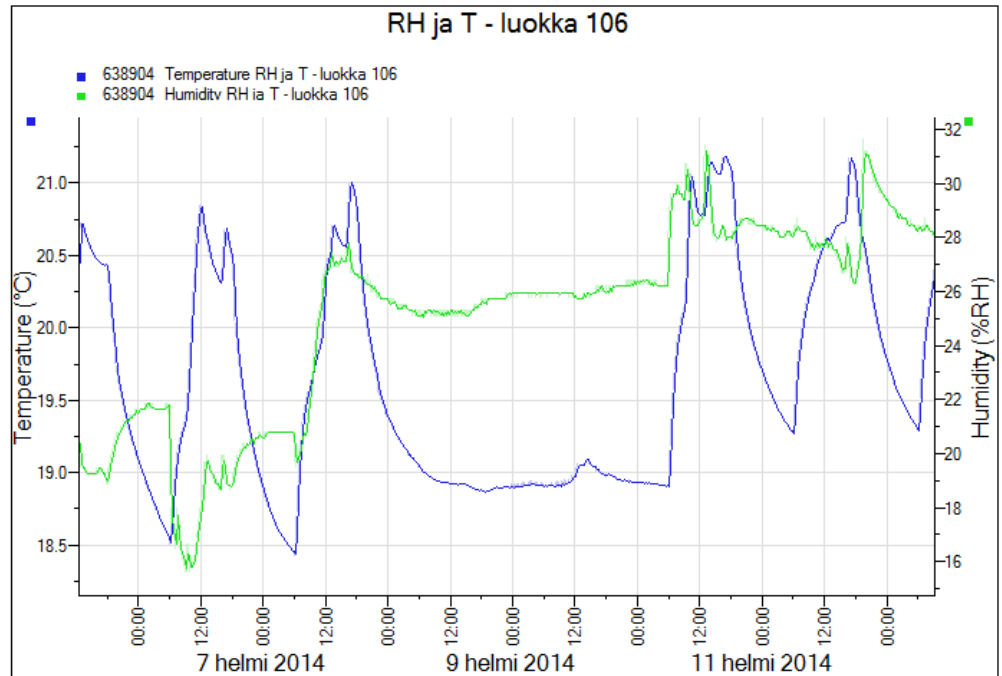
Kuva 86. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaustulokset tilasta 102.

Tilassa 102 tehtyjen mittausten perusteella tilan sisäilman suhteellinen kosteus on kohtalaisen alhainen (noin RH 20 – 35 %). Hetkittäin sisäilma saattaa siis tuntua kuivalta. Tässäkin tilassa sisäilman lämpötila vaihtelee suuresti ilmanvaihdon käyntiaikojen mukaan, sillä lämpötila vaihtelee noin 18,5... 22,0 °C välillä. Ajoittain lämpötila on liian alhainen.

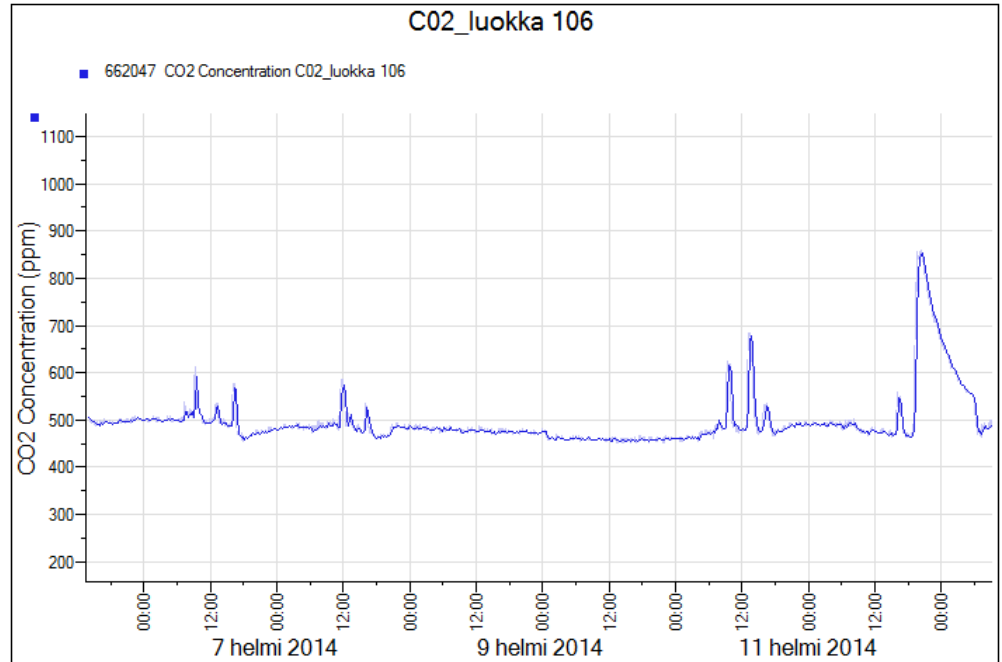
Normaalisti tilaa käytettäessä hiilidioksidipitoisuus nousee noin tasolle 700 ppm, joka on normaalia. Mittausjakson loppupuolella oleva piikki kuvaajassa osoittaa hetkellisesti hiilidioksidipitoisuuden voivan nousta huonolle tasolle. Tämän vain hetkel-

lisen korkean hiilidioksidipitoisuuden aiheuttajasta ei ole tietoa / tilan käyttäjämäärästä kyseisenä aikana ei ole tietoa.

Tila 106



Kuva 87. Kosteuden ja lämpötilan seurantamittaustulokset tilasta 106.

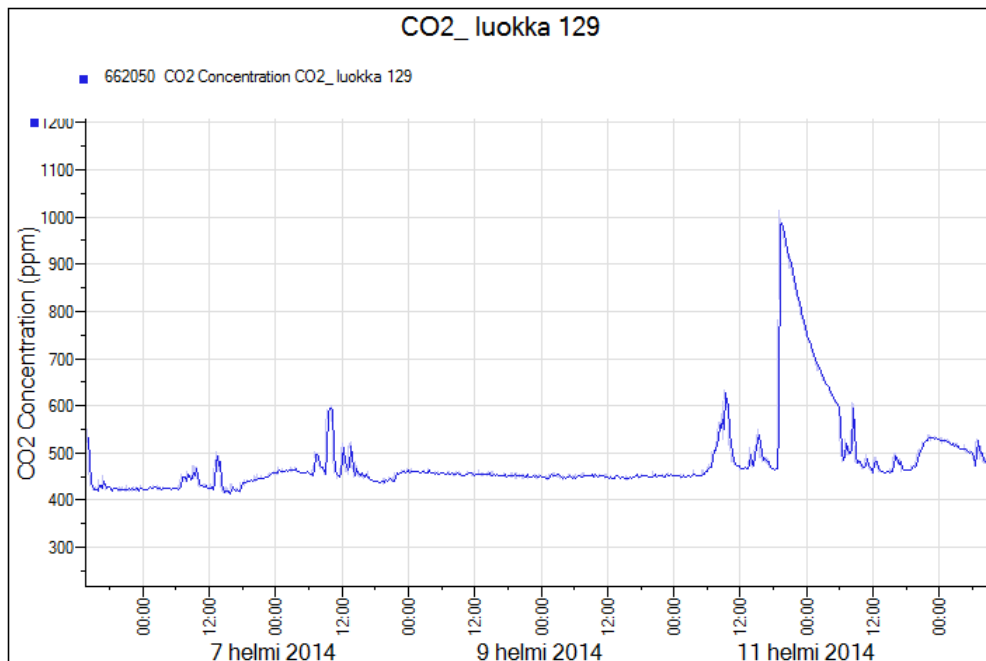


Kuva 88. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaustulokset tilasta 106.

Tilassa 106 tehtyjen mittausten perusteella myös tämän tilan sisäilman suhteellinen kosteus on kohtalaisen alhainen (noin RH 15 – 35 %), joten sisäilma saattaa hetkittäin tuntua kuivalta. Tässäkin tilassa sisäilman lämpötila vaihtelee suuresti ilmanvaihdon käyntiaikojen mukaan, sillä lämpötila vaihtelee noin 18,5... 21,0 °C välillä. Ajoittain lämpötila on liian alhainen.

Tilan hiilidioksidipitoisuus on alhainen eikä se nouse normaalisti käytönkään aikana kuin noin tasolle 600 - 700 ppm. Hiilidioksidipitoisuuden ei pitäisi siis vaikuttaa huomontavasti sisäilman laatuun.

Tila 129



Kuva 89. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaustulokset tilasta 129.

Normaalisti tilaa käytettäessä hiilidioksidipitoisuus nousee noin tasolle 500 - 600 ppm, joka on normaalia. Mittausjakson loppupuolella oleva piikki kuvaajassa osoittaa hetkellisesti hiilidioksidipitoisuuden voivan nousta tasolle 1000 ppm. Tämän vain hetkellisen korkean hiilidioksidipitoisuuden aiheuttajasta ei ole tietoa / tilan käyttäjämäärästä kyseisenä aikana ei ole tietoa.

3.3.3 Mineraalivillakuidut sisäilmassa

Paviljonkirakennuksen tiloista kerättiin yhteensä 3 kpl laskeumanäytteitä mineraalivillakuitupitoisuuden laskentaa varten. Näyte WJP 5 kerättiin tilasta 101, näyte WJP 6 tilasta 102 ja näyte WJP 7 tilasta 106. Laboratorioanalyysit tutkimuksista on esitetty liitteessä 7 ja näytteenottoaikat on esitetty tutkimuskartassa (Liite 4).

Näytteenotto suoritettiin Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaan. Keräysajankohta oli 29.1. - 12.12.2014. Näytteenottotasolle asetettiin keräysmalja, jolle pölyä kerättiin 14 vrk. Keräysmaljalta pöly kerättiin keräysajan jälkeen geeliteippiin, josta mineraalivillakuitujen määrä laskettiin valomikroskooppia käyttäen. Työterveyslaitoksen viitearvo mineraalivillakuitujen määrälle kahden viikon laskeuma-ajalla on <0,2 kpl/cm².

Näytteiden tulokset:

- Tilojen 101, 102 ja 106 kuitupitoisuudet olivat <0,1 kpl/cm².

Näytteiden perusteella missään tutkitussa tilassa mineraalivillakuitupitoisuudet eivät ylitä haitallisenä pidettyä viitearvoa.

3.3.4 Sisäilman VOC-mittaukset

Paviljonkirakennuksen sisäilmasta kerättiin 4 kpl VOC-ilmanäytteitä. Näyte 1 otettiin tilasta 102, näyte 2 tilasta 106, näyte 3 tilasta 129 ja näyte 4 tilasta 101. Tulokset näytteistä ovat kokonaisuudessaan liitteessä 6. Näytteenottokohdat on merkitty tutkimuskarttaan (Liite 4). Näytteenottoaika 60 min, pumpun ilmamäärä 150 ml/min.

VOC-näytteiden tulosten tulkinnaissa on sovellettu Työterveyslaitoksen käyttämiä viitearvoja sisäympäristön ongelmien tunnistamisessa puhtaissa toimistotyöympäristöissä, Asumisterveysopas 2009 (Ympäristö- ja terveyslehti). Lisäksi tulkinnaissa käytetään Valviran antamia ohjeita VOC-tulosten analysoinnissa. Valvira on ottanut kantaa yksittäisten yhdisteiden pitoisuuksiin.

Haihtuvien yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) parhaimman sisäilmastoluokan S1 raja-arvo on 200 µg/m³. Yli 250 µg/m³ pitoisuutta (TVOC) pidetään kohonneena pitoisuutena.

Analyyysien tulokset:

- Näytteen 1 (tila 102) kokonaispitoisuus (TVOC) on selvästi alle 200 µg/m³ (20,81 µg/m³). 2-etyyli-1-heksanolin ja TXIB-pitoisuudet eivät anna viitteitä lattiamaton vaurioista. Tulos ei viittaa haitallisiin pitoisuuksiin tai rakenteiden vaurioihin.
- Näytteen 2 (tila 106) kokonaispitoisuus (TVOC) on selvästi alle 200 µg/m³ (30,57 µg/m³). 2-etyyli-1-heksanolin ja TXIB-pitoisuudet eivät anna viitteitä lattiamaton vaurioista. Näytteessä havaittiin yksittäisenä kohonneena pitoisuutena toluenia, mutta kyseinen yhdiste ei viittaa vaurioihin rakenteissa. Näytteen tulos ei viittaa haitallisiin pitoisuuksiin tai rakenteiden vaurioihin.
- Näytteen 3 (tila 129) kokonaispitoisuus (TVOC) on selvästi alle 200 µg/m³ (25,58 µg/m³). 2-etyyli-1-heksanolin ja TXIB-pitoisuudet eivät anna viitteitä lattiamaton vaurioista. Tulos ei viittaa haitallisiin pitoisuuksiin tai rakenteiden vaurioihin.
- Näytteen 3 (tila 101) kokonaispitoisuus (TVOC) on selvästi alle 200 µg/m³ (15,94 µg/m³). 2-etyyli-1-heksanolin ja TXIB-pitoisuudet eivät anna viitteitä lattiamaton vaurioista. Myöskään tässä tilassa tulos ei viittaa haitallisiin pitoisuuksiin tai rakenteiden vaurioihin.

3.3.5 Sisäilman mikrobianalyysit

Paviljonkirakennuksesta kerättiin sisäilmanäytteitä mikrobianalyysia varten yhteensä 4 kpl. Näytteet kerättiin 6-vaiheimpaktorilla sisäilmasta. Näytteenottohetkellä ulkoilman lämpötila oli - 3 °C ja maa luminen. Tällä perusteella vertailunäytettä ulkoilmasta ei otettu.

Sosiaali- ja terveysministeriö on antanut Asumisterveysohjeessa ohjeita fysikaalisista, kemiallisista ja biologisista tekijöistä asunnossa ja muussa oleskeluun tarkoitettussa tilassa. Asumisterveysohjeen ohjeita ja mittausmenettelyjä voidaan soveltuvin osin käyttää myös muiden oleskelutilojen, kuten esimerkiksi koulurakennusten terveydellisten olojen arviointiin (Asumisterveysohje 2003).

Mikrobinäytteenottoaikat on merkitty liitteen 4 tutkimuskarttaan. Tilat valittiin käyttäjien haastattelun perusteella. Mikrobinäytteet kerättiin seuraavasti:

- Näyte WSP 1: Tila 102
- Näyte WSP 2: Tila 101
- Näyte WSP 3: Tila 106
- Näyte WSP 4: Tila 129

Mikrobinäytteidenotto ja analysointi on tehty Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen 2003:1 ja asumisterveysoppaan ohjeiden mukaan. Näytteiden analysointi on tehty Työterveyslaitoksen laboratoriossa.

Jos talviaikana sisäilman sieni-itiöpitoisuus on yli 100 cfu/m³, aktinobakteeripitoisuus yli 10 cfu/ m³ tai näytteen mikrobilajisto on tavanomaisesta poikkeava, on mikrobikasvun esiintyminen rakennuksessa todennäköistä. Yksittäisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobien esiintyminen sisätiloissa on kuitenkin normaalia. Suuri bakteripitoisuus (yli 4500 cfu/m³) on useimmiten osoitus puutteellisesta ilmanvaihdosta.

Toimistorakennuksissa sisäilman mikrobipitoisuudet ovat pienempiä kuin asuinrakennuksissa ja vastaavissa oleskelutiloissa. Vastaavat laajaan tutkimusaineistoon perustuvat raja-arvot ovat toimistorakennuksissa sieni-itiöille 50 cfu/m³, aktinobakteereille 5 cfu/m³ ja bakteereille 600 cfu/m³.

Ilmanäytteiden tulkinta:

- Näytteessä WSP1 mikrobien pitoisuudet ovat tavanomaisia. Sieni-itiöiden ja bakteerien kokonaispitoisuudet ovat pieniä. Näytteessä havaittiin yksittäisiä kosteusvauriolajia olevia mikrobeja, joiden esiintyminen yksittäisinä sisäilmassa on kuitenkin normaalia. Näytteessä ei havaittu aktinobakteereja.
- Näytteessä WSP2 mikrobien pitoisuudet ovat tavanomaisia. Sieni-itiöiden ja bakteerien kokonaispitoisuudet ovat pieniä. Näytteessä ei havaittu aktinobakteereja eikä kosteusvauriolajeja.
- Näytteessä WSP3 mikrobien pitoisuudet ovat tavanomaisia. Sieni-itiöitä ei havaittu ja bakteerien kokonaispitoisuus on pieni. Näytteessä ei havaittu aktinobakteereja eikä kosteusvauriolajeja.
- Näytteessä WSP3 mikrobien pitoisuudet ovat tavanomaisia. Sieni-itiöiden ja bakteerien kokonaispitoisuudet ovat pieniä. Näytteessä ei havaittu aktinobakteereja eikä kosteusvauriolajeja.

Kaikkien ilmanäytteiden mikrobipitoisuudet ja lajisto ovat tavanomaisia eikä näytteiden perusteella viitteitä rakenteiden kosteusvaurioihin tai mikrobilähteeseen havaittu.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPIDE- EHDOTUKSET

Ala-asterakennuksen ja paviljonkirakennuksen tutkimustulosten johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset käsitellään tässä erikseen. Rakennukset ovat rakenteiltaan ja kunnoltaan erilaisia.

4.1 Ala-asterakennus

Tutkimustulosten perusteella ala-asterakennuksesta ei löydetty yksiselitteistä selkeää syytä sisäilmaoireiluun. Tutkimusten perusteella vesikattovuotojen aiheuttamat vauriot ovat kuitenkin todennäköisimpiä syitä sisäilmaongelmiin. Tutkimustulosten perusteella on syytä tehdä vielä tarkentavia tutkimuksia rakennukseen (toisen kerroksen väliseinärakenteet), jotta korjaustoimenpiteiden tarve ja laajuus saadaan selvitettyä.

4.1.1 Lisätutkimukset

Yhdestä yläpohjasta otetusta mikrobinäytteestä sekä yhdestä väliseinästä (aulatila 2.31) otetusta mikrobinäytteestä löydettiin viitteitä mikrobivaurioituneeseen materiaaliin. Rakenneavausten ja kosteusmittausten perusteella aulatilän väliseinien materiaalit vaikuttivat kuitenkin kuivilta ja vaurioitumattomilta. Mikrobinäytteet ja havainnot väliseinissä vesikattovuotoalueilla ovat yksittäisiä ja paikallisia. Tämän vuoksi suositellaan väliseinärakenteista otettavaksi laajemmalla otoksella rakennusmateriaalinäytteitä, joilla voidaan varmistaa väliseinärakenteiden mahdollisesti vaurioituneiden materiaalien sijainti ja laajuus aulatilassa 2.31 ennen laajempia purku-/korjaustoimenpiteitä.

4.1.2 Ulkoseinät

Ulkoseinärakenteiden sisäpinnoilla ei havaittu merkkejä merkittävästä vaurioista. Rakenteiden liittymissä havaittiin kuitenkin epätiiviyiskohtia, joiden kautta rakenteiden sisällä (tutkimusten perusteella yläpohjasta) olevat epäpuhtaudet kulkeutuvat sisätilojen alipaineen vuoksi sisäilmaan.

Yhdestä ulkoseinän eristevillasta otetusta rakennusmateriaalinäytteestä ei havaittu viitteitä mikrobivaurioitumiseen.

Toimenpide-ehdotukset

- Vaipparakenteiden epätiiviyiskohtien tiivistyskorjaus
- Epätiiviyiskohtia ovat etenkin ulkoseinien ja yläpohjan liittymät, ikkunaliittymät sekä kattokaivojen ym. läpivientien liittymät

4.1.3 Yläpohja ja vesikatto

Sisätilojen kattopinnoilla havaittiin vesivuodoista johtuvia vaurioita. Osa vuotokohdista on paikattu, mutta saatujen tietojen mukaan vuotoja havaitaan edelleen myös uusissa paikoissa. Saatujen tietojen mukaan kattorakenteisiin tehdään paljon ilkivaltaa ja tämän vuoksi reikiä on kattopinnoilla monin paikoin.

Rakenneavausten perusteella yläpohjarakenteen villaeristeet ovat osassa avauskohdista kostuneita. Lisäksi höyrynsulkumuovin alla on todennäköisesti vuotojen seurauksena sinne päässyttä kosteutta.

Yläpohjarakenteen tuuletus perustuu bitumikermin alla olevan kovan mineraalivillalevyn urituksiin sekä alipainetuulettimiin. Alipainetuulettimien määrä on kuitenkin vähäinen, tietyillä kattotasoilla niitä ei ole ollenkaan. Todennäköisesti uritusten ko-

koojakanavat eivät suurilta osin johda alipainetuulettimille, joten tuuletus ei ole yhtenäinen. Yläpohjan rakennusfysikaalinen toiminta on kaikkien näiden edellä mainittujen seikkojen vuoksi puutteellinen.

Vesikattovuotojen seurauksena vuotojälkiä ja vaurioita on ollut mm. alakattorakenteissa. Rakenneavausten perusteella myös kattokaivojen kohdilla kaivojen eristysvillat ovat paikoin vaurioituneet.

Vesikatolle annetaan kaksi toimenpide-ehdotusta. Varsinainen korjaustoimenpide-ehdotus on perusteellinen korjaus, jossa vesikatto uusitaan kokonaan. Tällöin rakenteen rakennusfysikaalinen toiminta saadaan toteutettua samalla kertaa oikeaksi. Huoltoluonteisena korjauksena voidaan harkita toimenpidettä, joka on kevyt korjaus/paikkaus, jolla katteen kokonaan uusimisen ajankohtaa voidaan hieman siirtää, mutta katon toimintapuutteita ei voida kokonaan poistaa.

Tämän tutkimuksen suositus on vaihtoehdon 1 (VE1) toteutus kahden vuoden kuluessa.

Rakennuksella ja vesikatolla on ikää lähes 20 vuotta. Vesikatteen tekninen käyttöikä RT-kortin mukaan on noin 30 vuotta, mutta rasitetuissa olosuhteissa se voi olla jopa vain noin 20 - 25 vuotta. Vesikattoon kohdistunut ilkivalta onkin selvästi laskenut katteen oletettavaa ja jäljellä olevaa käyttöikää.

Huoltoluonteiset toimenpiteet:

- Huoltoluonteisena toimenpiteenä suositellaan vesikaton kattokaivojen säännöllistä puhdistamista.
- Huoltoluonteinen korjaus. Vesivuotokohdat paikataan. Kattokaivoihin asennetaan kaksinkertaiset sihdit vesipatoutumien estämiseksi. Tällä korjauksella vesikattorakenteiden liittymien epätiiviyyskohtia/vesivuotokohtia ei saada luotettavasti/kestävästi paikattua. Sisäpuolella vaipparakenteiden epätiiviyyskohdille tehdään tiivistyskorjaus.
- Vaipparakenteiden tiivistyskorjaukset ennen katon kokonaan uusimista.

Toimenpide-ehdotukset

- Jotta ilkivallan aiheuttamat vauriot jatkossa voidaan välttää, tulee rakennuksen valvontaa tehostaa ja kaikki pienetkin mahdolliset kulkureitit katolle estää esimerkiksi piikkilanka-aidoin. Tämä korostuu etenkin, kun vesikattoa uusitaan.
- Vesikatto uusitaan kokonaan. Bitumikermit ja eristykset poistetaan kokonaan ja rakenne suunnitellaan sekä toteutetaan kosteusteknisesti toimivaksi. Lämmöneristystä parannetaan räystäskorkeuden sallimissa puitteissa. Höyrynsulun tarve ja materiaali tarkastetaan. Rakenteen tuuleuksesta on huolehdittava ja kaadot toteutetaan nykyistä paremmin.

4.1.4 Väliseinä- ja alakattorakenteet

Vesikattovuotojen seurauksena väliseinä- ja alakattorakenteissa havaittiin vaurioita. Vaurioalueet ovat ainakin aulatila 2.31, rakenneavauksen RAK10 kohta tilan 2.13 edustalla ja rakenneavauksen RAK9 kohta WC-tilassa. Aulatilassa 2.31 väliseinästä otetussa mikrobinäytteessä havaittiin viitteitä materiaalin mikrobivauriosta.

Toimenpide-ehdotukset

- Varmistetaan aulatilassa 2.31 aiemmin vesikattovuotojen seurauksena tehdyt korjaustoimenpiteet ja toimenpiteiden laajuus. Tällä pyritään selvittämään, onko väliseinärakenteissa alkuperäisiä materiaaleja.
- Aulatilassa 2.31 ja liittyvien alueiden väliseinärakenteista otetaan suuremmalla otoksella rakennusmateriaalinäytteitä mikrobianalyysejä varten. Näytteiden tulosten perusteella määritetään tarvittaessa toimenpide-ehdotukset rakenteiden purku- ja korjausmenetelmille ja ennen kaikkea todellinen korjaustarve sekä -laajuus. Yleisesti ottaen mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku tehdään ohjekortin Ratu 82-0383 (Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku) mukaisesti.
- Vaihtoehtoisesti voidaan vesivuotokohtien läheisyydessä purkaa kastuneet kevyet rakenteet (väliseinät ja alakatot) suoraan ja uusina riittävässä laajuudessa (vähintään 1 metri vaurioitumattomalle alueelle).

4.1.5 Sisäilma

Tutkittujen tilojen sisäilmassa ei todettu haitallisia määriä mineraalivillakuituja. Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittausten perusteella tilojen sisäilma saattaa paikoin talviaikana olla kuivan tuntuista. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus on hetkittäin tiloissa 2.13 ja 2.42 noussut lähelle huonoa tasoa, mutta yleisesti ottaen tutkittujen tilojen sisäilman hiilidioksidipitoisuudessa on normaalia käytöstä johtuvaa vaihtelua eikä pitoisuus ole sisäilman laatua heikentävällä tasolla. Tältä osin ilmanvaihto on tiloissa riittävä.

Sisätilojen paine-eromittausten mukaan osa tiloista on hyvin alipaineisia ulkoilmaan nähden. Alipaineisuus korostuu tiloissa 2.13 ja 2.32, joissa alipaineisuus saattaa olla jopa 15-20 Pa. Kun samalla yläpohjan eristevillassa on todettu mikrobivaurioita, kulkeutuu näin ollen rakenteiden epätiiviykskohdista epäpuhtauksia sisäilmaan.

Toimenpide-ehdotukset

- Suositellaan ilmanvaihdon säätämistä uudelleen (tulo- ja poistoilmavirtojen suhde). Sisätilojen alipaineisuus tulee saada tasolle noin 0... 2 (5) Pa. Suuria vaihteluita paine-eroissa tulee saada pienennettyä. Myös ilmanvaihdon 50 %:n teholla pieni alipaine tulee säilyä. Lämpötilan tavoitetaso tulee olla 21 °C eikä se saa laskea alle 20 °C.

4.1.6 Korjauksissa huomioitavaa

Vesikaton vuotojen ehkäiseminen / vesikaton uusiminen sekä toisaalta sisätiloissa olevien vesikattovuotojen seurauksena tulleiden sisätilojen rakenteiden korjaaminen tulee tehdä suunnitelmallisesti. Ensin tulee rakenteista poistaa vaurioitumisen syy eli vesikattovuodot ja sen jälkeen tehdä muut korjaustoimenpiteet.

Vesikaton ja ulkoseinien toimenpide-ehdotuksissa mainittu vaipparakenteiden tiivistyskorjaus tulee tehdä järjestelmällisesti kaikkiin tiloihin ja epätiiviykskohtiin. Suurimmat ja merkittävimmät epätiiviykskohdat / halkeamat on havaittavissa silmämääräisesti, mutta pienempien epätiiviykskohtien paikantamiseen voidaan käyttää apuna lämpökameraa.

4.2 Paviljonkirakennus

Tutkimusten perusteella paviljonkirakennuksesta ei löydetty viitteitä sisäilmaongelmien syistä. Erilaisten sisäilmaa mittaavien tutkimusten tulosten perusteella sisäilman tila ja eri tekijöiden pitoisuudet ovat alhaisia ja normaaleja. Myös rakenteista silmämääräisesti tehdyt havainnot tukevat käsitystä rakenteiden toimivuudesta, vaurioitumattomuudesta sekä jopa varsin hyvästäkin kunnosta.

Tutkimustulosten perusteella ei katsota olevan aihetta lisäselvityksiin.

4.2.1 Rakenteet yleisesti

Silmämääräisesti tarkasteltuna paviljonkirakennuksen rakenteet vaikuttivat hyväkuntoisilta ja toimivilta eikä merkittäviä vaurioita havaittu. Tehtyjen havaintojen tai saatujen tietojen perusteella ei löydetty sisäilmaan heikentävästi vaikuttavia tekijöitä.

Paikoin ilmanvaihdon tuloilmaelimet olivat likaisia ja pölyisiä. Ilmanvaihtoa tai kanavia ei tutkittu tarkemmin eikä esimerkiksi ilmanvaihtokanavien mahdollisen viimeisimmän nuohouksen ajankohdasta ole tietoa.

Toimenpide-ehdotukset

- Puhdistetaan ilmanvaihdon tuloilmaelimet.

4.2.2 Sisäilma

Tutkittujen tilojen sisäilmassa ei todettu haitallisia määriä mineraalivillakuituja. Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittausten perusteella sisäilma saattaa paikoin talviaikana olla kuivan tuntuista.

Sisäilman hiilidioksidipitoisuus oli yhtenä päivänä tiloissa 102 ja 129 noussut huonolle tasolle, mutta yleisesti ottaen tutkittujen tilojen sisäilman hiilidioksidipitoisuudessa on normaalia käytöstä johtuvaa vaihtelua eikä pitoisuus ole sisäilman laatua heikentävällä tasolla. Saattaa olla, että suurilla käyttäjämäärillä tilojen ilmanvaihto on riittämätön, mutta nykyisessä ja normaalissa käytössään se on riittävää.

Sisätilojen paine-eromittausten mukaan painesuhteet vaihtelevat tiloittain hieman 0 Pa molemmin puolin. Tiloissa 102 ja 106 sisäilman alipaine oli sopiva noin 0...4 Pa. Tiloissa 101 ja 129 sisäilma oli kuitenkin ylipaineinen. Paine-erot ovat suhteellisen pieniä ja niissä on luonnostaankin säästä ja ilmansuunnasta aiheutuvia eroja.

Paviljonkirakennuksesta otettujen VOC-ilmanäytteiden tulokset eivät anna viitteitä sisäilmaongelmista myöskään VOC-pitoisuuksien osalta. Sekä näytteiden TVOC-pitoisuudet ($16-31 \mu\text{g}/\text{m}^3$) että yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat alhaisia. Näiden perusteella lattiamatoista tai niiden vaurioista johtuvia päästöjä ei sisäilmassa ole. Verrattuna aiemmin tehtyyn sisäilmatutkimukseen, ovat sisäilman TVOC-pitoisuudet nyt suurin piirtein samalla tasolla tai alempia (tulokset muutamia kymmeniä ja selvästi alle raja-arvojen).

Ilmasta otettujen mikrobinäytteiden perusteella ei viitteitä rakenteiden kosteusvaurioihin tai mikrobilähteeseen havaittu. Näytteiden mikrobipitoisuudet ovat pieniä eivätkä raja-arvoja ylittäviä. Myöskään näytteiden lajisto tai niiden pitoisuudet eivät viittaa mikrobivaurioihin rakenteissa.

Toimenpide-ehdotukset

- Suositellaan ilmanvaihdon säätämistä (tulo- ja poistoilmavirtojen suhde). Sisätilojen alipaineisuus tulee saada tasolle noin 0... 2 (5) Pa. Suuria vaihteluita paine-eroissa tulee saada pienennettyä. Myös ilmanvaihdon 50 %:n teholla pieni alipaine tulee säilyä. Lämpötilan tavoitetaso tulee olla 21 °C eikä se saa laskea alle 20 °C.

Sisäilman tutkimusten perusteella ei ole aihetta muihin toimenpiteisiin.

4.3 Korjauskustannukset

Esitettyjen korjausten alustavat kustannukset on arvioitu seuraavasti:

- Ala-asterakennuksen tarkentavat tutkimukset mahdollisten korjaustoimenpiteiden selvittämiseksi 5000 €
- Ala-asterakennuksen vaipparakenteiden epätiiviyyskohtien tiivistyskorjaus. 20 000 €
- Ala-asterakennuksen vesikaton kokonaan uusiminen ja lämmöneristysten vaihtaminen 500 000 €
- Ala-asterakennuksen vesikaton paikkaukset ja muut pienet huoltoluonteiset korjaustyöt ennen vesikaton kokonaan uusimista 20 000 €
- Ala-asterakennuksen ilmanvaihdon säätö (myös sisälämpötilan nostaminen) 5000 €
- Paviljonkirakennuksen huoltoluonteiset toimenpiteet (ilmanvaihdon tuloilmaelimiä puhdistus) 1000 €
- Paviljonkirakennuksen ilmanvaihdon säätö (myös sisälämpötilan nostaminen) 5000 €

Kustannukset on arvioitu karkealla tasolla (Alv 24 %). Kustannusarvion laadinnassa on käytetty apuna seuraavaa kirjallisuutta:

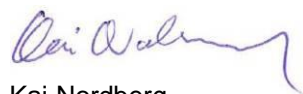
- Korjausrakentamisen kustannuksia 2013, Rakennustieto Oy
- Rakennusosien kustannuksia 2013, Rakennustieto Oy
- Talonrakennuksen kustannustieto 2013, Haahtela-kehitys Oy

Kustannusarviot sisältävät suunnittelu-, työnjohto-, työmaa- ja projektinjohtokustannukset.

Helsingissä 3.3.2014

WSP Finland Oy

Tarkastanut:



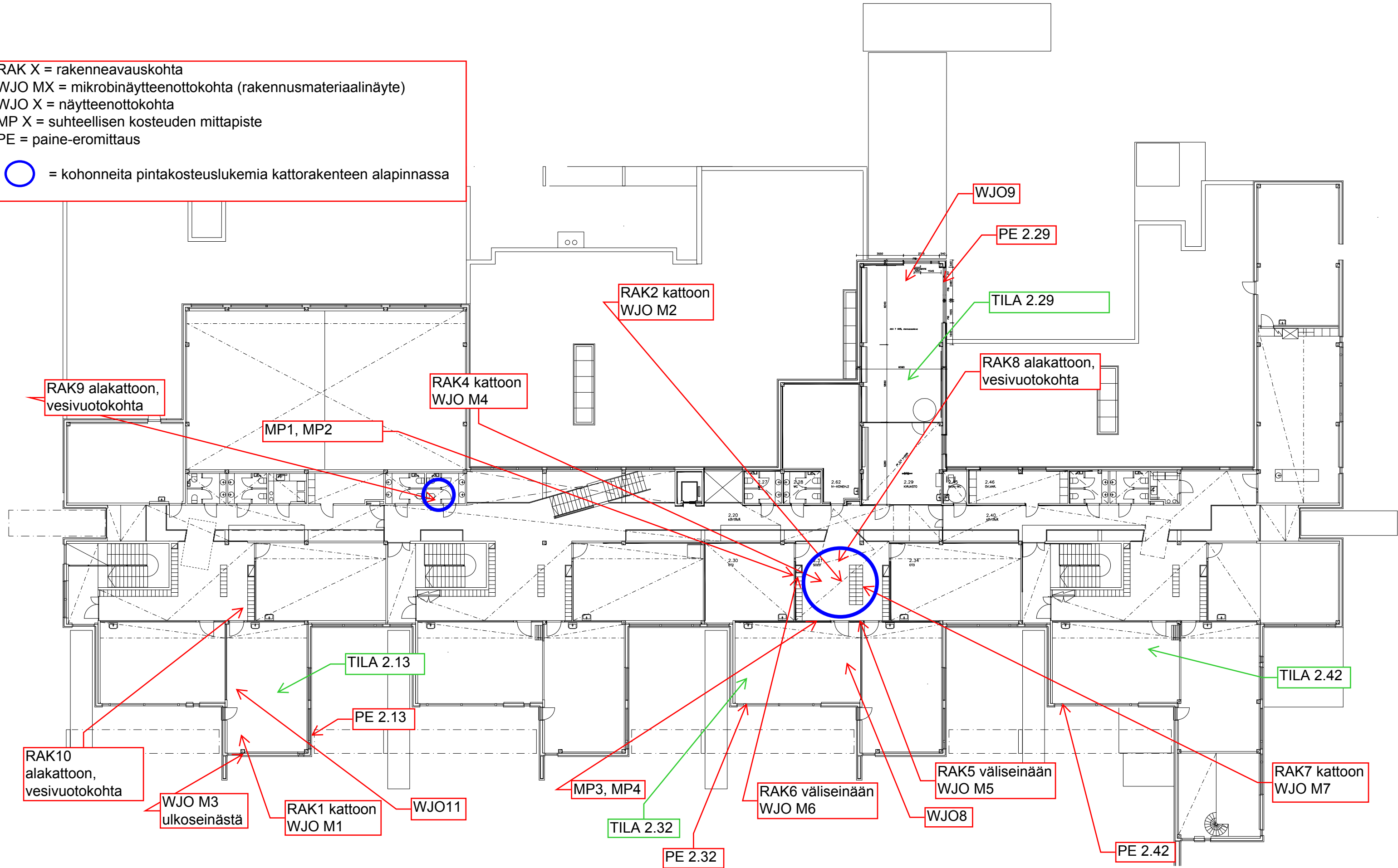
Kai Nordberg
Projekti-insinööri, DI



Petri Sippola
Projektipäällikkö, Ins.(AMK)

RAK X = rakenneavauskohta
WJO MX = mikrobinäytteenotto-kohta (rakennusmateriaalinäyte)
WJO X = näytteenotto-kohta
MP X = suhteellisen kosteuden mittapiste
PE = paine-eromittaus

○ = kohonneita pintakosteuslukuja kattorakenteen alapinnassa



WSP Finland Oy
Kai Nordberg
Heikkiläntie 7 D
00210 HELSINKI



Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Kai Nordberg
Näytteenottoaika: Tikkurila Vantaa
Näytteenottopäivämäärä: 14.11.2013
Vastaanottopäivämäärä: 19.11.2013
Näytemäärä: 7 kpl

Analyysimenetelmä: Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (AR1205-TY-030) Laimennossarjamenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä cfu/g (cfu = colony forming unit = pesäkettä muodostava yksikkö). Sisäinen menetelmä, STM Asumisterveysohje 2003:1, STM Asumisterveysopas 3. korjattu painos, 2009.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä.

Määrittäjä: 1000 cfu/g

Mikrobiryhmät	Kasvatusalustat	Kasvatus- lämpötilä	Kasvatus- aika
Mesofiiliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	25 °C	7 vrk
Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)	25 °C	7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. WJO M1 yläpohja, mineraalivilla
2. WJO M2 yläpohja, mineraalivilla
3. WJO M3 ulkoseinä, mineraalivilla
4. WJO M4 yläpohja, mineraalivilla
5. WJO M5 väliseinä, mineraalivilla
6. WJO M6 väliseinä, mineraalivilla
7. WJO M 7 yläpohja, mineraalivilla

Tulosten tulkinta

ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
ei viitettä vauriosta
heikko viite vauriosta
vahva viite vauriosta

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiilliset sienet Hagem-agar	DG18-agar	Mesofiilliset bakteerit ja aktinobakteerit THG-agar
1.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
2.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä 3784000 Muut bakteerit 3784000 <i>Streptomyces</i> * -
3.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
4.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä 1000 Muut bakteerit 1000 <i>Streptomyces</i> * -
5.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä - Muut bakteerit - <i>Streptomyces</i> * -
6.	Yhteensä 1000 <i>Penicillium</i> 1000	Yhteensä 1000 <i>A. versicolor</i> * 1000	Yhteensä 6000 Muut bakteerit 3000 <i>Streptomyces</i> * 3000
7.	Yhteensä 2000 <i>Cladosporium</i> 1000 hiivat, vaalea 1000	Yhteensä 23000 hiivat, vaalea 23000	Yhteensä 8909000 Muut bakteerit 8909000 <i>Streptomyces</i> * -

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, A. = Aspergillus, Streptomyces = aktinobakteeri (sädesieni), - = pitoisuus alle määrittämissä rajat

Tulkintaohje:

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikäli materiaalinäytteen elinkykyisten sieni-itiöiden pitoisuus on suurempi kuin 10 000 cfu/g, aktinobakteeripitoisuus on suurempi kuin 500 cfu/g tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavaa mikrobistoa (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, soveltamisopas 3. korjattu painos 2009). Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia. Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 cfu/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa.

Asiakasratkaisut



Marja Hänninen
mikrobiologi
Kuopio



Rauni Ala-aho
laboratoriomestari
Oulu

Tämän analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella. ©Työterveyslaitos

Työterveyslaitos

Aapistie 1, 90220 Oulu, puh. 030 4741, faksi 030 474 6000, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi/oulu

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puhelin 0207 864 12
Fax 0207 864 800

13.01.2014

WSP Finland
Kai Nordberg

MINERAALIVILLALASKENTA

Kohde Jokiniemen koulu

Analyyssimenetelmät Geeliteippinäytteiden mineraalivillakuitupitoisuudet laskettiin Nikon 50i polarisaatiomikroskoopilla.

Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Näytteenotosta vastaa tilaaja.

Tulokset

Näyte	Näytteenottoaika	Mineraalivillakuidut [kpl/cm ² *]
WJO 8	Luokka 2.32 hyllyn päällä noin 1,5 m korkeudella	< 0,1
WJO 9	Luokka 2.29 noin 1 m korkeudella	< 0,1
WJO 11	Luokka 2.13 hyllyn päällä noin 1,5 m korkeudella	0,1

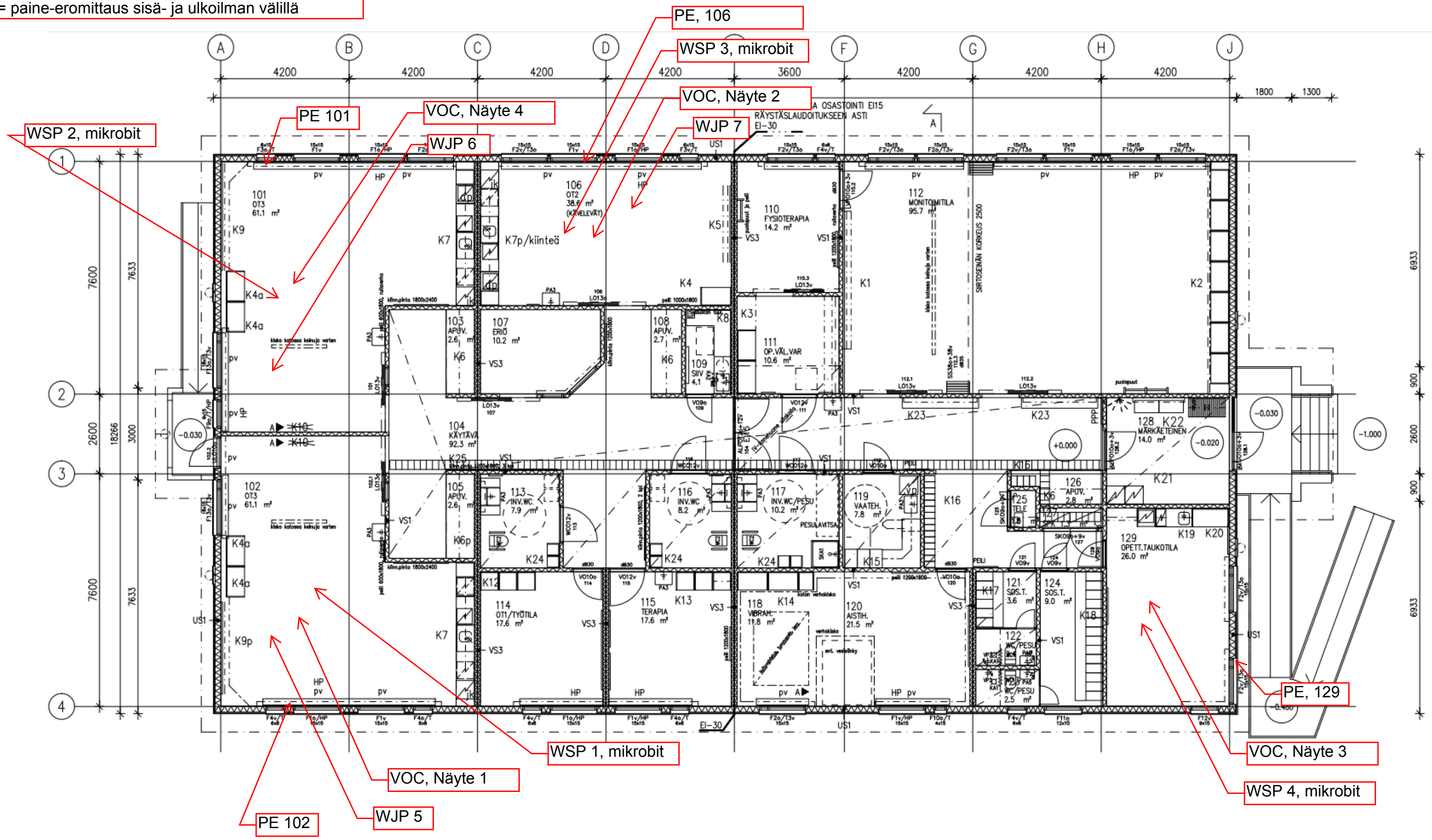
* Viitearvon >0,2 kpl/cm² ylittävät pitoisuudet kahden viikon laskeumanäytteille on lihavoitu (Työterveyslaitos 2009).

WSP FINLAND OY



Miika Värttö
tutkija, FM

Näyte X = VOC-ilmanäyte
WSP X, mikrobit = ilmanäyte, mikrobit
WJP X = mineraalivillakuitulaskeumanäyte
PE = paine-eromittaus sisä- ja ulkoilman välillä



WSP Finland Oy
Kai Nordberg
Heikkiläntie 7 D
00210 HELSINKI



Ilmanäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottaja: Kai Nordberg
Näytteenottoaika: Vantaa, Tikkurila, koulurakennus/viipalekoulu, luokkatilat
Näytteenottopäivämäärä: 5.2.2014
Vastaanottopäivämäärä: 6.2.2014
Näytemäärä: 4 kpl
Analyysimenetelmä: Impaktorilla kerätyn ilmanäytteen mikrobiologinen analysointi (AR1205-TY-035)
Kasvatusmenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä yksikössä cfu/m³ (cfu = colony forming unit = pesäkettä muodostava yksikkö). Sisäinen menetelmä, STM Asumisterveysohje 2003:1, STM Asumisterveysopas 3. korjattu painos, 2009.
Akkreditointi koskee ainoastaan ko. analyysiä.

Määrittäjä: 4 cfu/m³

Mikrobiryhmät

Mesofiiliset sienet
Mesofiiliset sienet
Mesofiiliset bakteerit ja
aktinobakteerit

Kasvatusalustat

Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)
Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)
Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)

Kasvatus- lämpötila

25 °C
25 °C
25 °C

Kasvatus- aika

7 vrk
7 vrk
7-14 vrk

Tutkitut näytteet

1. WSP 1
2. WSP 2
3. WSP 3
4. WSP 4

Tulosten tulkinta

tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen
tavanomainen

Analyysitulokset:

Näyte	Mesofiiliset sienet		Mesofiiliset bakteerit ja aktinobakteerit	
	Hagem-agar	DG18-agar	THG-agar	
1.	Yhteensä -	Yhteensä 4 <i>Wallemia</i> *	Yhteensä 21 Muut bakteerit 21 <i>Streptomyces</i> *	
2.	Yhteensä 4 steriilit 4	Yhteensä -	Yhteensä 11 Muut bakteerit 11 <i>Streptomyces</i> *	
3.	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä 4 Muut bakteerit 4 <i>Streptomyces</i> *	
4.	Yhteensä 4 <i>Penicillium</i> 4	Yhteensä -	Yhteensä 7 Muut bakteerit 7 <i>Streptomyces</i> *	

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, *Streptomyces* = aktinobakteeri (sädesieni), - = pitoisuus alle määrittämissä

Tulkintaohje:

Terveysperusteisia raja-arvoja sisäilman sieni-itiöpitoisuuksille ei ole olemassa. Asumisterveysohjeessa (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1, 2. korjattu painos 2008) annettujen tulkintaohjeiden mukaan taajamassa sijaitsevien asuinrakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 100 cfu/m³ ja aktinobakteeripitoisuudet yli 10 cfu/m³ talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Yksittäisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobin esiintyminen pieninä pitoisuuksina on kuitenkin normaalia. Suuri bakteeripitoisuus (yli 4500 cfu/m³) on useimmiten osoitus puutteellisesta ilmanvaihdosta.

Toimistorakennuksissa sisäilman mikrobipitoisuudet ovat pienempiä kuin asuinrakennuksissa. Sisäilman sieni-itiöpitoisuudet yli 50 cfu/m³ ja aktinobakteeripitoisuudet yli 5 cfu/m³ talviaikana viittaavat mikrobilähteeseen sisätiloissa. Poikkeava mikrobilajisto viittaa mahdolliseen kosteusvaurioon. Suuri bakteeripitoisuus (yli 600 cfu/m³) viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon rakennuksessa. (Salonen H. ym. Atmospheric Environment 2007, 41:6797-6807).

Asiakasratkaisut


Marja Hänninen
mikrobiologi
Kuopio



Mari Haapakoski
laboratoriomestari
Kuopio

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puh. 0207 864 12
Fax 0207 864 800

03.02.2014

WSP Finland Oy
Kai Nordberg

VOC-ANALYYSI

Kohde Jokiniemen ala-aste, paviljonkirakennus

Näytteenottopvm 29.1.2014, Kai Nordberg

Menetelmä Tilaajan toimittamien sisäilmanäytteiden VOC-analyysi on tehty ATD-GC-MSD -menetelmällä. Menetelmä on sovellettu standardista SFS ISO 16001-6:2011. Tulokset on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Menetelmän määrittäjäraja tolueenille 10 litran näytteellä on 0,23 µg/m³ ja mittaepävarmuus (95 % luotettavuustasolla) 5,1 %.

Tulokset

Näyte 1: Luokka 102
Näyte 2: Luokka 106
Näyte 3: Luokka 129
Näyte 4: Luokka 101

WSP Finland Oy
 Laboratoriopalvelut
 Kiviharjunlenkki 1 D
 90220 OULU
 Puh. 0207 864 12
 Fax 0207 864 800

03.02.2014

Yhdiste	Näyte 1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Näyte 2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Näyte 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Näyte 4 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Alkaanit yht.	0,51	5,11	5,83	0,99
Heksaani	0,51	1,13	1,85	0,99
Heptaani	N.D.	1,72	1,47	N.D.
3-metyyliheksaani	N.D.	2,26	2,51	N.D.
Aromaattiset yht.	4,72	7,44	5,88	1,33
Bentseeni	0,41	0,70	0,66	N.D.
Tolueneeni	1,10	5,51	4,73	0,84
Etyylibentseeni	0,51	N.D.	N.D.	N.D.
m/p-ksyleeni	2,70	1,23	0,49	0,49
Aldehydit yht.	10,18	11,00	8,25	8,73
Heksanaali	0,32	0,80	0,38	N.D.
Oktanaali	0,93	0,76	0,45	0,57
Nonanaali	3,99	4,74	3,49	3,77
Dekanaali	2,24	2,08	1,68	1,84
Bentsaldehydi	2,70	2,62	2,25	2,55
Alkoholit yht.	1,33	1,64	1,56	0,78
2-etyyli-1-heksanoli	1,33	1,64	1,30	0,78
Bentsyylialkoholi	N.D.	N.D.	0,26	N.D.
Ketonit	0,85	0,86	0,60	0,91
Asetofenoni	0,85	0,86	0,60	0,91
Siloksaanit yht.	0,69	2,17	2,01	0,39
Heksametyylisyklotrisiloksaani	0,45	0,41	0,31	0,39
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	N.D.	1,03	0,93	N.D.
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,24	0,73	0,77	N.D.
Muut yht.	1,71	1,66	1,45	2,51
Bentsoehappo	1,71	1,66	1,45	2,51
Mentholi	0,30	0,35	0,25	N.D.
Nonaanihappo	1,03	1,12	0,64	0,52
Tunnistamattomat yht.	0,82	0,69	0,00	0,30
Yhteensä (TVOC)	20,81	30,57	25,58	15,94

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puh. 0207 864 12
Fax 0207 864 800

03.02.2014

Tulosten tulkinta

Näytteiden 1, 2, 3 ja 4 haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) eivät aiheuta toimenpiteitä ($< 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Näytteessä 2 kohonneena pitoisuutena havaittiin toluenia.

Toluenin lähteitä ovat mm. maalit, lakat, liimat, pakokaasut, bensiini, liuottimet, seinäpinnoitteet, polyuretaani sekä puhdistusaineet.

Näytteiden 1, 3 ja 4 yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat tavanomaisia.

Viitteet

Työterveyslaitoksen käyttämiä viitearvoja sisäympäristön ongelmien tunnistamisessa puhtaissa toimistotyöympäristöissä.
Asumisterveysopas 2009 (Ympäristö- ja terveystieteiden tutkimuskeskus)

Yhteyshenkilö

Petri Perätalo, puh. 020-7864548

WSP FINLAND OY
Laboratoriopalvelut



Petri Perätalo
tutkija, laboratorioanalyytikko

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puhelin 0207 864 12
Fax 0207 864 800

12.02.2014

WSP
Kai Nordberg

MINERAALIVILLALASKENTA

Kohde Jokiniemen koulu

Analyyssimenetelmät Geeliteippinäytteiden mineraalivillakuitupitoisuudet laskettiin Nikon 50i polarisaatiomikroskoopilla.

Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Näytteenotosta vastaa tilaaja.

Tulokset

Näyte	Näytteenottoaika	Mineraalivillakuidut [kpl/cm ² *]
WJP 5	Luokka 101 hyllyn päällä noin 1,5 m korkeudella	< 0,1
WJP 6	Luokka 102 hyllyn päällä noin 1,5 m korkeudella	< 0,1
WJP 7	Luokka 106 hyllyn päällä noin 1,5 m korkeudella	< 0,1

* Viitearvon >0,2 kpl/cm² ylittävät pitoisuudet kahden viikon laskeumanäytteille on lihavoitu (Työterveyslaitos 2011).

WSP FINLAND OY



Miika Värttö
tutkija, FM