
TUTKIMUSSELOSTUS

SISÄILMASTO- JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



MIKKOLAN KOULU, LYYRA VANTAA

22500325.312

22.4.2016

Sisältö

1	ALAPOHJAT	6
1.1	RAKENTEET PIIRUSTUSTEN MUKAAN	6
1.2	RAKENTEIDEN KOSTEUS	8
1.3	RAKENTEIDEN ILMATIIVIYS (MERKKIAINEKOKEET)	8
1.4	JOHTOPÄÄTÖKSET	9
1.5	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	9
2	ULKOSEINÄT	9
2.1	RAKENTEET PIIRUSTUSTEN MUKAAN	9
2.2	RAKENTEIDEN ILMATIIVIYS (MERKKIAINEKOKEET)	10
2.3	MUUT HAVAINNOT	11
2.4	JOHTOPÄÄTÖKSET	11
2.5	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	11
3	VÄLIPOHJAT	11
3.1	RAKENTEET PIIRUSTUSTEN MUKAAN	11
3.2	RAKENTEIDEN KOSTEUKSET	12
3.3	MUUT HAVAINNOT	12
3.4	JOHTOPÄÄTÖKSET	13
4	SISÄILMAN LAATU	13
4.1	SISÄILMAN MIKROBIT	13
4.2	SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET	13
4.3	PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT	14
4.4	HIILIDIOKSIDIPITOISUUDEN SEURANTA	14
4.5	MUUT HAVAINNOT	14
4.6	JOHTOPÄÄTÖKSET	14
5	PÖLYN KOOSTUMUS	15
5.1	PINNOILLE LASKEUTUVAN PÖLYN KOOSTUMUS	15
5.2	MUUT HAVAINNOT	15
5.3	TULOILMAKANAVAN PÖLYN KOOSTUMUS	18
5.4	TULOILMAKANAVISTON PUHTAUDEN ARVIOINTI	19
5.5	MUUT HAVAINNOT	19
5.6	RAITISILMAKAMMION PÖLYN KOOSTUMUS	20
5.7	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
5.8	TOIMENPITEET	21
6	ILMANVAIHDON TOIMINTA	21
6.1	ILMAMÄÄRÄT	21

6.2	PAIN-EROJEN SEURANTAMITTAUKSET	22
6.3	JOHTOPÄÄTÖKSET	22
6.4	TOIMENPITEET	23
7	LIITTEET	23
Liite 1	Mittaustulokset	
Liite 2	Mittauspisteet pohjakuivissa	
Liite 3	Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset	
Liite 4	Paine-erojen seurantamittaukset	
Liite 5	Merkitseminen	

YHTEENVETO

Mikkolan koulun Lyyra-rakennuksessa on koettu sisäilman laatuun tai puutteelliseen ilmanvaihtoon liitettäviä oireita. Oireilu alkoi pääosin kesällä 2015 suoritetun ilmanvaihtokanavien säätötyön ja puhdistuksen jälkeen syksyllä 2015. Tiloissa on havaittu myös mustaa, kuitumaista pölyä ja muutamassa tilassa metallin hajua. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä sekä mistä pinnoille kerääntyvä tumma pöly on peräisin.

Rakennuksen ala- ja välipohjarakenteet olivat kuivia. Rakenneliittymissä todettiin paikoin ilmavuotoja, joiden kautta epäpuhtaudet voivat päästä sisäilmaan.

Sisäilman laatu oli sisäilman mikrobien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja pinnoille laskeutuvien mineraalivillakuitujen osalta normaali.

Tasopinnoilta, tuloilmakanavista sekä raitisilmakammioista tutkittiin pyyhintäpölynäytteiden koostumusta. Pöly koostui tasopinnoilla pääsääntöisesti normaalista huonepölystä. Muutamassa tilassa havaittiin jonkin verran mineraalivillakuituja pyyhintäpölynäytteissä. Nämä ovat todennäköisesti peräisin tuloilman mukana tulevasta mineraalikuiduista. Kaikista suutinkanavista otetuissa näytteissä todettiin lasi-, vuorivillan ja/tai jätelasivillan tyyppisiä mineraalivillakuituja. Runkokanavasta otetussa näytteessä ei mineraalivillakuituja havaittu. Tasopinnoille 2 viikon aikana laskeutuneessa pölyssä ei kuitenkaan mineraalivillakuituja havaittu yli ohjearvon. Tästä voidaan päätellä, että kuituja siirtyy sisäilmaan tuloilmakanavista vähäisiä määriä. Tuloilmakanavat olivat aistinvaraisesti arvioiden puhtaita.

Kaappien, valaisinten ja suutinkanavien päällä havaittiin paikoin runsaasti pölyä. Joissakin paikoin ylätasoilla havaittiin tummaa pölyä, mikä siirtyy sisäilmaan todennäköisesti ulkoa tuuletusikkunoiden kautta, sillä tuuletusikkunoiden välissä tummaa pölyä esiintyi erittäin runsaasti. Ulkoa kantautuu sisälle epäpuhtauksia kuten katupölyä, pienhiukkasia, nokea yms, mitä koulun lähellä oleva kerrostalojen purkutyömaa on vielä lisännyt.

Ulko- ja sisäilman välinen paine-ero vaihteli yö- ja päiväajan välillä siten, että TK1 ja TK4-koneiden palvelualueilla tilojen alipaineisuus kasvoi yöaikaan ja TK2 ja TK3-koneiden palvelualueilla alipaineisuus väheni yöaikaan. Painesuhteiden vaihtelut johtuvat ilmanvaihtokoneiden aikakytkennoistä.

Tulo- ja poistoilmavirrat täyttivät rakentamismääräyskokoelma D2 mukaiset vähimmäisvaatimukset kaikissa tutkituissa tiloissa. Tilassa 2047 mitattu tuloilmavirta oli 84 % tilan suunnitteluarvosta. Muissa tiloissa suunnitteluarvot täyttyivät tulo- ja poistoilmavirtojen osalta. Tulo- ja poistoilmavirrat olivat tiloissa lähes tasapainossa.

Toimenpiteet

- Ylätasopintojen sekä likaantuneiden akustiikkalevyjen puhdistaminen säännöllisesti 1-2 kertaa vuodessa
- Suositellaan ilmanvaihtokoneiden säätöä siten, että tilat ovat lähes tasapainossa ulkoilmaan nähden kaikkina vuorokauden aikoina.
- Alapohja- ja ulkoseinärakenteissa havaittujen ilmavuotokohtien tiivistäminen.

SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

LÄHTÖTIEDOT

Tutkimuskohde: Mikkolan koulu
Venuksentie 2, Vantaa
Vantaa

Tilaaaja: Jouni Räsänen
Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala
Tilakeskus
Vantaan kaupunki
Sähköposti: jouni.rasanen@vantaa.fi

Mikkolan koulun Lyyra-rakennus on vuonna 2006 valmistunut. Opetustiloja on kahdessa tasossa. Rakennuksessa on osin maanvarainen laatta ja osin ryömintätilainen alapohja. Tulo- ja poistoilmanvaihto on säädetty kanaviston puhdistuksen jälkeen kesällä 2015. Musiikkiluokassa ja erityisopettajan tilassa on tutkittu aiemmin sisäilman laatua ja rakenteiden tiiveyttä (Finnmap Consulting 5.12.2014).

Rakennuksessa koetaan sisäilman laatuun tai puutteelliseen ilmanvaihtoon viittaavaa oireilua. Tiloissa on havaittu mustaa, rakenteeltaan kuitumaista pölyä IV-kanaviston nuohouksen jälkeen. Muutamassa tilassa (2007, 2047, 1062) on käyttäjien mukaan havaittu ajoittain metallin hajua

Tutkimusryhmä:

Tutkimuksen tekijöinä olivat Reeta Aitto-Oja, Hanna Kuitunen, Jarkko Lesonen ja Sanna Pohjola. Tutkimukset tehtiin 15.3-15.4.2016

Tutkimuksen tavoite:

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Mikkolan koulun sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia tekijöitä.

1 ALAPOHJAT

1.1 RAKENTEET PIIRUSTUSTEN MUKAAN

AP1, alapohja ontelolaatta, perustyyppi

60 mm tasausbetoni
tartuntasilta
320 mm ontelolaattaelementit
160 mm lämpöeristys, ESP 60
1200 mm tuuletettu alustatila
>300 mm sepeli
suodatinkangas
perusmaa

AP2, alapohja ontelolaatta, märkätilat

Klinkkerilaatta
Kiinnityslaasti
Vedeneristys
40...70 mm tasaus/kallistusbetoni
tartuntasilta
320 mm ontelolaattaelementit
160 mm lämpöeristys, ESP 60
1200 mm tuuletettu alustatila
>300 mm sepeli
suodatinkangas
perusmaa

AP3, alapohja maanvarainen laatta, perustyyppi

Pintakäsittely/-materiaalit
>80 mm teräsbetoni-laatta
suodatinkangas
75 mm lämmöneristys, ESP 150
>300 mm tiivistetty sepeli
täyttö/perusmaa/kallio

AP4, alapohja maanvarainen laatta, märkätilat

Klinkkerilaatta
Kiinnityslaasti
Vedeneristys
70...90 mm teräsbetoni-laatta
suodatinkangas
75 mm lämmöneristys, ESP 150
>300 mm tiivistetty sepeli
täyttö/perusmaa/kallio

AP5, alapohja maanvarainen laatta, joustolattia, juhlasali

11 mm pintakäsittely/-materiaalit
 14 mm tasoite
 80 mm teräsbetoni-laatta
 suodatinkangas
 75 mm lämmöneristys
 >300 mm tiivistetty sepeli
 täyttö/perusmaa/kallio

AP6, alapohja maanvarainen laatta, VSS

Pintamateriaali
 60 mm pintabetoni
 150 mm teräsbetoni-laatta
 valusuoja, suodatinkangas
 75 mm lämmöneristys
 >300 mm tiivistetty sepeli
 täyttö/perusmaa/kallio

AP7, alapohja maanvarainen laatta, VSS:N märkätilat

Klinkkerilaatta
 Kiinnityslaasti
 Vedeneristys
 40...70 mm tasaus/-kallistusbetoni
 150 mm teräsbetoni-laatta
 valusuoja, suodatinkangas
 50 mm lämmöneristys, EPS 150
 >300 mm tiivistetty sepeli
 täyttö/perusmaa/kallio

AP8, alapohja maanvarainen laatta, tekninen työtila

pintakäsittely/materiaalit
 >100 teräsbetoni-laatta
 suodatinkangas
 75 mm lämmöneristys, EPS 150
 >300 mm tiivistetty sepeli
 täyttö/perusmaa/kallio

AP9, alapohja maanvarainen laatta, märkätilat

Klinkkerilaatta
 Kiinnityslaasti
 Vedeneristys
 70...90 mm tasaus/-kallistusbetoni
 suodatinkangas
 75 mm lämmöneristys, EPS 150

>300 mm tiivistetty sepeli
täyttö/perusmaa/kallio

AP10, alapohja ontelolaatta, musiikkiluokka

pintakäsittely/- materiaalit
70 mm tasausbetoni
suodatinkangas
30 mm äänieriste
10 mm tasoite tai tasauserros
320 mm ontelolaattaelementit
160 mm lämpöeristys, ESP 60
1200 mm tuuletettu alustatila
>300 mm sepeli
suodatinkangas
perusmaa

1.2 RAKENTEIDEN KOSTEUS

Koko rakennuksen alapohjarakenteiden kosteutta kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita kosteuslukuarvoja havaittiin hammas-/terveysaseman tiloissa 1008, 1009, 1032, 1030, 1033, 1036, 1037 1038, 1039 ja 1040 (tilat merkitty pohjakuvaan liitteeseen 2).

Lattiapinnoitteen (muovi / linoleum-matto) alapuolisen betonilaatan pinnan kosteus tarkastettiin ns. viiltomittausmenetelmällä. Lattiaan tehtiin viilto ja pinnoitteen alapuolinen kosteus mitattiin tasaantuneissa olosuhteissa 10 eri tilassa. Rakenteen suhteellinen kosteus oli normaali (51,4 – 74,8 %, lämpötila 15,6–24,0°C). Terveysaseman tiloissa on todennäköisesti asennettu lattiapinnoite, joka johtaa sähköä, josta kohonneet pintakosteusmittaustulokset johtuvat. Mittaustulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

Alapohjarakenteiden suhteellinen kosteus tarkastettiin myös porareikämenetelmän avulla eri rakennetyypeistä. Rakenteisiin porattiin eri syvyyksille mittausräikiä, joista suhteellinen kosteus mitattiin tasaantuneissa olosuhteissa. Rakenteiden kosteus 30 mm syvyydellä vaihteli välillä 60,2 – 77,5 %, 60 mm syvyydellä 65,4 – 79,8, 150 mm syvyydellä 83,5 % (väestönsuoja) ja maatäytössä 76,2 %. Mittauspisteiden lämpötila vaihteli välillä 15,1 – 21,1 °C ja absoluuttinen kosteus 9,6 – 13,1 g/m³. Alapohjarakenteiden kosteuspitoisuus oli normaalilla tasolla.

1.3 RAKENTEIDEN ILMATIIVIYS (MERKKIAINEKOKEET)

Alapohjarakenteen AP3 ilmatiiveyttä tutkittiin tiloista 1053 ja 1099. Merkkiainekaasuna käytettiin rikkiheksafluoridia (SF₆). Kaasun havaitsemiseen käytettiin Wika Gir-10 -analysaattorilaitetta. Tutkittavat tilat alipaineistettiin Blowerdoor-alipaineistajalla merkkiainekokeen ajaksi. Merkkiainekaasu laskettiin alapohjalaatan alapuoliseen eristetilaan poratuista rei'istä. Merkkiainetutkimusten koejärjestelyt ja tulokset on esitetty liitteessä 5.

Tilassa 1053 ilmavuotoja havaittiin alapohjan ja ulkoseinän liittymissä, väliseinän ja alapohjan liittymissä sekä pilarin liittymissä. Tilassa 1099 ilmavuotokohtia havaittiin pilarin liittymissä sekä alapohjan ja ulkoseinän liittymissä.

1.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Alapohjarakenteet olivat kuivia.
- Alapohjarakenteissa havaittiin ilmavuokohtia ulkoseinän ja alapohjan liittymistä sekä pilarien liittymistä alapohjaan. Sisäilmaan voi ilmavuotokohtien kautta siirtyä epäpuhtauksia alapohjalaatan alta.

1.5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Suositellaan alapohjarakenteiden tiivistämistä ilmatiiviiksi rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan. Tiivistyskorjausten jälkeen ennen pinnoittamista suositellaan laadunvarmistuskokeita ilmatiiveyden varmistamiseksi.

2 ULKOSEINÄT

2.1 RAKENTEET PIIRRUSTUSTEN MUKAAN

US 1, ulkoseinä, VSS

100 mm teräsbetoni
30 mm ilmarako
100 mm lämmöneristys, polyuretaani
400 mm kantava betoni
pintakäsittely

US 2, ulkoseinä, normaalitapaus

28 mm julkisivukasetti
20 mm pystyhattuorsi
9 mm tuulensuojakipsilevy
175 mm lämmöneristys
3 mm teräsohutlevy
12 mm sisävuorauslevy
pintakäsittely

US 3, ulkoseinä, peltivuoraus

pintakäsittely/materiaalit
>25 mm tuuletusrako
9 mm tuulensuojakipsilevy
175 mm lämmöneristys
1 mm teräsohutlevy
12 mm sisävuorauslevy
pintakäsittely

US4, ulkoseinä, lämmönjako/sähkökeskus

100 mm teräsbetoni
30 mm ilmarako
100 mm lämmöneristys, polyuretaani
200 mm kantava betoni
pintakäsittely

US 5, ulkoseinä, IV-konehuoneet

200 mm Rannila Panel 3lock 200
teräsrunko
pintakäsittely/-materiaali

US 6, ulkoseinä, purunpoisto

15 mm säänkestävä vaneri
100 mm lämmöneristys, mineraalivilla, teräsrunko + apurunko
50 mm lämmöneristys, mineraalivilla, vaakakoolaus
9 mm tuulensuojakipsilevy
25 hattuorsi
12 mm säänkestävä vaneri
kuumasinkitty pelti

US7, ulkoseinä, liikuntasali

28 mm julkisivukasetti
20 mm pystyhattuorsi
9 mm tuulensuojakipsilevy
175 mm lämmöneristys, mineraalivilla, termorankarunko
1 mm teräsohutlevy
25 mm asennusväli, mineraalivilla
200 mm kantava betoni
pintakäsittely

2.2 RAKENTEIDEN ILMATIIVIYS (MERKKIAINEKOKEET)

Ulkoseinärakenteen US2 ilmatiiviyttä tutkittiin tiloista 1053 ja 1099. Merkkiainekaasuna käytettiin rikkiheksafluoridia (SF₆). Kaasun havaitsemiseen käytettiin Wika Gir-10 -analysointilaitetta. Tutkittavat tilat alipaineistettiin Blowerdoor-alipaineistajalla merkkiainekokeen ajaksi. Merkkiainekaasu laskettiin ulkoseinän eristetilaan. Merkkiainetutkimusten koejärjestelyt ja tulokset on esitetty liitteessä 5.

Tilassa 1053 ilmavuotoja havaittiin alapohjan ja ulkoseinän liittymissä, ikkunan ja ulkoseinän liittymissä, patterin kannakkeissa, ulkoseinän halkeamassa sekä pilarin liittymissä. Tilassa 1099 ilmavuotokohtia havaittiin ikkunan ja ulkoseinän liittymissä, patterin/putken kannakkeissa sekä alapohjan ja ulkoseinän liittymissä.

2.3 MUUT HAVAINNOT

Tilassa 1086 havaittiin ikkunan puulistoissa kosteusvauriojälkiä. Tilassa 1028 havaittiin ulkoseinän kipsilevyssä halkeama



Kuva 1. Tilan 1086 ikkunan puulistan kosteusjälkiä.

2.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ulkoseinärakenteissa havaittiin ilmapuotokohtia. Sisäilmaan voi ilmapuotokohtien kautta siirtyä epäpuhtauksia.

2.5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Suositellaan ulkoseinärakenteiden tiivistämistä ilmatiiviiksi rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan. Tiivistyskorjausten jälkeen ennen pinnoittamista suositellaan laadunvarmistuskokeita ilmatiiveyden varmistamiseksi.

3 VÄLIPOHJAT

3.1 RAKENTEET PIIRUSTUSTEN MUKAAN

VP1, välipohja, perustyyppi

pintakäsittely/-materiaalit

60 mm pintabetoni

tartuntasilta

320 mm ontelolaatat

pääkannattajat

pintakäsittely/-materiaalit

VP2, välipohja, kosteat tilat

klinkkerilaatta
kiinnityslaasti
vedeneristys
40...70 mm tasaus/kallistusbetoni
tartuntasilta
320 mm ontelolaatat
pääkannattajat
pintakäsittely/-materiaalit

VP3, välipohja, IV-konehuoneen lattia

pintakäsittely/-materiaalit/ vedeneristys
60...80 mm pintabetoni
tartuntasilta
320 mm ontelolaatat
pääkannattajat
pintakäsittely/-materiaalit

VP4, välipohja, musiikkiluokka

pintakäsittely/-materiaalit
60 mm pintabetoni
tartuntasilta
320 mm ontelolaatat
50 mm ilmarako
50 mm mineraalivilla, puurunko
25 mm akustinen jousiranka
2 x 13 mm 2-kertainen kipsilevy
pintakäsittely/-materiaalit

3.2 RAKENTEIDEN KOSTEUDET

Koko rakennuksen välipohjarakenteiden kosteus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita kosteuslukuarvoja ei havaittu.

Lattiapinnoitteen (muovi / linoleum-matto) alapuolisen betonilaatan pinnan kosteus tarkastettiin ns. viiltomittausmenetelmällä kolmessa eri tilassa. Lattiaan tehtiin viilto ja pinnoitteen alapuolinen kosteus mitattiin tasaantuneissa olosuhteissa kolmessa tilassa. Rakenne oli kuiva lattiapinnoitteen alapuolella (RH 52,1 – 67,5 %, lämpötila 20,6–21,2°C). Mittaustulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 1.

3.3 MUUT HAVAINNOT

Suihkutiloissa havaittiin paikoitellen oven karmeissa kosteuden aiheuttamia vaurioita.



Kuva 2. Tilojen 112 (vasen kuva) ja 1120 (oikea kuva) oven karmien vaurioita.

3.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Välipohjarakenteet olivat kuivia.

4 SISÄILMAN LAATU

4.1 SISÄILMAN MIKROBIT

Sisäilman mikrobeja tutkittiin 1. kerroksen luokkahuoneista 1058, 1062 sekä 2. kerroksen luokkahuoneista 2008, 2007, 2013, 2024, 2030, 2037, 2038 ja 2047 yhdellä näytteenotokerralla. Tutkimustuloksia verrataan Asumisterveysohjeen ohjearvoihin sekä ulkoilmapitoisuuksiin. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Tutkittujen tilojen sieni-itiö ja aktinomykeettipitoisuudet olivat ulkoilmapitoisuuksiin verrattuna alhaisia, sieni-itiökoostumus oli normaali. Bakteeripitoisuudet olivat alhaisia.

4.2 SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet otettiin tiloista 1058, 1060, 2008, 2007, 2013, 2024, 2030, 2037, 2038 ja 2047 yhden näytteenotokerran aikana. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus, ns. TVOC -arvo, vaihteli välillä 9 – 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mitatut pitoisuudet ovat kokemusperäisesti alhaisia.

Yhdisteiden joukossa ei havaittu vallitsevaa tasoa korkeampina pitoisuuksina mitään yksittäistä yhdistettä.

4.3 PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT

Pinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikulujen pitoisuuksia selvitetiin tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla kahden viikon ajan eri IV-koneiden palvelualueilta kahdeksasta eri tilasta. Tutkituista tiloista otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Tutkittujen tilojen mineraalikulupitoisuudet vaihtelivat välillä alle 0,07-0,14 kpl/cm². Asumisterveysasetuksen (2015) ohjeellinen arvo 0,20 kpl/cm² alittui kaikissa mittauspisteissä.

4.4 HIILIDIOKSIDIPITOISUUDEN SEURANTA

Tilojen 1062, 2007, 2008, 2024, 2047 ja 2050 hiilidioksidipitoisuutta seurattiin jatkuvatoimisesti kahden viikon ajan.

Hiilidioksidipitoisuusseurannan avulla selvitetään tilojen ilmanvaihdon riittävyttä tiloissa tapahtuvaan toimintaan nähden. Mittausarvoista tehtiin 10 minuutin keskiarvon kuvaajat, jotka on esitetty liitteessä 5.

Hiilidioksidipitoisuudet vaihtelivat tutkittavissa tiloissa välillä 324,5–1330,5 ppm. Tilan 1062 hiilidioksidipitoisuus nousi hetkellisesti yli 1300 ppm:n, 10 minuutin keskiarvo kuvaajassa tilan hiilidioksidipitoisuus on maksimissaan noin 900 ppm. Hetkellinen korkea pitoisuus johtuu todennäköisesti käyttäjästä, joka on mittaushetkellä ollut lähellä seurantalaitetta. Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 1150 ppm suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus on ulkoilmassa noin 400 ppm. Tämä toimenpideraja alittuu kaikissa mittauspisteissä.

4.5 MUUT HAVAINNOT

Suihkutilassa 1139 havaittiin viemärin hajua. Luokkatilassa 2024 havaittiin yhdellä tutkimuskerralla kemiallista hajua, jonka lähdettä ei saatu paikannettua. Todennäköisesti haju on peräisin joko tilan käyttäjästä tai siivouksesta. Muissa tiloissa ei havaittu tutkimuskäyntien yhteydessä mitään poikkeavaa hajua (esim. käyttäjien havaitsemaa metallinhajua) sisäilmassa.

4.6 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Sisäilman laatu oli tutkituissa tiloissa sisäilman mikrobien, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja pinnoille laskeutuvien mineraalivillakulujen osalta normaali
- Sisäilman hiilidioksidipitoisuus pysytteli tutkituissa tiloissa koko mittausjakson ajan alle Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.

5 PÖLYN KOOSTUMUS

5.1 PINNOILLE LASKEUTUVAN PÖLYN KOOSTUMUS

Pinnoille laskeutuvan pölyn koostumuksen määrittämiseksi tasopinnoilta, lähinnä kaappien päältä ja tuloilmakanavan päältä otettiin pyyhintänäytteitä pölyn koostumuksen määrittämiseksi eri ilmanvaihtokoneiden palvelualueilta. Pölynäytteitä otettiin tiloista 1049, 1058, 1062, 1078, 1025, 2013, 2030, 2037, 2047 ja 2050. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Kokoomänäytteiden todettiin koostuvan tavanomaisista huonepölyhiukkasista (tekstiili- ja paperikuitujen osasia, hilsettä, kiviaineshiukkasia yms.). Tilojen 1058 ja 1078 kaappien päältä otetuissa näytteissä todettiin spray-tyyppisiä hiukkasia. Tilan 2047 kaapin päältä otetussa näytteessä havaittiin pieni määrä homeitiöitä sekä jonkin verran vuori- ja lasivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Saman tilan (2047) tuloilmakanavan päältä otetussa näytteessä todettiin jonkun verran siitepölyhiukkasia. Vuori- ja lasivillan tyyppisiä mineraalikuituja todettiin tilassa 1058 kaapin päältä sekä tilassa 1049 kaapin päältä otetussa näytteessä sekä tuloilmakanavan päältä otetussa näytteessä.

5.2 MUUT HAVAINNOT



Kuva 3. Kotitalousluokassa 1049 kattolevyissä oli runsaasti pölyä suutinkanavien yläpuolella. Tilassa suutinkanavat sijaitsevat lähellä kattoa.



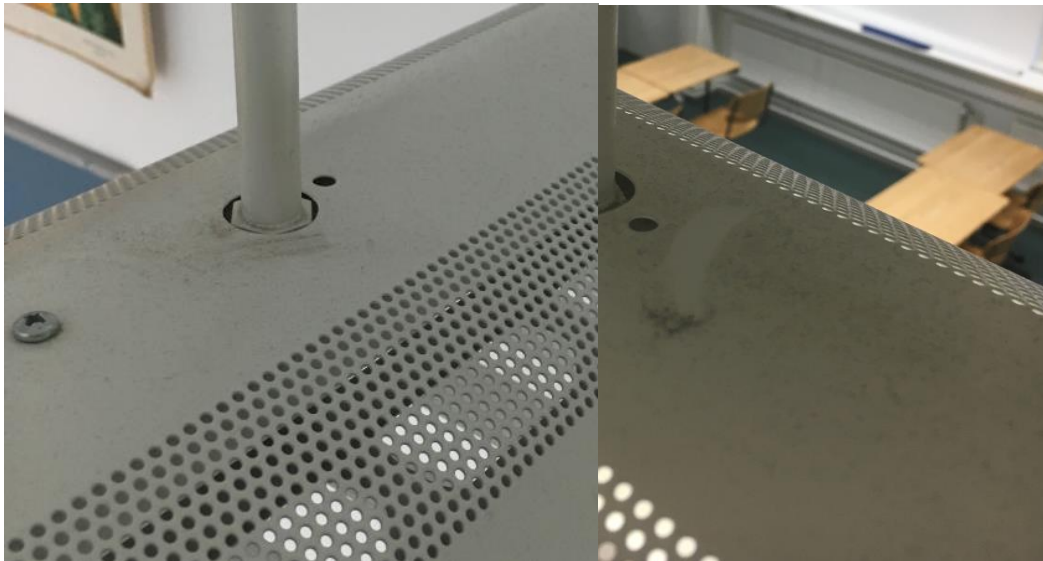
Kuva 4. Myös muissa luokkatiloissa havaittiin pölyä kattolevyissä suutinkanavien yläpuolella, mutta vähemmän kuin kotitalousluokassa. Mitä kauempana suutinkanava sijaitsi katosta, sitä vähemmän pölyä kattolevyissä oli tuloilmasuihkun kohdalla havaittavissa.



Kuva 5. Luokassa 2050 runsaasti pölyä suutinkanavan päällä.



Kuva 6. Kaappien päällä paikoin runsaasti pölyä. Kuva vasemmalla kotitalousluokasta (1049) ja oikealla luokasta 2013. Osa pölystä oli tummaa, eikä vaikuttanut normaalilta huonepölyltä.



Kuva 7. Valaisinten päällä todettiin paikoin runsaasti pölyä. Kuvat luokista 2017 (vasemmalla) ja 2013 (oikealla).



Kuva 8. Tummaa pölyä havaittiin runsaasti tuuletusikkunan välissä. Todennäköisesti pinnoilla havaittu tumma pöly tulee sisälle ulkoa ikkunoiden kautta.

Koulurakennuksen lähellä on saatujen tietojen mukaan purettu vanhoja kerrostaloja. Tasopinnoille kerääntyneen pölyn koostumuksessa ei havaittu poikkeavia yhdisteitä. Todennäköisesti tumma pöly on ulkoa kantautuvaa epäpuhtautta kuten katupölyä, pienhiukkasia, nokea yms, mitä lähellä oleva purkutyömaa on vielä lisännyt.

5.3 TULOILMAKANAVAN PÖLYN KOOSTUMUS

Eri tuloilmakoneiden palvelualueilta määritettiin tuloilmakanavan pölyn koostumusta suutinkanavista kerätyistä pyyhintäpölynäytteistä. Samalla arvioitiin myös tuloilmakanavien puhtautta aistinvaraisesti. Kanavapölynäytteiden tulokset on esitetty liitteessä 1.

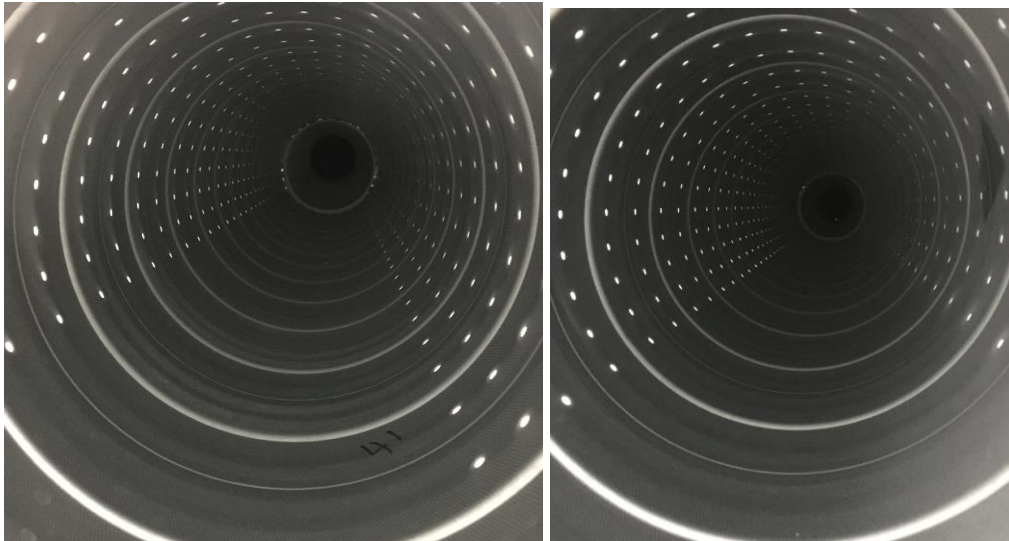
Tilojen 1078, 1062 ja 1058 suutinkanavista otetut näytteet koostuivat lähinnä kipsi- ja silikaattityyppisistä hiukkasista, joukossa paljon ruoste- ja sinkkihiukkasia. Näytteissä todettiin myös paljon vuori- ja lasivillan ja/tai jätelasivillan tyyppisiä mineraalikuituja.

2. kerroksen tilojen 2050, 2030, 2037, 2013, 2047 ja 1. kerroksen tilan 1049 suutinkanavista otetuissa näytteissä todettiin rakennusmateriaaliperäisiä, laasteihin ja tasoitteisiin viittaavia kiviaineshiukkasia. sekä jonkin verran-paljon vuori-, lasivillan ja /tai jätelasivillan tyyppisiä mineraalivillakuituja.

TK1-koneen palvelualueelta näyte otettiin terveydenhoitajan tilan edustalta olevan käytävän 1042 runkokanavasta. Näyte koostui rakennusmateriaaliperäisistä, laasteihin ja tasoitteisiin viittaavista kiviaineshiukkasista sekä sinkkipitoisista hiukkasista. Näytteessä ei todettu kuituja.

5.4 TULOILMAKANAVISTON PUHTAUDEN ARVIOINTI

Yhdeksästä luokkatilasta, joista otettiin pyyhintäpölynäytteet suutinkanavan sisältä sekä yhdestä runkokanavasta, arvioitiin samalla myös tuloilmakanavan puhtautta aistinvaraisesti. Pölymäärä oli kaikissa tarkastetuissa kanavissa vähäinen (pölymäärä arvioiden 0,2-0,4 g/m³) ja kanavistot olivat P1-puhtausluokassa (Kuvat 9 ja 10). Tummaa pölyä ei tuloilmakanavistoissa havaittu.



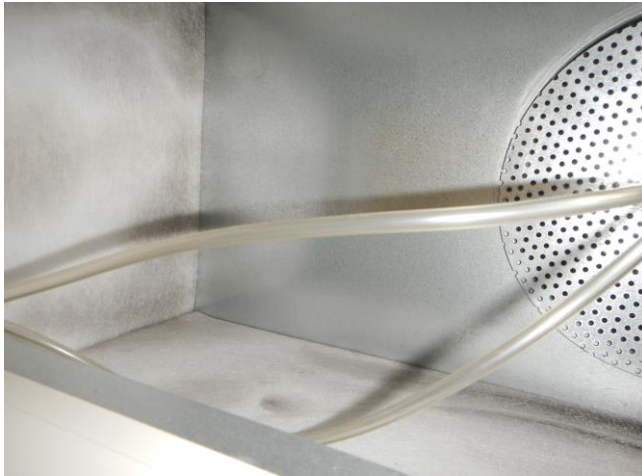
Kuva 9. Tuloilmakanavat luokan 2013 (vasemmalla) ja luokassa 2047 (oikealla)



Kuva 10. Runkokanava käytävällä 1042. Pölyn määrä vähäinen.

5.5 MUUT HAVAINNOT

Terveystoimittajan tilassa ei ole suutinkanavaa vaan tuloilmapäätte sijaitsee väliseinän yläosassa. Päätte avattiin ja havaittiin äänieristeenä villalevyjä (Kuva 11). Ko. tilassa ei kuitenkaan havaittu pinoille laskeutuvia mineraalivillakuituja yli ohjearvon.



Kuva 11. Terveystilojen tilassa 1025 tuloilmapäätteessä havaittiin äänieristeenä villalevyjä.

5.6 RAITISILMAKAMMION PÖLYN KOOSTUMUS

Kolmessa tuloilmakoneen raitisilmakammioista otettiin pyyhintäpölynäytteet pölyn koostumuksen määrittämiseksi. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Kaikki näytteet koostuivat lähinnä kipsi- ja silikaattityyppisistä hiukkasista, joukossa paljon ruoste- ja sinkkihiukkasia. TK4- ja TK6/8-koneiden raitisilmakammioista otetuissa näytteissä todettiin lisäksi paljon vuori- ja lasivillan tyyppisiä mineraalikuituja ja lisäksi TK4-koneen näytteessä jonkin verran siitepölyhiukkasia.

TK4:n raitisilmakammiossa havaittiin pölyä kammion pohjalla, pöly kerääntyi pyyhittäessä. TK6/TK8:n raitisilmakammiossa havaittiin jonkin verran pölyä, pöly kerääntyi pyyhittäessä. TK2:n raitisilmakammiossa havaittiin pölyä kammion reunalueilla.



Kuva 12. TK4:n raitisilmakammio vasemmalla ja TK2:n raitisilmakammio oikealla.

5.7 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Tasopinnoilla havaittiin paikoin runsaasti pölyä. Pinnoille laskeutuneen pölyn koostumus oli kuitenkin näytteiden perusteella pääsääntöisesti normaalia huonepölyä. Muutamassa tilassa (tilat 1049, 1058 ja 2047) havaittiin pinnoille laskeutuneessa pölyssä jonkin verran vuori- ja lasivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Tummaa pölyä havaittiin eniten tuuletusikkunoiden välissä, joten todennäköisesti tumma pöly on ulkoa tulevaa epäpuhtautta (mm. katupöly, noki, pienhiukkaset), mikä pääsee tiloihin ulkoa ikkunoiden kautta.
- Tuloilmakanavat olivat aistinvaraisesti arvioiden puhtaita (P1 luokka), eikä tummaa pölyä tuloilmakanavissa havaittu. Kaikista suutinkanavista otetuista näytteissä todettiin vuori- ja lasivillan tyyppisiä mineraalikuituja. Runkokanavasta otetussa näytteessä näitä ei todettu. Todennäköisesti suutinkanavissa on käytetty äänieristeenä kuituja päästävää pinnoitetta. Pinnoille laskeutuneessa pölyssä havaittiin kolmessa tilassa jonkin verran mineraalikuituja, joten kovin paljon kuituja ei pääse virtaamaan kanavistosta hengitysilmaan.

5.8 TOIMENPITEET

- Ylätasopintojen sekä likaantuneiden akustiikkalevyjen puhdistaminen säännöllisesti 1-2 kertaa vuodessa

6 ILMANVAIHDON TOIMINTA

6.1 ILMAMÄÄRÄT

Tilakohtaisia tulo- ja poistoilmavirtoja mitattiin pistokokein eri tuloilmakoneiden palvelualueilla. Ilmavirtoja verrataan ilmanvaihtosuunnitelmien aikana voimassa olleisiin vuoden 2010 D2-ohjearvoihin. D2-ohjearvojen osalta käytetään ensisijaisesti henkilömäärään perustuvaa ohjearvoa. Lisäksi tilakohtaisia tulo- ja poistoilmavirtoja verrataan toisiinsa. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 1.

Luokassa 2024 ei tuloilmamääriä voitu mitata, sillä alaslaskettua kattoa ei saatu avattua eikä mittauskohтия saatu esiin. Tämä olisi vaatinut rakenneavauksen tekoa alaslaskettuun kattoon.

Luokassa 1062 (TK3) ja 2050 (TK6) mitatut tuloilmavirrat ylittivät suunnitteluarvot. Luokissa 2007 (TK3) ja 2047 (TK6) mitatut tuloilmavirrat alittivat suunnitteluarvot. Luokassa 2007 mitattu arvo oli 97 % suunnitellusta, mikä menee mittaasepävarmuuden sisään. Tilassa 2047 mitattu tuloilmavirta oli 84 % suunnitteluarvosta. D2 kertoo sallituksi poikkeamaksi $\pm 10\%$, kun kyseessä on IV-järjestelmä, mitä käytetään yleensä myös huonekohtaisissa IV-säädöissä sallittuna poikkeamana.

Henkilömäärään perustuva rakentamismääräyskokoelman D2 mukainen ohjeavot täyttyivät kaikissa tiloissa. Mitatut tulo- ja poistoilmavirrat olivat tasapainossa tiloissa 2007 ja 2047. Tilassa 1062 tuloilmavirta oli 22 % suurempaa kuin poistoilmavirta. Tilassa on erilliset vetokaapit ja niiden ollessa päällä tulo- ja poistoilmavirta on tasapainossa.

6.2 PAINE-EROJEN SEURANTAMITTAUKSET

Sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa seurattiin kahdeksassa tilassa eri puolilla rakennusta. Painesuhteiden seurantamittauskäyrät on esitetty graafisesti liitteessä 4.

Tila 1025 (TK1) oli ulkoilmaan nähden keskimäärin 0,9 Pascalia alipaineinen, painesuhteet vaihtelivat 5,3 Pascalin ylipaineisuudesta 5,9 Pascalia alipaineisuuteen. Päiväaikaan tila on keskimäärin lievästi ylipaineinen ja yöaikaan ja viikonloppuisin alipaineinen.

Tila 1049 (TK2) oli ulkoilmaan nähden keskimäärin 8,7 Pascalia alipaineinen, painesuhteet olivat koko mittausajan alipaineisia ja ne vaihtelivat välillä 4,6 – 19,0 Pascalia.

Tila 1062 (TK3) oli ulkoilmaan nähden keskimäärin 9,7 Pascalia alipaineinen, painesuhteet olivat koko mittausajan alipaineisia ja ne vaihtelivat välillä 2,3 – 18,4 Pascalia. Painesuhteissa nähdään selkeä vaihtelu päivä- ja yöajan välillä. Alipaineisuus on tilassa päiväaikaan suurempaa kuin yöaikaan.

Tila 1083 (TK4) oli ulkoilmaan nähden keskimäärin 4,1 Pascalia alipaineinen, painesuhteen vaihtelivat 2,9 Pascalin ylipaineisuudesta 13,5 Pascalin alipaineisuuteen. Tilan alipaineisuus kasvoi selvästi yöaikaan (klo 00-06 välillä).

Tila 2013 (TK3) oli ulkoilmaan nähden keskimäärin 4,8 Pascalia alipaineinen, painesuhteet vaihtelivat 0,1 Pascalin ylipaineisuudesta 9,8 Pascalin alipaineisuuteen.

Tila 2030 (TK4) oli ulkoilmaan nähden keskimäärin 8,0 Pascalia alipaineinen, painesuhteet vaihtelivat 0,4 Pascalin ylipaineisuudesta 12,2 Pascalin alipaineisuuteen.

Tila 2037 (TK4) oli ulkoilmaan nähden keskimäärin 10,4 Pascalia alipaineinen, painesuhteet vaihtelivat 5,1 Pascalin ylipaineisuudesta 27,8 Pascalin alipaineisuuteen.

Painesuhdekuvaajien perusteella TK1 (mittauspiste 1025) on täysteholla arkipäivisin 7-23. TK2 (mittauspiste 1049) on täysteholla 6-23 välisenä aikana. TK3 (mittauspisteet 1062 ja 2013) on täysteholla 5-22 välisenä aikana. TK4 (mittauspisteet 1083, 2030 ja 2037) on 2. kerroksen mittauspisteiden perusteella täysteholla 7-23 välisenä aikana. TK1 ja TK4-koneiden palvelualueella tilojen alipaineisuus kasvoi yöaikaan ja TK2- ja TK3-koneiden alueilla alipaineisuus pienenee yöaikaan ja viikonloppuisin.

6.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ulko- ja sisäilman välinen paine-ero vaihteli yö- ja päiväajan välillä siten, että TK1 ja TK4-koneiden palvelualueilla tilojen alipaineisuus kasvoi yöaikaan ja TK2 ja

TK3-koneiden palvelualueilla alipaineisuus väheni yöaikaan. Painesuhteiden vaihtelut johtuvat ilmanvaihtokoneiden aikakytkennoistä.

- Tuloilmavirrat täyttivät rakentamismääräyskokoelma D2 mukaiset vähimmäisvaatimukset kaikissa tutkituissa tiloissa. Tilassa 2047 mitattu tuloilmavirta oli 84 % tilan suunnitteluarvosta. Muissa tiloissa suunnitteluarvot täyttyivät tulo- ja poistoilmavirtojen osalta. Tulo- ja poistoilmavirrat olivat tiloissa lähes tasapainossa.

6.4 TOIMENPITEET

- Suositellaan ilmanvaihtokoneiden säätöä siten, että tilat ovat lähes tasapainossa ulkoilmaan nähden kaikkina vuorokauden aikoina.

Helsingissä, 22. huhtikuuta 2016

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Sanna Pohjola
MML, osastopäällikkö



Ilkka Jerkku
DI, yksikön johtaja

7 LIITTEET

Liite 1	Mittaustulokset
Liite 2	Mittauspisteet pohjakuvissa
Liite 3	Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset
Liite 4	Paine-erojen seurantamittaukset
Liite 5	Merkkiainekokeet