
TUTKIMUSSELOSTUS

SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



KARTANONKOSKEN YHTENÄISKOULU JA PÄIVÄKOTI

TILKUNTIE 5, VANTAA

51392.85

30.1.2015

| | |
|---|---|
| <p>Sweco Ratamestarinkatu 7a P.O. Box 88 FI-00521 Helsinki, Finland Telephone +358 207 393 300</p> | <p>Sweco Asiantuntijapalvelut Oy Reg.no: 2635440-5 Domicile: Helsinki www.sweco.fi</p> |
|---|---|

YHTEENVETO

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Kartanonkosken yhteiskoulun ja päiväkodin sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä. Tutkimuksia tehtiin jokaisen solun alueella. Lattiarakenteiden pintakosteudet mitattiin koko rakennuksessa ja tarkentavat rakennekosteusmittauksia tehtiin eri rakennesyvyyksille. Alapohja- ja yläpohjatilat, rakennuksen ulkovaippa ja alaslaskettujen kattojen yläpuoliset tilat tarkastettiin aistinvaraisesti. Sisäilmasta mitattiin mikrobeja, haihtuvia kemiallisia yhdisteitä sekä pinnoille laskeutuvia mineraalivillakuituja. Lattian pintamateriaalipäästöt mitattiin 10 tilassa. Sisätilan ja ulkoilman sekä ryömintätilan ja huonetilan välisiä painesuhteita tutkittiin eri puolilla rakennusta. Rakenteen ilmapuotoja tutkittiin neljässä luokkatilassa. Lisäksi kaikki ilmanvaihtokoneet tarkastettiin aistinvaraisesti sekä kanavien puhtautta arvioitiin pistokokokeenomaisesti.

Sisäilman laatu oli mittaushetkellä mikrobien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja mineraalivillakuitujen osalta normaali.

Ryömintiloissa havaittiin puutteita alapohjan läpivientien tiivistyksissä. Puutteita havaittiin AB-, D-, F-, G, H- ja I-solujen osalla. H-solun alapohjassa havaittiin runsaasti rakennusjätettä ja tilassa ummehtunut haju. Suhteellinen kosteus ja lämpötila oli kaikissa ryömintätiloissa normaali. D-solun ryömintätilasta havaittiin ilmapuotoja läpivienneistä ja rakenneliittymästä. E-solussa ei alapohjalaatassa ilmapuotoja havaittu.

Yläpohjatiloissa ei havaittu rakenneteknisessä tarkastelussa merkittäviä puutteita. AB- ja E-soluissa aluskate oli irronnut kattokannattajien päältä ilmanvaihtokonehuoneen seinän viereltä. Yläpohjan eristetilasta havaittiin vähäisiä ilmapuotoja luokan 2109 väliseinän ja yläpohjan liittymästä (tila alipaineistettu). Todennäköisesti ilmapuodot tulevat tiivistämättömistä yläpohjan läpivienneistä käytävän alaslasketun katon yläpuolella.

Solujen käytävillä on alaslasketut katot, joiden yläpuolella oli irtonaisia villalevyjä ja IV-kanavien päällä runsaasti pölyä. Läpiviennit sekä yläpohjaan että välipohjaan olivat tiivistämättömiä. Läpivienneistä ei havaittu ilmapuotoja merkkisavulla.

Ulkoseinärakenteissa havaittiin ilmapuotoja kaikissa tutkituissa tiloissa ikkunarakenteen ja ulkoseinän liittymäkohdissa. Lisäksi yhdessä luokassa havaittiin ilmapuoto alapohjan ja ulkoseinän liittymässä. Epäpuhtaudet voivat siirtyä ilmapuotokohtien kautta virtaavan ilman mukana sisäilmaan.

Lattiarakenteessa havaittiin paikoin kohonneita kosteuspitoisuuksia ja lattiapinnoitteessa kupruilua. Poikkeavaa kosteutta todettiin alapohjalaatassa I-solun käytävällä ja tyttöjen pukuhuoneessa sekä F-solun luokassa 1220 (RH 86-90%). Nämä tilat olivat väestösuojien alueella ja niissä on AP3-mukainen alapohjarakenne (>250 mm kantava teräsbetonilaatta). Kosteus rakenteessa on todennäköisesti rakennusaikaista kosteutta. Muovimattopinnoitteet ja niiden alapuoliset liima- ja tasoiteaineet eivät kestä pitkäaikaisesti yli 85 %

kosteuspitoisuuksia. Materiaalipäästömittauksissa ei havaittu missään tutkitussa tilassa lattiapinnoitteesta haihtuvia haitallisia yhdisteitä yli käytössä olevien ohjearvojen. Materiaalipäästömittauksia ei tehty tiloissa, joissa lattiapinnoitteesta havaittiin kupruilua.

Marras-joulukuussa 2014 suoritettujen ilmanvaihdon säätötyöt ovat vähentäneet painesuhteiden vaihtelua, mutta edelleen rakennuksen painesuhteet ulkoilmaan nähden ovat epätasapainossa. Useissa tiloissa sisäilman alipaine ulkoilmaan verrattuna laski hetkellisesti klo 23-01 välillä -6...-25 Pascaliin. Teknisen työn tilat olivat voimakkaasti ylipaineisia ulkoilmaan ja käytävätilaan nähden. Sisätilat olivat pääsääntöisesti ylipaineisia ryömintätilaan nähden lukuunottamatta G-solua, jossa sisätila oli koko seurantajakson ajan alipaineinen ryömintätilaan nähden. Tällöin epäpuhtaudet voivat päästä rakenteen ilmapuotokohtien kautta ryömintätilasta sisäilmaan. Myös ryömintätilan ja huonetilan välisissä painesuhdevaihteluissa havaittiin klo 23-01 välillä paine-eron muuttuminen alipaineiseksi, mikä lisää epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan.

Lattiapinnoite tulee uusiksi niissä tiloissa, joissa havaittiin kohonneita kosteuspitoisuuksia alapohjarakenteessa tai lattiapinnoitteesta kupruilua (1. kerroksessa F-solun VSS-alue ja I-solun VSS-alueella käytävä ja tyttöjen pukuhuone sekä 2. kerroksessa aulatila portaiden yläpuolella ja F-solun käytävä).

Alapohjalaatan tiivistämättömät läpiviennit sekä ulkoseinän rakenneliittymät tulee tiivistää ilmatiiviiksi. Ylä- ja välipohjan läpiviennit suositellaan tiivistettäväksi sekä alaslaskettujen kattojen yläpuoliset tilat puhdistettavaksi.

Ilmanvaihtokoneet ja kanavistot ovat hyväkuntoiset. Niissä ei havaittu merkittävää likakertymää eikä mineraalivillakuitujen lähteitä. Ilmanvaihdon toimintaa ohjaavassa automaatiossa (mm. kanavapainelähtetimissä) on ollut vakavia häiriöitä, joiden seurauksena tulo- ja poistoilmavirrat eivät ole pysyneet tasapainossa. Suositellaan uusimaan automaatio kokonaisuudessaan kesän 2015 aikana.

Rakennuksen ilmanvaihto tulee säätää automaatiojärjestelmän uusimisen jälkeen siten, että rakennuksen paine-erot ulkoilmaan nähden ovat keskimäärin lähellä nollaa kaikkina vuorokaudenaikoina. Ryömintätilojen tulee olla alipaineisia ympäröiviin tiloihin nähden kaikkina vuorokaudenaikoina.

Sisältö

| | |
|--|-----------|
| YHTEENVETO | 2 |
| 1 YLEISTIEDOT | 4 |
| 2 KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET | 5 |
| 3 ALAPOHJA | 5 |
| 3.1 RAKENTEET | 5 |
| 3.2 HAVAINNOT JA MITTAUKSET | 7 |
| 3.2.1 RAKENTEIDEN KOSTEUS | 10 |
| 3.2.2 LATTIAN PINTAMATERIAALIPÄÄSTÖT | 12 |
| 3.2.3 RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS | 12 |
| 3.2.4 PAINE-EROJEN SEURANTAMITTAUKSET | 12 |
| 3.3 JOHTOPÄÄTÖKSET | 13 |
| 3.4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET | 14 |
| 4 ULKOSEINÄT, IKKUNAT JA PIHA-ALUEET | 14 |
| 4.1 RAKENTEET | 14 |
| 4.2 HAVAINNOT JA MITTAUSTULOKSET | 15 |
| 4.2.1 RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS | 17 |
| 4.2.2 ULKO- JA SISÄILMAN VÄLINEN PAINE-ERO | 17 |
| 4.3 JOHTOPÄÄTÖKSET | 18 |
| 4.4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET | 18 |
| 5 VÄLIPOHJAT JA VÄLISEINÄT | 19 |
| 5.1 RAKENTEET | 19 |
| 5.2 HAVAINNOT JA MITTAUKSET | 21 |
| 5.3 JOHTOPÄÄTÖKSET | 23 |
| 5.4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET | 24 |
| 6 YLÄPOHJAT | 24 |
| 6.1 RAKENTEET | 24 |
| 6.2 HAVAINNOT JA MITTAUKSET | 25 |
| 6.2.1 RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS | 27 |
| 6.3 JOHTOPÄÄTÖKSET | 27 |
| 6.4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET | 27 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 7 | SISÄILMAN LAATU | 27 |
| 7.1 | SISÄILMAN MIKROBIT | 27 |
| 7.2 | SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET | 28 |
| 7.3 | PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT | 28 |
| 7.4 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 28 |
| 8 | ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TARKASTUS | 28 |
| 8.1 | HAVAINNOT | 28 |
| 8.2 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 28 |
| 8.3 | TOIMENPITEET | 28 |
| 9 | LIITTEET | 30 |

SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

1 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde: Kartanonkosken yhtenäiskoulu ja päiväkoti
Tilkuntie 5, Vantaa
Vantaa

Lähtötiedot:

Kartanonkosken yhtenäiskoulu ja päiväkoti on rakennettu vuonna 2006. Rakennus on tiilivuorattu (pinnassa osin rappaus), betonirunkoinen kaksitasoinen rakennus. Päiväkotirakennus (AB-solut) on yksitasoinen. Välipohjarakenteena on ontelolaatasto tai kantava teräsbetonilaatta. Rakennuksen alla on koneellisesti tuuletettu alapohja. Yläpohja on puurakenteinen. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanvaihtokanavat on puhdistettu vuonna 2011. Ilmanvaihdon säätötyö suoritettiin marras-joulukuussa 2014. Viimeiset toimintakokeet tehtiin 19.12.2014.

Tilaaaja: Pasi Salo
Vantaan Kaupunki
Tilakeskus, Rakennusten kunnossapito
Kielotie 13
01300 Vantaa
pasi.salo@vantaa.fi

Tutkimusryhmä:

Tutkimuksen tekijöinä olivat Sanna Pohjola, Elina Kuitunen, Hanna Kuitunen ja Marko Björkroth (Sweco Talotekniikka Oy). Tutkimukset kohteessa tehtiin 28.11.2014. - 9.1.2015.

Tutkimustavoite:

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä koulu- ja päiväkotirakennuksessa. Tarkempia tutkimuksia tehtiin niissä tiloissa, joissa käyttäjät ovat kokeneet oireilua.

Piirrustukset:

Pääpiirustus, uudisrakennus. Arkkitehtitoimisto Perko Oy 22.6.2004
Rakennepiirrustukset. Finnmap Consulting Oy

Muut tutkimukset ja kartoitukset:

Sisäilmasto ja kosteustekninen kuntotutkimus, Musiikkiluokka, Suomen sisäilmaston mittauspalvelu Oy 3.5.2011

Osittainen kuntotutkimus, Sisäilmatalo Kärki 11.8.2014
Ilmanvaihdon kuntotutkimus, Sweco Talotekniikka Oy 27.10.2014

2 KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET

| | |
|------------------------------|---|
| Sisäilman mikrobi | Ilmapumppu Thomas VTE 10, Andersen 6-vaihekeräin |
| VOC pumppu | SKC Model 222-3 |
| Lämpötila- ja kosteusmittari | Vaisala HM40, anturi HMP110 |
| Paine-eromittari | TSI Airflow PVM610, Tinytag 550942 Dwyer-paine-eromittari ja Tinytag-tiedonkeruujärjestelmä |
| Pintakosteusilmaisim | Gann hydrotest LG 1 |
| Kosteusmittari | Vaisala HMP41 ja HM40, mittapäät HMP42 ja HMP44 |
| Merkkiaineilaitteisto | Sensistor XRS9012, Innova 1412 |
| Alipaineistaja | BlowerDoor |

3 ALAPOHJA

3.1 RAKENTEET

Rakenteet piirrustusten mukaan:

AP1

pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
45-75 mm pintabetoni BY45, nimellispaksuus 60 mm
ontelolaatta
160 mm solupolystyreenilevy EPS 60S, kiinnitetty ontelolaattaan, saumat tiivistetään polyuretaanivaahdolla
>800 mm tuuletettu alustatila
150 mm sepeli 6...32 mm
0,2 mm suodatinkangas
perusmaa, kallistus salaojiin 1:100

AP2 (liikuntasali)

8 mm joustoparkettilattia
24 mm ympäripontattu vaneri
2 mm koolaushuopa
45 mm koolaus 45*95 k 600
2 mm koolaushuopa
45 mm koolaus 45*95 k 900, mineraalivilla 30 mm
työvara, tasauskiilay ja lauta 22*100 mm k 600 kestopuuta, mineraalivilla 50 mm
45-75 mm pintabetoni By45, nimellispaksuus 60 mm
ontelolaatta

160 mm solupolystyreenilevy EPS 60S, kiinnitetty ontelolaattaan, saumat tiivistetään polyuretaanivaahdolla
>800 mm tuuletettu alustatila
150 mm sepeli 6...32 mm
0,2 mm suodatinkangas
perusmaa, kallistus salaojiin 1:100

AP3 (VSS kuivat tilat)

pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
50-80 mm pintabetoni BY 45
>250 mm kantava teräsbetoni-laatta rakennepiirustusten mukaan
75 mm solupolystyreenilevy EPS 100 lattia, reuna-alueilla 125 mm tai kevytsora
>300 mm sepeli 6...32 mm, salaojitettu
0,2 mm suodatinkangas
perusmaa, kallistus salaojiin 1:100

AP4 (VSS laatoitetut kosteat tilat)

lattialaatoitus rakennusselostuksen mukaan
siveltävä lasikuitukankaalla vahvistettu vedeneristysjärjestelmä
90 mm pintabetoni BY45
>250 mm kantava teräsbetoni-laatta rakennepiirustusten mukaan
75 mm solupolystyreenilevy EPS 100 lattia, reuna-alueilla 125 mm tai kevytsora
>300 mm sepeli 6...32 mm, salaojitettu
0,2 mm suodatinkangas
perusmaa, kallistus salaojiin 1:100

AP5 (aula)

kuivapuristettu laatta ja kiinnityslaasti rakennusselostuksen mukaan
45-75 mm pintabetoni BY45, nimellispaksuus 60 mm
ontelolaatta
160 mm solupolystyreenilevy EPS 60S, kiinnitetty ontelolaattaan, saumat tiivistetään polyuretaanivaahdolla
>800 mm tuuletettu alustatila
150 mm sepeli 6...32 mm, salaojitettu
0,2 mm suodatinkangas
perusmaa, kallistus salaojiin 1:100

AP6 (teknisen työn luokka)

pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
80-100 mm teräsbetoni-laatta BY45
suodatinkangas
30 mm vaimennuseriste
ontelolaatta
160 mm solupolystyreenilevy EPS 60S, kiinnitetty ontelolaattaan, saumat tiivistetään polyuretaanivaahdolla
>800 mm tuuletettu alustatila
150 mm sepeli 6...32 mm, salaojitettu
0,2 mm suodatinkangas
perusmaa, kallistus salaojiin 1:100

AP7 (keittiö)

pintamateriaali ja –käsittely huoneselostuksen mukaan
100-130 mm teräsbetoniaatta BY45

ontelolaatta

160 mm solupolystyreenilevy EPS 60S, kiinnitetty ontelolaattaan, saumat
tiivistetään polyuretaanivaahdolla

>800 mm tuuletettu alustatila

150 mm sepeli 6...32 mm, salaojitettu

0,2 mm suodatinkangas

perusmaa, kallistus salaojiin 1:100

AP8-AP10

n. 10 mm lattialaatat, kiinnityslaasti

sertifioitu siveltyvä vedeneristejärjestelmä

45-75 mm pintabetoni BY45, nimellispaksuus 60 mm

ontelolaatta

160 mm solupolystyreenilevy EPS 60S, kiinnitetty ontelolaattaan, saumat
tiivistetään polyuretaanivaahdolla

>800 mm tuuletettu alustatila

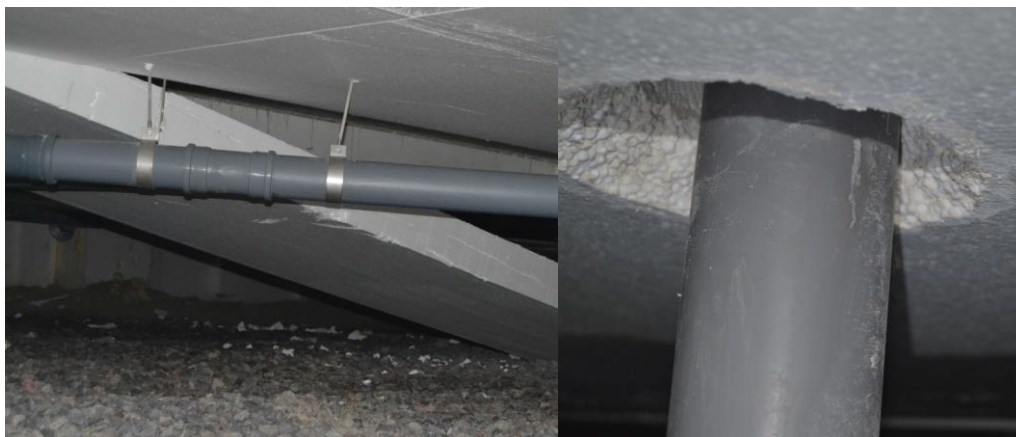
>150 mm sepeli 6...32 mm, salaojitettu

0,2 mm suodatinkangas

perusmaa, kallistus salaojiin 1:100

3.2 HAVAINNOT JA MITTAUKSET

Tuuletettu alustatila tarkastettiin jokaisen solun alueelta. Ryömintätilat ovat koneellisesti tuulettuja. Kiinteistöhoitajalta saadun tiedon mukaan kaikki alapohjien läpiviennit oli tiivistetty vuonna 2014 polyuretaanivaahdolla. Alapohjatiloista mitattiin ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila, tarkastettiin läpivientien tiivistykset sekä arvioitiin aistinvaraisesti tilassa mahdollisesti löytyviä puutteita.



Kuva 1. AB-solun (päiväkoti) alapohjassa muutama EPS-levy irronnut ontelolaatasta. Kaikkia viemärläpivientejä ei ollut tiivistetty. Tilan suhteellinen kosteus ja lämpötila oli normaali (58,2 %,

15,8°C). Sepelipinnalla ei havaittu merkkejä kosteudesta eikä alapohjatilassa havaittu merkittävästi rakennusjätettä.



Kuva 2. C-solun alapohjatilassa ilman suhteellinen kosteus alhainen (RH 26,2 %, 17,6°C). Viemäri läpiviennit oli tilassa tiivistetty polyuretaanivaahdolla.



Kuva 3. D-solu läpivientejä ei ollut tiivistetty. Muutama EPS-levy oli irronnut ontelolaatasta. Ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila oli normaali (RH 52,9 %, 17,0°C)



Kuva 4. E-solun alapohjatilassa ei havaittu puutteita (RH 60,6 %, 16,5°C). Viemärläpiviennit oli tiivistetty polyuretaanivaahdolla.



Kuva 5. FG-solun alapohjatilassa oli jonkin verran ei orgaanista rakennusjätettä. Suhteellinen kosteus ja lämpötila normaalit (RH 52,2 %, 16,6°C). Läpiviennit (sähkö/viemäriputket) oli pääosin tiivistämättä.



Kuva 6. H-solun ryömintätilassa oli runsaasti rakennusjätettä. Läpivientejä ei ollut tiivistetty. Merkkejä kosteudesta ei pinnoilla havaittu (RH 40,4 %, 18,5°C), mutta tilassa havaittiin ummehtunut haju.



Kuva 7. I-solun alapohjatilassa ei havaittu merkkejä kosteudesta. Läpivientejä ei ollut tiivistetty.

3.2.1 RAKENTEIDEN KOSTEUS

Lattiapinnoille tehtiin koko rakennuksessa pintakosteuskartoitus. Ensimmäisessä kerroksessa havaittiin paikoin kohonneita kosteuslukuarvoja AB-, D-, E-, F, ja I-soluissa ja toisessa kerroksessa I-solussa (liite 2). Lattiapinnoitteessa havaittiin paikoin kupruilua (kuva 8). Kupruilua havaittiin 1. kerroksessa I-solun käytävällä (VSS) sekä 2. kerroksessa portaiden yläpuolella aulatilassa sekä F-solun käytävällä. Muilta osin lattiapinnoitteet olivat kunnossa.

Lattiapinnoitteen alapuolisen rakenteen kosteuspitoisuus mitattiin ns. viiltomittausmenetelmällä jokaisesta solusta muovimaton alapuolelta. Useista luokista viiltomittaus tehtiin sekä ulkoseinän että väliseinän läheltä, jotta saatiin selville, onko rakenteen kosteus samanlainen lattian reuna- ja keskialueilla. Tulokset on esitetty liitteessä 1. Korkein kosteusarvo mitattiin I-solun 1. kerroksen käytävältä (90 %) kohdasta, jossa lattiapinnoitteessa oli havaittavissa kupruilua (kuva 8). Poikkeavia kosteusarvoja mitattiin lisäksi ensimmäisessä kerroksessa I-solussa tyttöjen pukuhuoneesta (88 %), F-solussa luokasta 1220 sekä lattian reuna- että keskialueilta (86-87 %), E-solun luokasta 1212 läheltä väliseinää (80 %), AB-solun ryhmähuoneesta 1033 läheltä ulkoseinää (80 %) ja 2. kerroksesta I-solun tilasta 2041 (80 %). Viiltomittauskohdista arvioitiin aistinvaraisesti lattiapinnoitteen ja alapuolisten materiaalien kuntoa. Useissa kohdin havaittiin viiltokohdista poikkeavaa hajua. Hajua havaittiin kohdissa, joissa mitattiin kohonneita kosteuskokemuksia, mutta myös muutamassa kohdassa, joissa kosteuspitoisuudet lattiapinnoitteen alapuolella olivat tavanomaisia. Hajuhavainnot on merkittynä liitteeseen 1.



Kuva 8. Lattiapinnoitteissa havaittiin paikoin kupruilua. Vasen kuva 2. kerroksen aulasta, oikea kuva 1. kerroksen I-solun käytävältä (VSS, AP3).

Kohdista, joissa lattiapinnoitteen alapuolella mitattiin poikkeavia kosteuskokemuksia, tarkastettiin rakenteen kosteus poraamalla betonilaattaa kahdelle syvyydelle (45 mm ja 75 mm) porareivät, joista rakenteen kosteus mitattiin. Jokaiseen mittasyvyyyteen tehtiin rinnakkaiset porareivät. Lisäksi rakennekosteus mitattiin kahdesta vertailukohdasta, jossa kohonneita kosteuskokemuksia lattiapinnoitteen alla ei oltu havaittu (D-solu luokka 1171 ja E-solu luokka 2106). Korkeimmat kosteuskokemukset mitattiin I-solun käytävältä ja tyttöjen pukuhuoneesta (RH 86-90 %). Yli 80 % suhteellisia kosteuspitoisuuksia mitattiin lisäksi F-solun luokasta 1220 molemmista mittauspisteistä (82-84 %) ja E-solun luokasta 2106 ulkoseinän läheltä

(80-82 %), jossa väliseinän lähellä ei havaittu lattiapinnoitteen alapuolella kohonneita kosteuspitoisuuksia (RH 60 %). Luokassa 2106 oli tulipalon jälkeen vuonna 2012 uusittu lattiapinnoite.

3.2.2 LATTIAN PINTAMATERIAALIPÄÄSTÖT

Lattioiden pintamateriaalien päältä otettiin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näyte FLEC-menetelmällä D-solun tiloista 1171 ja 2067, E-solun tiloista 1212, 1191, 2087, 2091, 2101 ja 2106 ja F-solun tiloista 1220 ja 2109.

Lattioiden pintamateriaalipäästöt (TVOC-arvot) vaihtelivat välillä alle 0,3 – 13,13 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$. Kaikissa näytteissä, lukuun ottamatta luokkatilasta 2106 otettua näytettä, esiintyi 2-Etyyli-1-heksanolia (0,61 - 11,45 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$). 2-Etyyli-1-heksanolia voi esiintyä tavanomaisesti dietyyliheksyyliiftalaattia sisältävissä PVC-lattiapinnoitteissa ja liimoissa, mutta sen esiintyminen voi viitata myös lattiapäällysteen ja liiman hajoamisreaktion kosteuden vaikutuksesta. VTT:n sisäilma ja mittaustietopankki on esittänyt maton päältä FLEC-mittauksena tehdyille muovilattiapäistöille tavanomaiseksi Etyyli-1-heksanoli päästökseksi 5-30 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ (Järnström 2005). Tämän yläraja ei ylity tutkituissa tiloissa. Vähäpäästöisen, M1-luokitellun uuden materiaalin emissionopeuden raja-arvona TVOC-arvon osalta on 200 $\mu\text{g}/\text{m}^2\text{h}$ julkaisun Sisäilmastoluokitus 2008 mukaan. Edellämainittuun raja-arvoon verrattuna tutkittujen tilojen päästöt olivat alhaisia.

3.2.3 RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS

Alapohjan ilmatiiveyttä tutkittiin D- ja E-solujen ensimmäisen kerroksen luokkatiloissa 1171, 1194 ja 1199. Merkkiainekokeissa vetyseoskaasua johdettiin ulkoseinän eristetilaan ja merkkiaineen mahdollista kulkeutumista sisäilmaan seurattiin huoneissa kaasuanalysaattorin avulla. Huonetilat alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi BlowerDoor –alipaineistajan avulla, jotta tutkittavat rakenneosat saatiin riittävän alipaineisiksi. Merkkiainetutkimustulokset on esitetty liitteessä 4.

Alapohjassa havaittiin ilmavuotoja D-solun luokassa 1171 viemäriämpivienneistä sekä pistemäisesti alapohjan ja seinän liittymäkohdasta. D-solussa ryömintätalassa läpiviennit oli tiivistämättömiä. E-solun luokista 1994 ja 1199 ei ilmavuotoja alapohjatiloihin havaittu. E-solun ryömintätalassa läpiviennit oli tiivistetty.

3.2.4 PAINE-EROJEN SEURANTAMITTAUKSET

Ryömintätilan ja huonetilan välistä paine-eroa mitattiin AB-, C, D, E, G ja H-solujen alueella (paine-eromittaus tarkastusluukun kautta). Rakennuksessa oli käynnissä ilmanvaihdon säätötyö marras-joulukuussa 2014. Viimeiset ilmanvaihdon toimintakokeet suoritettiin 19.12.2014. Ryömintätaloissa paine-eroseuranta aloitettiin jo 1.12, mutta jatkettiin 9.1.2015 asti, jotta saatiin tietoa painesuhteista ilmanvaihtosäätötöiden aikana sekä niiden jälkeen.

Painesuhteiden seurantamittauskäyrät on esitetty liitteessä 3. Huonetilan tulisi olla ylipaineinen ryömintätilaan nähden kaikkina vuorokaudenaikoina, jotta epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään ryömintätaloista huonetiloihin. Minkään solun alueella paine-ero ei pysytellyt koko seurantajakson ajan ylipaineisena, vaan

ajoittain paine-ero kävi alipaineisena. Tämä tapahtui yleensä klo 23-01 välillä. AB-solussa paine-ero laski yöaikaan hetkellisesti -2...-10 Pascalin välille ennen 19.12. suoritettuja ilmanvaihdon säätötöitä, minkä jälkeen paine-ero pysytteli lähellä tasapainoa (-1...+5 pascalia).

D-solussa ryömintätilan ja huonetilan välinen paine-ero tasoittuu selvästi 16.12. jälkeen. Paine-ero pysyttelee ennen tätä yöaikana keskimäärin -35 pascalissa, kun taas tämän jälkeen paine-ero on 23-01 välillä -6...-11 ja muuna aikana huonetila on ylipaineinen ryömintätilaan nähden. E-solussa samanlainen muutos nähdään 8.12. jälkeen.

G-solussa huonetila on lähes koko seurantajakson (1.-9.12.) ajan alipaineinen huonetilaan nähden. Tämän jälkeen paine-eroletku on tukkeutunut, sillä mittausarvoissa ei nähdä luonnollista hajontaa (ajanjakso poistettu esitettävästä kuvasta).

H-solussa koko seurantajakson ajan paine-ero laskee klo 23-01 välisenä aikana alipaineiseksi (-4...-10), kun muuna aikana huonetila on ylipaineinen ryömintätilaan nähden.

C-solun ryömintätilan paine-eromittaus ei ole onnistunut (letku todennäköisesti tukkeutunut).

3.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Lattiarakenteessa havaittiin paikoin kohonneita kosteuspitoisuuksia ja lattiapinnoitteen alapuolella poikkeavaa hajua. Kohonneita kosteuspitoisuuksia mitattiin alapohjalaatassa I-solussa käytävällä ja tyttöjen pukuhuoneessa (RH 86-90%) sekä F-solun luokassa 1220 (RH 82-87%). Kosteus on todennäköisesti rakennusaikaista kosteutta, jonka haihtuminen kantavassa teräsbetonilaatassa on erittäin hidasta. Muovimattopinnoitteet ja niiden alapuoliset liima- ja tasoiteaineet eivät kestä pitkäaikaisesti yli 85 % kosteuspitoisuuksia. Kuitenkaan materiaalipäästömittauksissa ei havaittu missään tutkitussa tilassa lattiapinnoitteesta haihtuvia haitallisia yhdisteitä yli käytössä olevien ohjearvojen. I- ja F-solun käytävällä sekä 2. krs aulatilassa havaittiin lattiapinnoitteessa kupruilua. Materiaalipäästömittauksia ei tehty näissä tiloissa.
- Ryömintätiloissa kaikkia viemäri- ja sähköläpivientejä ei ollut tiivistetty. Puutteita havaittiin AB-, D-, F-, G-, H- ja I-solujen osalla. H-solun alapohjassa havaittiin runsaasti rakennusjätettä ja tilassa ummentunut haju. Suhteellinen kosteus ja lämpötila oli kaikissa ryömintätiloissa normaali. D-solun alapohjassa havaittiin ilmavuotoja läpivienneistä sekä väliseinän ja alapohjan rakenneliittymästä. E-solussa alapohjalaatassa ilmavuotoja ei havaittu. Epäpuhtaudet voivat siirtyä ilmavuotokohtien kautta ryömintätiloista sisäilmaan päin.

- Ryömintätilat olivat ajoittain ylipaineisia huonetilaan nähden, jolloin epäpuhtaudet voivat siirtyä ryömintätilasta huonetilaan mm. alapohjan tiivistämättömien läpivientien kautta.

3.4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Koko rakennuksen ilmanvaihtoa tulee säätää siten, että ryömintätilat ovat alipaineisia ympäröiviin tiloihin nähden kaikkina vuorokaudenaikoina.
- Lattiapinnoite tulee uusia F-solun 1. kerroksessa VSS-alueella (tilat 1212, 1216, 1218, 1219, 1220) sekä I-solun 1. kerroksen VSS-alueella käytävällä ja tyttöjen pukuhuoneessa. Lisäksi 2. kerroksessa niillä alueilla, joissa lattiapinnoitteessa havaittiin kupruilua (F-solun 2. kerroksen käytävä ja aulatila portaiden yläpuolella). Lattiapinta tulee purkaa betonipintaan asti ja rakenne tulee kuivata ja tiivistää ennen uudelleenpinnoitusta vesihöyryä läpäisevällä pinnoitteella.
- Kaikki alapohjalaatan tiivistämättömät läpiviennit tulee tiivistää ilmatiiviiksi.
- H-solun ryömintätila puhdistetaan rakennusjätteestä.
- Alapohjalaatan alapuoliset EPS-levyt tulee kiinnittää paikoilleen.

4 ULKOSEINÄT, IKKUNAT JA PIHA-ALUEET

4.1 RAKENTEET

Rakenteet piirrustusten mukaan:

US1

pintakäsittely rakennusselostuksen mukaan
 130 mm tiilimuuraus (poltetut tiilet)
 40 mm ilmarako
 50 mm mineraalivilla
 120 mm mineraalivilla
 60-180 mm teräsbetoni rakennesuunnitelmien mukaan
 pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

US2

pintakäsittely rakennusselostuksen mukaan
 2*22 mm pystylomalaudoitus
 25 mm vaakalaudoitus 25*100 k 1200 kestopuu
 22 mm ilmarako + pystyrimoitus 22*75 k 600 kestopuu
 50 mm mineraalivilla
 125 mm mineraalivilla, pystykoolaus 50*125 k 1200
 120 mm teräsbetoni rakennesuunnitelmien mukaan
 pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

US3 (IV-konehuoneen ulkoseinä ullakotilaa vasten)
 150 mm paroc-elementti C-150 tao vastaava
 50 mm äänenvaimennusverhous

4.2 HAVAINNOT JA MITTAUSTULOKSET

Tähän on koottu aistinvaraiset havainnot ulkoseinärakenteista sekä välittömästi rakennuksen vierustoilla olevilta piha-alueilta. Mukaan on koottu havainnot, jotka vaikuttavat rakenteiden kosteustekniseen toimintaan. Havainnot on esitetty valokuvin ja kuvatekstein.



Kuva 9. Koulurakennuksen piha-alueet on sisäpihojen puolella pääsääntöisesti asfaltoitu ja Tilkuntien puolella laatoitettu. Syöksytörvien alla on sadevesiviemärikaivot. Katetulla piha-alueella on sadevesikaivot.



Kuva 10. Sisäpihoilla siipien yhtymäkohdissa sekä I-solun vierustalla on istutuksia. Rakennuksen vierustoilla on näillä kohdoin vajaan metrin levyinen sepeli. Useiden syöksytörvien vierustoilla oli nähtävissä sokkelissa kosteuden aiheuttamia jälkiä. Vastaavilla kohdoin

sisätiloissa ei havaittu kohonneita pintakosteustarvoja. Roiskevedet voivat lyhentää betonisen sokkelin käyttöikä.



Kuva 11. Maanpinta oli pääsääntöisesti muotoiltu pois päin rakennuksesta. F-solun Tilkuntien puoleisella seinustalla nupulakiveys kaatoi lievästi ulkoseinään päin. Sokkelissa kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 12. Rakennuksen julkisivun tiilimuuraus oli Tilkuntien puoleisella seinustoilla jätetty rappaamatta ja pihan puoleisilla seinustoilla rapattu (US1). Ikkunoiden alapuoella laudoitus (US2). Ulkoseinärakenteissa ei havaittu puutteita.



Kuva 13. D-siiven juuressa lattiantaso lähellä ulkopoulisen maanpinnan tasoa. Luokissa 1168 ja 1169 (1. krs ikkunat) ei havaittu lattiapinnoilla kohonneita kosteusarvoja pintakosteusilmaisimella havainnoitaessa. Vasemmalla päiväkoti.

4.2.1 RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS

Ulkoseinärakenteiden sisäkuoren ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeen avulla D-solun luokassa 1171, E-solun luokissa 1194 ja 1199 sekä F-solun luokassa 2109. Merkkiainetutkimustulokset on esitetty liitteessä 4.

Ulkoseinärakenteissa US1/US2 havaittiin ilmapuotokehtia ikkunarakenteiden ja ulkoseinän liittymissä kaikissa tutkituissa tiloissa. Lisäksi havaittiin ilmapuotoja ikkunalaudan ja ulkoseinän liittymissä (1171, 1194, 1199) ja alapohjan ja ulkoseinän liittymässä (1171, 1194).

4.2.2 ULKO- JA SISÄILMAN VÄLINEN PAINERO

Ulko- ja sisäilman välistä paineroa seurattiin 13 eri tilassa, jotka sijaitsivat eri puolilla rakennusta. Rakennuksessa oli käynnissä ilmanvaihdon säätötyö marras-joulukuussa 2014. Viimeiset ilmanvaihdon toimintakokeet suoritettiin 19.12.2014, minkä jälkeen painero-seuranta useimmissa tiloissa aloitettiin. Painesuhteiden seurantamittauskäyrät on esitetty liitteessä 3.

AB-soluissa (päiväkoti, ryhmätila 1033) painero oli pääsääntöisesti 0...-10 Pascalin välillä. C-solun luokka 1064 (tekninen työ, konehuone) oli pääsääntöisesti 50 Pascalia ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Kuitenkin klo 23-01 tila muuttui alipaineiseksi (-10...-34 Pa). Teknisen työn siipi oli ylipaineinen myös aulatilaan nähden, sillä käytävän ovi ei pysynyt kiinni. Teknisen työn tiloissa ilmanvaihtourakoitsija jatkoi tammikuussa säätötöitä ja 23.1.2015 päivätyssä

mittauspöytäkirjassa ilmamäärät ovat lähellä suunnitteluarvoja sekä luokkien paine-erot 0...-6 Pascalin välillä.

C-solun 2. kerroksessa sijaitseva luokka 2002 oli päiväaikaan alipaineinen ja yöaikaan lähes tasapainossa ulkoilmaan nähden. Luokka 2018 oli pääsääntöisesti alipaineinen koko seurantajakson ajan. Alipaineisuus lisääntyi klo 23-01 (keskimäärin -20 Pa).

D-solun luokan 1171 alipaineisuus väheni tehtyjen IV-säätötöiden jälkeen. Tila oli kuitenkin klo 23-01 välillä alipaineinen (-10...-16 Pa). Muina aikoina tila oli lähellä tasapainoa. Luokka 2083 oli päiväaikaan keskimäärin 5 Pa ylipaineinen ulkoilmaan nähden ja klo 23-01 5 Pa alipaineinen.

E-solun luokan 1194 alipaineisuus väheni suoritettujen IV-säätötöiden jälkeen. Luokka oli klo 23-01 välillä alipaineinen (-6...-16 Pa), muuna aikana ylipaineinen (keskimäärin 2...7 Pa). 2. kerroksessa sijaitseva luokka 2100 oli päiväaikaan ylipaineinen (n. 10 Pa) ja yöaikaan alipaineinen (-6...-40 Pa).

F-solun luokassa 1220 painesuhteissa tapahtui muutos 26.12. Tämän jälkeen tila oli päiväaikaan alipaineinen (keskimäärin -10 Pa), kun sitä ennen tila oli päiväaikaan lähes tasapainossa ulkoilmaan nähden.

H-solun 1. kerroksessa paine-eroa seurattiin käytävältä. Tila oli muuna aikana ylipaineinen (9...18 Pa), mutta klo 23-01 välisenä aikana alipaineinen (-9...-22 Pa).

I-solun 1. kerroksen tila 1148 ja 2. kerroksen tila 2041 oli alipaineinen koko seurantajakson ajan suhteessa ulkoilmaan (-1...-21 Pa).

4.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ulkoseinärakenteissa havaittiin ilmavuotoja kaikissa tutkituissa tiloissa ikkunarakenteen ja ulkoseinän liittymäkohdissa. Lisäksi yhdessä luokassa havaittiin ilmavuoto alapohjan ja ulkoseinän liittymässä. Epäpuhtaudet voivat siirtyä ilmavuotokohtien kautta sisäilmaan.
- Ulko- ja sisätilan välinen paine-ero ei ole tasapainossa kaikkina vuorokaudenaikoina. Klo 23-01 välillä tilojen alipaineisuus lisääntyy hetkellisesti. Tämä johtuu todennäköisesti ilmanvaihdon aikaohjauksen säädöistä. Paine-erojen vaihtelut lisäävät epäpuhtauksien siirtymistä rakenteen ilmavuotojen kautta sisäilmaan.

4.4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Ulkoseinän rakenneliittymät suositellaan tiivistettävän ilmatiiviiksi.

- Rakennuksen ilmanvaihtoa tulee säätää siten, että huonetilat ovat lähellä tasapainoa ulkoilmaan nähden kaikkina vuorokaudenaikoina.

5 VÄLIPOHJAT JA VÄLISEINÄT

5.1 RAKENTEET

VP1

pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
45-75 mm pintabetoni BY45, nimellispaksuus 60 mm
ontelolaatta
pintakäsittely huoneselostuksen mukaan

VP2

pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
50-70 mm pintabetoni BY45, nimellispaksuus 60 mm
>220 mm teräsbetonilaatta (väestösuojien katot >400 mm)
pintakäsittely huoneselostuksen mukaan

VP3

kuivapuristettu laatta ja kiinnityslaasti
45-75 mm pintabetoni BY45, nimellispaksuus 60 mm
ontelolaatta/teräsbetonilaatta
pintakäsittely huoneselostuksen mukaan

VP4 (teknisen työtilan katto)

pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
45-75 mm pintabetoni BY45, nimellispaksuus 60 mm
ontelolaatta
50 mm ilmaväli
70 mm mineraalivilla, ripustettu puurunko 70*45 mm k 600 tai teräsranka
2*13 mm 2-kertainen kipsilevytys saumat limittäin
pintakäsittely huoneselostuksen mukaan

VP5 (IV-konehuoneen lattia)

pintamateriaali ja -käsittely huoneselostuksen mukaan
100 mm teräsbetonilaatta BY45, nimellispaksuus 60 mm
ontelolaatta
pintakäsittely huoneselostuksen mukaan

VS1 (kantava)

pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
>160 mm teräsbetoni
pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan

VS2 (kantava, VSS:n seinä)

pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan
300-700 mm teräsbetoni

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

VS3

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

130 mm kalkkihiekkatiilimuuraus

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

VS4 (kantava)

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

130 mm teräsbetoni

20 mm työvara

30 mm mineraalivilla

160-180 mm teräsbetoni

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

VS5-6

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

13 mm kipsilevy

70 mm ilmaväli + mineraalivilla 50 mm, teräsrunko

13 mm kipsilevy

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

VS7

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

13+13 mm kipsilevy

95 mm ilmaväli + mineraalivilla 75 mm, teräsrunko

13+13 mm kipsilevy

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

VS8

laatoitus

8 mm kaakeliluja

70/95 mm ilmaväli, teräsrunko

13 mm kipsilevy

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

VS9

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

130/75 mm kahi-tiili muuraus

tasoite

sertifioitu siveltävä vedeneriste

keräamiset laatat + kiinnityslaasti

VS10 (VSS märkätilansinä)

pintamateriaali ja –käsittely huoneselityksen mukaan

13 mm kipsilevy

70/95 teräsrunko

13 mm kipsilevy

sertifioitu siveltävä vedeneriste

keräamiset laatat + kiinnityslaasti

5.2 HAVAINNOT JA MITTAUKSET

Käytävillä sekä aulassa oli alaslasketut katot. Alaslaskettujen kattojen yläpuoliset tilat tarkastettiin aistinvaraisesti ja arvioitiin pölyn määrää, mahdollisia mineraalivillakuitukähteitä sekä ilmavuotoja rakenteista merkkisavun avulla.



Kuva 14. AB-solussa (päiväkoti) alaslaskettujen kattojen yläpuolella ilmanvaihtoputkien päällä pölyä. Väestönsuojan (sosiaalitila) alaslasketun katon yläpuolella runsaasti pölyä (oikealla).



Kuva 15. C-, D- E- ja F-soluissa käytävien alaslaskettujen kattojen yläpuolella runsaasti avointa mineraalivillaa ja putkien päällä pölyä.



Kuva 16. Aulatiloiissa alaslaskettujen kattojen yläpuoli siisti. Kaikki yläpohjan läpiviennit oli tiivistämättömiä. Merkkikaasu ei liikkunut läpiviennistä kumpaankaan suuntaan eli rakenteista ei havaittu ilmavuotoja.



Kuva 17. H- ja I-soluissa alaslaskettujen kattojen yläpuolet siistit. Yläpohjan läpiviennistä ei havaittu ilmavirtauksia kumpaankaan suuntaan (merkkikaasu ei liikkunut).



Kuva 18. E-solun luokassa 1212 havaittiin katon akustolevyissä vanhoja kosteuden aiheuttamia jälkiä. Ko. luokan yläpuolella on luokka 2106, jossa oli muutamia vuosia sitten tapahtunut tulipalo. On mahdollista, että jäljet ovat syntyneet sammutusvesien valumisesta välipohjarakenteeseen.

5.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Solujen käytävillä on alaslasketut katot, joiden yläpuolella oli irtonaisia villalevyjä (C-, D-, E- ja F-soluissa) ja IV-kanavien päällä runsaasti pölyä. Luokkatiloissa ei havaittu pinnoille laskeutuvia mineraalivillakuituja yli käytössä olevan ohjearvon. Kaikki yläpohjan ja välipohjan läpiviennit olivat tiivistämättömiä, mutta näistä ei havaittu ilmavirtausta, mikä johtuu todennäköisesti siitä, ettei huonetilojen ja ylä/välipohjan välillä ollut paineeroa. Tietyissä olosuhteissa on kuitenkin mahdollista, että epäpuhtauden pääsevät siirtymään alaslasketujen kattojen yläpuolelta tai ilmapuotojen mukana ylä- tai välipohjarakenteesta sisäilmaan.

5.4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Väli- ja yläpohjan läpiviennit suositellaan tiivistettäväksi.
- Käytävillä olevien alaslaskettujen kattojen yläpuolissa tiloissa olevat irtonaiset mineraalivillalevyt suositellaan poistettavan, minkä jälkeen alaslaskettujen kattojen yläpuoliset tilat tulee puhdistaa.
- Luokan 1212 akustolevyt, joissa vanhoja kosteusjälkiä suositellaan uusittavan.

6 YLÄPOHJAT

6.1 RAKENTEET

YP1

kattotiili

>50 mm orret

25 mm korotusrimat 25*50

aluskate

kattokannattajat

>200 mm tuuletettu ilmatila

250 mm mineraalivilla: puhallusvilla Paroc BLT6 tai Isover KV-050

korokkeet

höyrynsulku K-EL 50/2000 pisteliimattuna alustaan bitumilla

ontelolaatta/kantava teräsbetonilaatta

pintakäsittely huoneselostuksen mukaan

YP2

vedeneristys VE 40 kumibitumikermit, päällimmäinen kermi pintasirotteellinen,

alimpana paineentasausmatto, pisteliimattuna alustaan bitumilla

60 mm tasausbetoni, puuhierto

suodatinkangas

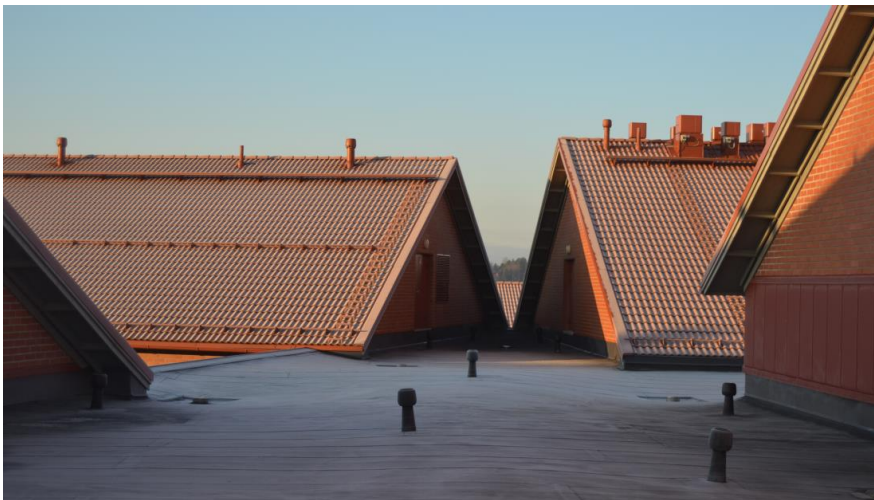
650 mm kevytsora

höyrynsulku (K-EL 50/2200 + saumakaistat) ontelolaatta-alueilla

ontelolaatta/kantava teräsbetonilaatta

pintakäsittely huoneselostuksen mukaan

6.2 HAVAINNOT JA MITTAUKSET



Kuva 19. Kattorakenteissa (YP1 siivissä, YP2 aulan kohdalla) ei havaittu puutteita. C-, D-, E- ja F-solujen kattorakenteiden otsalautoitus on paikoin lähellä bitumikatetta, mistä johtuen laudoitus voi näillä kohdin vaurioitua nopeasti.



Kuva 20. Kaikkien solujen yläpohjatiloissa oli eristeenä puhallusvillaa. Runkopuissa, eikä muissakaan rakenteissa havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä. Runkopuiden kosteuspitoisuutta mitattiin pistokokeenomaisesti. Puurakenteissa ei mitattu kohonneita kosteuspitoisuuksia (9,5-13,8 paino%). Ilman suhteellinen kosteus vaihteli yläpohjatiloissa 71-78% ja lämpötila -0,9...-3,3°C (ulkoilma RH 78 %, -3,1°C).



Kuva 21. AB- (päiväkoti, vasen kuva) ja E-solussa (oikea kuva) aluskate irronnut kattokannattimien päältä. Vieressä ilmanvaihtokonehuoneen seinä (US3).



Kuva 22. E- ja F-solussa aluskate osittain irti kohdasta, joka portaikon katoksen kohdalla. Mahdollinen vesivuoto kohdassa ei ulotu sisäpuolisiin rakenteisiin.

6.2.1 RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS

Yläpohjan ilmatiiveyttä tutkittiin ensimmäisen kerroksen luokkatiloissa F-solun luokkatilassa 2109. Merkkiainekokeessa rikkiheksafluoridikaasua johdettiin yläpohjan eristetilaan ja seurattiin merkkikaasun leviämistä huonetiloissa. Huonetilat alipaineistettiin tutkimuksen ajaksi BlowerDoor –alipaineistajan avulla, jotta tutkittavat rakenneosat saatiin riittävän alipaineisiksi. Merkkiainetutkimustulokset on esitetty liitteessä 4.

Yläpohjan merkkiainekokeissa havaittiin vähäisiä ilmavuotoja F-solun luokassa 2109 väliseinän ja yläpohjan liittymästä.

6.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Yläpohjatiloihin ei havaittu rakenneteknisessä tarkastelussa merkittäviä puutteita. AB- ja E-soluissa oli aluskate irronnut kattokannattajien päältä ilmanvaihtokonehuoneen seinän lähellä. Yläpohjan eristetilasta havaittiin vähäisiä ilmavuotoja luokan 2109 väliseinän ja yläpohjan liittymästä. Todennäköisesti ilmavuodot tulevat tiivistämättömistä läpiviennistä käytävän alakaton kautta.

6.4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Yläpohjan läpiviennit suositellaan tiivistettävän ilmatiiviiksi.

7 SISÄILMAN LAATU

7.1 SISÄILMAN MIKROBIT

Sisäilman mikrobiinäytteet otettiin ruokasalista 1154, opetustiloista 1013, 1031, 1176, 1171, 1191, 1212, 1220, 2018, 2067, 2087, 2091, 2101, 2106, 2128 ja 2109, teknisen työn konehuoneesta 1064, liikuntasalista 1087, auditoriosta 1161 ja työskentelytilasta 2041 yhtenä näytteenotokertana. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Talviaikana, kun maa on roudassa, tutkimustuloksia verrataan Kansanterveyslaitoksen julkaisemaan Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot –oppaaseen sekä Asumisterveysohjeen ohjearvoihin. Sulan maan aikana otetaan lisäksi ulkoilman vertailunäyte, johon sisäilmanäytteiden tuloksia verrataan.

Tutkittujen tilojen sieni-itiöpitoisuudet olivat normaalit (mediaani 14 cfu/m³). Yhdenkään näytteen sieni-itiöpitoisuus ei ollut kohonnut (yli 50 cfu/m³), eikä näytteissä analysoitu normaali sisäilmasta poikkeavia sieni-itiöitä. Kolmessa tilassa

27

analysoitiin vähäisiä määriä aktinomykeettejä (ns. sädesieniä), mutta ohjearvo ei ylittynyt.

7.2 SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet otettiin 20 tilasta eri puolilta rakennusta. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet, ns. TVOC -arvot vaihtelivat välillä 9-49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kokonaispitoisuudet olivat tavanomaisella tasolla. Yhdisteiden joukossa vallitsevaa tasoa korkeampina pitoisuuksina (yhdisteestä riippuen 5 - 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tai korkeampina pitoisuuksina) todettu yksittäinen yhdiste oli luokkatilassa 1220 dekametyylisyklopentasiloksaani (15,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Dekametyylisyklopentasiloksaanin lähteenä sisäilmassa ovat todennäköisesti hygieniatuotteet, mm. shampoot ja deodorantit.

7.3 PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT

Pinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksia selvitettiin tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla opetustiloissa 1013, 1033, 1176, 1171, 1199, 1212, 1220, 2018, 2067, 2087, 2101, 2106, 2091, 2109 ja 2128, opettajan tilassa 1067, näyttämön varastossa 1090, ruokailutilan linjastossa 1160, auditoriossa 1161 ja työskentelytilassa 2041. Tiloista otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet. Tutkituissa tiloissa mineraalikuitupitoisuudet vaihtelivat välillä alle 0,07 – 0,14 kpl/cm². Pitoisuudet alittavat käytössä olevan ohjeellisen arvon.

7.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Sisäilman laatu oli mittaushetkellä mikrobien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja mineraalivillakuitujen osalta normaali.

8 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TARKASTUS

8.1 HAVAINNOT

Kartanonkosken yhteiskoulun ja päiväkodin kaikki ilmanvaihtokoneet tarkastettiin aistinvaraisesti sekä kanavien puhtautta arvioitiin pistokokokeenomaisesti. Ilmanvaihtokoneet ja kanavistot ovat hyväkuntoiset. Tuloilma suodatetaan F7-luokan pussisuodattimilla, joiden kiinnityskehysissä on kumitiivisteet ja mekanismi, joka puristaa suodattimen kiinnityskehystä vasten. Koneiden sisäosat ovat peltipintaisia ja likakertymä hyvin vähäistä – koneita on sekä 2012 kuntoarvion että 2014 ilmanvaihdon kuntotutkimuksen havaintojen perusteella huollettu hyvin. Kanavisto on puhdistettu 2011 ja sen pölykertymä on erittäin vähäinen. Tämän perusteella on epätodennäköistä, että ilmanvaihtojärjestelmän kautta pääsisi mineraalikuituja tai muita epäpuhtauksia huoneilmaan.

Äänenvaimentimet ovat pinnoitetusta mineraalivillasta rakennettuja, tehdastekoisia lamellivaimentimia tai kanaviin asennettavia vaimentimia. Kanavissa on äänenvaimentimia ilmanvaihtokoneiden luona sekä tilakohtaisten ilmamääräsäätimien yhteydessä. Kanavavaimentimien kuntoa ei tarkastettu, mutta koulun rakentamisajankohdan perusteella voidaan olettaa, ettei niissä ole käytetty pinnaltaan suojaamatonta mineraalivillaa. Tyypillisintä mineraalikuitujen lähdeettä, paikalla rakennettuja kanavan sisäpuolisia äänenvaimennusverhouksia, ei havaittu.

Ilmanvaihdon toimintaa ohjaavassa automaatiassa on ollut vakavia häiriöitä, joiden seurauksena tulo- ja poistoilmavirrat eivät ole pysyneet yhtä suurina ja rakennuksen eri lohkojen ja jopa yksittäisten huonetilojen välille on muodostunut suuria, jopa 30 Pa, paine-eroja. Suuret paine-erot aiheuttavat ilmavirtauksia rakenteiden läpi ja nämä virtaukset voivat kuljettaa mukanaan esimerkiksi kanavien tai yläpohjan lämmöneristeistä peräisin olevia mineraalikuituja.

Automaation häiriöiden pääasiallinen aiheuttaja on ollut ilmanvaihtokoneiden toimintaa säätevien kanavapainelähtettimien vikaantuminen, mutta ongelmia on ollut myös yksittäisten tilojen ilmavirtoja ja painesuhteita säätevien ilmavirtasäätimien (IMS) asetusarvoissa. Ongelmat ovat niin laajoja ja järjestelmä on joka tapauksessa lähestymässä teknisen käyttöikänsä loppua, ettei nykyisen järjestelmän korjaaminen kannata. Suositeltavampi vaihtoehto on uusia automaatio kokonaisuudessaan kesän 2015 aikana. Samalla järjestelmää muokataan yksinkertaisemmaksi ja toimintavarmemmaksi. Automaation uusimiseen saakka ilmanvaihdon toiminta on puutteellista – ilmanvaihto sinällään toimii, mutta järjestelmä ei kunnolla kykene ylläpitämään ilmanvirtojen tasapainoa ja rakennuksen painesuhteet vaihtelevat edelleen mm. kohdepoistojen käytön mukaan.


8.2 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ilmanvaihtokoneet ja kanavisto hyväkuntoisia, eikä epäpuhtauslähteitä havaittu.
- Ilmanvaihdon toimintaa ohjaavassa automatiikassa on ollut vakavia häiriöitä, mistä johtuen tulo- ja poistoilmamäärät eivät ole pysyneet tasapainossa.

8.3 TOIMENPITEET

- Suositellaan uusimaan ilmanvaihdon toimintaa ohjaava automaatio kokonaisuudessaan kesän 2015 aikana. Samalla järjestelmää muokataan yksinkertaisemmaksi ja toimintavarmemmaksi.

Helsingissä, 30.1.2015
Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Sanna Pohjola
MML, projektipäällikkö



Ilkka Jerkku
DI, yksikön päällikkö

9 LIITTEET

| | |
|---------|-------------------------------|
| Liite 1 | Mittaustulokset |
| Liite 2 | Mittauspisteet pohjakuvissa |
| Liite 3 | Paine-erojen seurantakuvaajat |
| Liite 4 | Merkkiainetutkimustulokset |