

**LIIKUNTASALIN JA NÄYTTÄMÖN
SISÄILMASTOTEKNINEN SELVITYS**



MYLLYMÄEN KOULU

VANHA PORVOONTIE 21, MÄNTSÄLÄ

22501945-004

Yhteenveto

Tutkimuskohteena on Mäntsälän Myllymäen koulun liikuntasali ja siihen liittyvä näyttämö. Koulun vanha osa, jossa liikuntasali sijaitsee, on rakennettu vuonna 1983. Rakennusta on laajennettu ja korjattu noin vuonna 2004. Rakennuksessa on teräsbetonirunko, muuratut julkisivut ja bitumihuopakate. Liikuntasalissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Salin tuloilmakone TK2 on asennettu noin vuonna 2005.

Liikuntasalin ilmanjako on lähtökohtaisesti toimiva. Ilmanvaihto on asetettu toimimaan ympärivuorokautisesti. Tuloilmakanavien pohjalle on kertynyt huonepölyä karkeampia epäpuhtauksia.

Liikuntasalin ilmanvaihdon nykyinen hidas ja täysi teho ovat riittäviä normaaleille liikuntatunneille.

Liikuntasalin ilmanvaihto on säädetty niin, että käyttäjämäärän kasvaessa ilmanvaihto tehostuu portaattomasti alle 500 ppm hiilidioksidipitoisuutta vastaavasta hitaasta tehosta yli 1000 ppm hiilidioksidipitoisuutta vastaavaksi täydeksi tehoksi. Täyden tehon edellytyksenä olevaa hiilidioksidipitoisuutta, yli 1000 ppm, ei saavuteta normaalissa liikuntasalikäytössä vaan ainoastaan juhlasalikäytössä.

Ulkolämpötiloilla alle -14 °C voi ilmanvaihto toimia vain hitaalla teholla ja silloin juhlasalikäytössä suurin käyttäjämäärä on noin 175, jotta ilmanvaihto olisi Asumisterveysasetuksen (2015) mukaista.

Ulkolämpötiloilla yli -10 °C voi ilmanvaihto toimia täydellä teholla. Tällöin juhlasalikäytössä suurin käyttäjämäärä on noin 225, jotta ilmanvaihto olisi Asumisterveysasetuksen (2015) mukaista.

Liikuntasalin lattiarakenteen koolattuun eristekerrokseen sijoitetuissa tuloilmakanavissa havaittiin vuotoilmavirtausta. Kanavien vuodot eivät aiheuta mineraalivillakuitujen kulkeutumista sisäilmaan, koska pinnoille laskeutuvien mineraalikulitujen pitoisuus oli vähäinen.

Näyttämön mikrobiperäinen haju on todennäköisesti peräisin alapuolisen tuolivaraston alapohjassa olevista ilmavuotokohdista, joiden kautta maapohjan epäpuhdasta ilmaa pääsee kulkeutumaan sisäilmaan. Näyttämölle ei johdeta tuloilmaa koneellisesti, vaan siellä on pelkästään koneellinen poistoilmanvaihto. Tällöin näyttämölle virtaa ilmaa liikuntasalin puolelta. Näyttämön ilmaan sekoittuu alapohjan ilmavuotojen mukana tullutta epäpuhdasta ilmaa. Näyttämön sisäilman mikrobien pitoisuus ja lajisto olivat kuitenkin tavanomaisia.

Korjaustoimenpide-ehdotukset

Heti tehtäviä:

- Liikuntasalissa suositellaan ilmanvaihdon täyden tehon aikaohjelman laajentamista siten, että ilmanvaihto ohjelmoidaan toimimaan täydellä teholla koulupäivien ajan hiilidioksidipitoisuudesta riippumatta.
- Liikuntasalin ilmanvaihto pidetään toiminnassa ympärivuorokautisesti myös jatkossa.

- Liikuntasalin ilmanvaihdon ylemmää hiilidioksidipitoisuusrajaa 1000 ppm suositellaan alennettavaksi, jolloin täyden tehon aikaohjelman ulkopuolella salin käyttäjämäärän ja hiilidioksidipitoisuuden kasvaessa alkaa ilmanvaihto toimia täydellä teholla nykyistä aikaisemmin.
- Liikuntasalin käyttäjämäärät suositellaan pidettäväksi sellaisina, että salissa toteutuu Asumisterveysasetuksen (2015) mukainen ilmanvaihto, vähintään 6 dm³/s tuloilmaa henkilöä kohden.
- Liikuntasalin tuloilmakanavat suositellaan puhdistettaviksi epäpuhtauksien poistamiseksi.
- Näyttämölle suositellaan asennettavaksi oma tuloilmakanava, jonka kautta tuloilma puhalletaan näyttämön tasolle.
- Tuolivaunun edessä oleva lattian halkeama suositellaan tiivistämään.

Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä tehtäviä:

- Liikuntasalissa olevat alkuperäiset tuloilmakanavat suositellaan uusittaviksi.

Sisältö

1	YLEISTIEDOT	1
2	KÄYTETYT MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET	1
3	SISÄILMAN LAADUN TUTKIMUKSET	2
3.1	Sisäilman mikrobit	2
3.2	Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut	2
3.3	Liikuntasalin tuolivaraston merkkiainekoe	2
4	ILMANVAIHTO	4
4.1	Tuloilmakone TK2 ja liikuntasalin ilmanvaihtolaitteet	4
4.2	Liikuntasalin tuloilmavirrat	7
4.3	Liikuntasalin tuloilmakanavien tiiveyskokeet	8
4.4	Näyttämön ilmanvaihto	8
5	JOHTOPÄÄTÖKSET JA RISKITEKIJÖIDEN ARVIOINTI	8
6	KORJAUSTOIMENPIDE-EHDOTUKSET	9
7	LIITTEET	10

1 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde:

Myllymäen koulu, Vanha Porvoontie 21, Mäntsälä

Tilaaaja:

Mäntsälän kunta, Kunnossapitopalvelut
Pasi Santala
Heikinkuja 4
04600 Mäntsälä
Sähköposti: pasi.santala@mantsala.fi

Lähtötiedot:

Tutkimuskohteena on Mäntsälän Myllymäen koulun liikuntasali. Koulun vanha osa on rakennettu vuonna 1983. Rakennusta on laajennettu ja korjattu noin vuonna 2004. Liikuntasali sijaitsee vanhan osan puolella. Rakennuksessa on teräsbetonirunko, muuratut julkisivut ja bitumihuopakate.

Liikuntasalissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Salin tuloilmakone TK2 on asennettu noin vuonna 2005.

Koulun opetustiloissa on tehty sisäilmateknisiä korjauksia viime vuosina. Liikuntasalissa on myös koettu sisäilmaan liitettävää oireilua, joten tämä tutkimus on kohdistettu sinne. Liikuntasalin tuloilmakanavisto on sijoitettu lattiarakenteen koolattuun eristekerrokseen. Tuloilmakanavassa on epäilty olevan vuotokohtia, joiden kautta lattiarakenteen eristekerrokseen syntyisi ylipaine ja sen johdosta voisi mineraalivillakuituja kulkeutua sisäilmaan. Lisäksi näyttämöllä on aistittu mikrobiperäistä hajua.

Tutkimustavoite:

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, voiko tuloilmakanavan vuodot aiheuttaa mineraalivillakuitujen kulkeutumista sisäilmaan. Lisäksi on selvitetty näyttämöllä aistitun hajun lähdettä. Tutkimusraportti pohjautuu rakennepiirustuksiin, kohteessa tehtyyn katselmukseen, teknisiin tutkimuksiin sekä kiinteistön omistajan edustajalta saatuihin tietoihin.

Tutkimusryhmä:

Tutkimuksen tekijöinä olivat Jarkko Lesonen, Reeta Aitto-oja, Milla Mattila ja Heli Hurskainen. Kenttätutkimukset tehtiin 16.-17.10.2018.

Käytettävissä olleet asiakirjat:

- LVI-piirustuksia, v. 1983, LVI-suunnittelu Pekka Pajunen
- arkkitehtipohjakuvat, v. 2003, Arkkitehtuuritoimisto Klemetti & Rätty
- leikkaus A-A, v. 1983, Arkkitehtuuritoimisto Jussi Iivonen ja Pentti Aho ky
- leikkaukset C-C ja D-D, v. 1982, Redecon

2 KÄYTETYT MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET

Ilmavirtamittari	SwemaFlow 126
Merkkiainelaitteisto	Wika Gir-10
Paine-eromittari	TSI Airflow PVM610

3 SISÄILMAN LAADUN TUTKIMUKSET

3.1 Sisäilman mikrobit

Sisäilman mikrobinäytteet otettiin näyttämöltä kahden eri näytteenottokerran aikana. Vertailunäytteet otettiin ulkoilmasta. Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja mittauspisteet liitteessä 2.

Tutkimustuloksia verrataan samanaikaisiin ulkoilman mikrobipitoisuuksiin ja selvitetään sisä- ja ulkoilman mikrobikoostumuksessa mahdollisesti todettavia eroja. Tuloksia verrataan lisäksi Asumisterveysasetuksen tulkintaohjeisiin.

Tutkittujen tilojen sieni-itiöpitoisuudet olivat alhaisia ja lajisto ulkoilman kaltainen. Bakteeri- ja aktinomykeettipitoisuudet olivat alhaisia.

3.2 Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

Pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksia selvitettiin liikuntasalista kahdessa eri pisteessä sekä näyttämöllä tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla kahden viikon laskeuman aikana. Kustakin pisteestä otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet. Tutkimukset tehtiin 21.9.-5.10.2018.

Pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksien toimenpideraja on 0,20 kuitua/cm² kahden viikon laskeutumisaikana. Tiloissa esiintyi vain mineraalivillakuituja (alle 0,07 – 0,07 kuitua /cm²). Kaikissa näytealustoissa mineraalikuitujen pitoisuustasot olivat em. toimenpiderajaa alhaisemmat.

Tulokset on esitetty liitteessä 1 ja mittauspisteet liitteessä 2.

3.3 Liikuntasalin tuolivaraston merkkiainekoe

Merkkiainekokeen avulla selvitettiin, kulkeutuuko tuolivaraston kautta ilmaa liikuntasaliin. Tuolivarasto sijaitsee näyttämön puulattian alla. Kokeen aikana tuolivaunut olivat paikoillaan tuolivarastossa. Tuolivarastoon johdettiin merkkiainekaasua, jonka kulkeutumista liikuntasaliin seurattiin analysaattorilaitteen avulla.

Merkkiainetta tuli liikuntasaliin tuolivaunun reunojen kohdalla. Kaikki havaitut ilmavuotokohdat olivat merkittäviä. Tuolivaunun ja liikuntasalin lattian liittymäkohdassa havaittiin selkeä halkeama lattiassa, josta ilmavirran suunta oli alapohjarakenteesta sisäilmaa kohden. Koetta on kuvattu myös liitteessä 4.1.

Kuvat 1 ja 2. Liikuntasalin tuolivarasto, jossa on kaksi tuolivaunua. Auki vedettiin vasen tuolivaunu. Varastossa todettiin mikrobiperäinen haju.



4 ILMANVAIHTO

4.1 Tuloilmakone TK2 ja liikuntasalin ilmanvaihtolaitteet

Liikuntasalia palvelee tuloilmakone TK2, joka sijaitsee IV-konehuoneessa 209. Kone TK2 on asennettu noin vuonna 2005.



Kuva 3. IV-konehuone 209. Tuloilmakone TK2 on alempi kone vasemmalla.

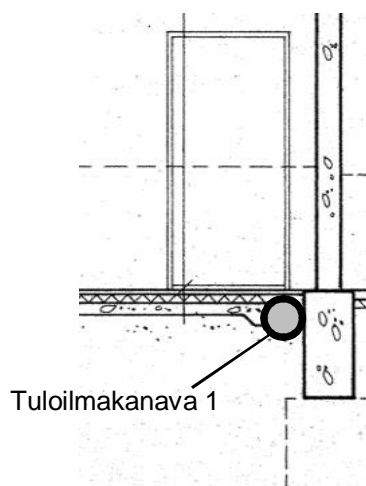
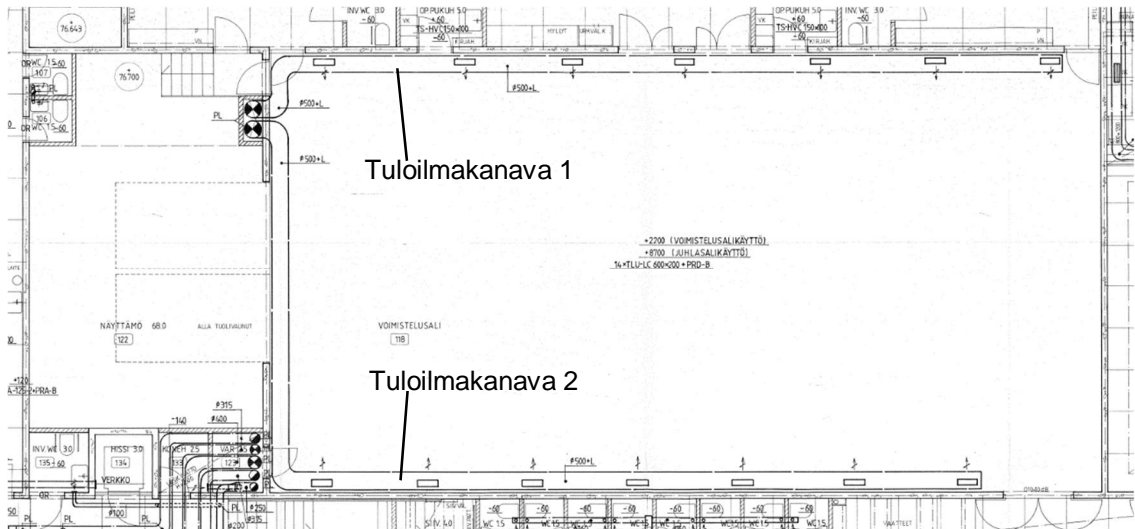
Kone TK2 ja sitä vastaava poistoilmakone PK2 ovat taajuusmuuttajaohjattuja. Koneiden aikaohjelmaksi on asetettu:

- täysi teho ma-pe klo 5.45-9 ja la-su klo 9-10
(tuloilmapuhallin: 44,5 Hz, 90 % - poistoilmapuhallin: 39,6 Hz, 65 %)
- hidas teho muina aikoina
(tuloilmapuhallin: 35,7 Hz, 63 % - poistoilmapuhallin: 34,2 Hz, 46 %)

Aikaohjelman ohittaa salin ilmanvaihdon hiilidioksidisäätö. Tällöin hitaan tehon aikaohjelman aikana alkaa ilmanvaihto tehostua portaattomasti, mikäli salin hiilidioksidipitoisuus ylittää 500 ppm. Ilmanvaihdon täysi teho saavutetaan, kun hiilidioksidipitoisuus ylittää 1000 ppm.

Hiilidioksidisäädön ohittaa ulkoilman lämpötilan mukaan tapahtuva säätö. Tällöin ulkolämpötilan ollessa alle -14 °C voi ilmanvaihto toimia vain hitaalla teholla. Ulkolämpötilan noustessa sallitaan ilmanvaihdon tehostuminen, kunnes ulkolämpötilan ollessa yli -10 °C saa ilmanvaihto toimia täydellä teholla.

Liikuntasalia palvelee kaksi pyöreää alkuperäistä tuloilmakanavaa, jotka on asennettu lattiatason alapuolelle seinien viereen. Tuloilma puhalletaan saliin seinien vierelle lattiatason asennetuista säleiköistä, joita on yhteensä 14 kpl (7 kpl/kanava).



Kuvat 4 ja 5. Liikuntasalin tuloilmakanavat sijaitsevat lattiatason alapuolella. Pyöreistä vaakakanavista nousee suorakaiteen muotoinen kanava jokaiselle tuloilmasäleikölle. Tuloilmasäleiköt ovat lattiatasossa seinien vierellä. Säleiköissä ei ole mineraalivillaa.



Kuva 6. Suorakaiteen muotoisten tuloilmakanavien liitoskohdissa oli paikoin vanhoja teippauksia.



Kuvat 7 ja 8. Vasemmalla näkymä tuloilmakanavaan 1, jonka pohjalla oli epäpuhtauksia, lisäksi kanava on painunut jonkin verran. Oikealla tuloilmakanava 2 ja myös sen pohjalla oli epäpuhtauksia. Kanavissa ei näkynyt mineraalivillaa.

Liikuntasalin poistoilmalaitteet on sijoitettu yhteen kattokulmaukseen.



Kuva 9. Poistoilmalaitteet ovat kattokulmauksessa näyttämön vieressä.

4.2 Liikuntasalin tuloilmavirrat

Liikuntasalissa mitattiin tuloilmavirrat ilmanvaihdon hitaalla ja täydellä teholla. Mittausten aikana salin ovet olivat kiinni. Mittaustuloksia verrataan vuonna 1983 suunniteltuun ilmanvaihtoon sekä Asumisterveysasetukseen (2015). Asumisterveysasetuksen mukaan kouluissa on ulkoilmaa(tuloilmaa) oltava vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden tilojen käytön aikana.

16.10.2018 liikuntasalin tuloilmavirroiksi mitattiin:

- Hitaalla teholla tuloilmavirraksi mitattiin 1070 dm³/s. Tuloilmavirta jakaantui tasaisesti kumpaankin tuloilmakanavaan (530 dm³/s ja 540 dm³/s).
- Täydellä teholla tuloilmavirraksi mitattiin 1350 dm³/s. Tuloilmavirta jakaantui tasaisesti kumpaankin tuloilmakanavaan (670 dm³/s ja 680 dm³/s).
- Salin nykyinen suurin käyttäjämäärä on noin 330. Tällöin mitattu tuloilmavirta on 3,2 dm³/s henkilöä kohden ilmanvaihdon hitaalla teholla ja 4,1 dm³/s henkilöä kohden ilmanvaihdon täydellä teholla.

Vuonna 1983 liikuntasalin suunnitellut tuloilmavirrat olivat:

- 611 dm³/s voimistelusalikäytössä. Tämän toteutuessa tuloilmavirta olisi 12,2 dm³/s henkilöä kohden nykyisellä suurimmalla liikuntatuntien aikaisella käyttäjämäärällä (noin 50).
- 2417 dm³/s juhlasalikäytössä. Tämän toteutuessa tuloilmavirta olisi 7,3 dm³/s henkilöä kohden nykyisellä suurimmalla käyttäjämäärällä (noin 330).

Liikuntasalin ilmanvaihtomittauksia on kuvattu myös liitteessä 3.

4.3 Liikuntasalin tuloilmakanavien tiiveyskokeet

Tuloilmakanavien 1 ja 2 tiiveyttä selvitettiin merkkiainekokeiden avulla. Merkkiainekokeen ajaksi tutkitun tuloilmakanavan tuloilmasäleiköt tulpattiin. Tuloilmakanavaan johdettiin merkkiainekaasua, jonka kulkeutumista liikuntasaliin seurattiin analysaattorilaitteen avulla.

Tuloilmakanavaan 1 johdettua merkkiainetta tuli saliin lattian ja seinän liittymissä sekä lattiassa olevien pyöreiden metallikansien kautta. Kaikki havaitut ilmavuotokohdat olivat merkittäviä. Koetta on käsitelty tarkemmin liitteessä 4.2.

Tuloilmakanavaan 2 johdettua merkkiainetta tuli saliin lattian ja seinän liittymissä sekä lattiassa olevien pyöreiden metallikansien ja metallitolppien läpivientien kautta. Kaikki havaitut ilmavuotokohdat olivat merkittäviä. Koetta on käsitelty tarkemmin liitteessä 4.3.

4.4 Näyttämön ilmanvaihto

Näyttämöllä on koneellinen poistoilmanvaihto. Poistoilmalaite on näyttämön yläosassa. Näyttämölle tulee ilmaa liikuntasalista.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET JA RISKITEKIJÖIDEN ARVIOINTI

- Liikuntasalin ilmanjako on lähtökohtaisesti toimiva, koska tuloilma jaetaan tilan oleskeluvyöhykkeelle lattiatasosta ja poistoilmalaitteet on sijoitettu yhteen kattokulmaukseen. Ilmanvaihto on asetettu toimimaan ympärivuorokautisesti, jolloin lattian alla oleviin tuloilmakanaviin ei laskeudu tavanomaista huonepölyä. Tuloilmakanavien pohjalle on kuitenkin kertynyt muita epäpuhtauksia (mm. hiekkaa) vuosien varrella.
- Liikuntasalin ilmanvaihdon nykyinen hidas ja täysi teho ovat riittäviä normaaleille liikuntatunneille. Hitaalla teholla tuloilmavirraksi mitattiin 1070 dm³/s, jolloin esim. 50 käyttäjän aikana tuloilmavirta on yli 20 dm³/s henkilöä kohden. Täydellä teholla tuloilmavirta oli 1350 dm³/s, jolloin 50 käyttäjän aikana tuloilmavirta on 27 dm³/s henkilöä kohden.
- Liikuntasalin ilmanvaihto on säädetty niin, että käyttäjämäärän kasvaessa ilmanvaihto tehostuu portaattomasti alle 500 ppm hiilidioksidipitoisuutta vastaavasta hitaasta tehosta yli 1000 ppm hiilidioksidipitoisuutta vastaavaksi täydeksi tehoksi. Täyden tehon tuloilmavirta on noin 25 % suurempi kuin hitaan tehon tuloilmavirta. Ilmanvaihdon täyden tehon edellytyksenä oleva pitoisuus yli 1000 ppm voidaan saavuttaa vasta melko suurella käyttäjämäärällä, lähinnä juhlasalikäytössä. Juhlasalikäytössä täyden tehon ilmanvaihdolla suurin käyttäjämäärä on 225, jotta tuloilmaa olisi vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden Asumisterveysasetuksen mukaisesti. Salin suurin käyttäjämäärä on noin 330, jolloin ilmanvaihto ei ole täydellä teholla Asumisterveysasetuksen (2015) mukaista. Tuloilmapuhaltimen täyden tehon lisäys nykyisestä arvosta 90 % arvoon 100 % ei merkittävästi lisää tuloilman määrää.

- Liikuntasalin ilmanvaihdon määrää saattaa talviaikaan rajoittaa ulkoilman lämpötila. Salin ilmanvaihto voi toimia vain hitaalla teholla ulkolämpötilan ollessa alle -14 °C. Ulkolämpötilan ollessa yli -10 °C voi ilmanvaihto toimia täydellä teholla. Ulkolämpötiloilla alle -14 °C ilmanvaihdon hitaalla teholla on salin suurin käyttäjämäärä noin 175, jotta tuloilmaa olisi vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden Asumisterveysasetuksen mukaisesti.
- Merkkiainekokeiden mukaan liikuntasalin lattian alla olevissa tuloilmakanavissa on epätiivelyksiä, joiden kautta tuloilmaa vuotaa lattian alapuolisiin rakenteisiin. Alapuolisista rakenteista ilmaa tulee liikuntasaliin puulattiaan liittyvissä epätiivelyskohdissa. Lattian alta tulevan ilman mukana saliin ei kuitenkaan tulosten mukaan kulkeudu mineraalikuituja, sillä pinnoille laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuus oli vähäinen. Vähäistä mineraalikuitupitoisuutta selittää myös se, että tuloilmakanavissa ei todettu näkyvää mineraalivillaa.
- Liikuntasaliin liittyvässä näyttämön alapuolisessa tuolivarastossa oli mikrobiperäinen haju, jonka lähteenä on todennäköisesti alapohjan kautta tuolivarastoon tapahtuvat ilmavuodot. Merkkiainekokeen mukaan tuolivaraston kautta tulee ilmaa liikuntasaliin, josta ilmaa kulkeutuu myös näyttämölle. Näyttämöllä koettuun tunkkaisuuteen vaikuttaa tuolivarastosta tulevan mikrobiperäisen hajun lisäksi näyttämön ilmanvaihtotapana oleva koneellinen poistoilmanvaihto. Poistoilmanvaihdon seurauksena näyttämölle tulee huoneilmaa liikuntasalista. Näyttämölle olisi kuitenkin suositeltua järjestää oma koneellinen tuloilmanvaihto, jolloin tilan tuloilma tulee suoraan ulkoa. Sisäilmanäytteiden perusteella näyttämön sisäilman mikrobien pitoisuus ja lajisto olivat tavanomaisia.

6 KORJAUSTOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Heti tehtäviä:

- Liikuntasalissa suositellaan ilmanvaihdon täyden tehon aikaohjelman laajentamista siten, että ilmanvaihto ohjelmoidaan toimimaan täydellä teholla koulupäivien ajan hiilidioksidipitoisuudesta riippumatta.
- Liikuntasalin ilmanvaihto pidetään toiminnassa ympärivuorokautisesti myös jatkossa.
- Liikuntasalin ilmanvaihdon ylempää hiilidioksidipitoisuusrajaa 1000 ppm suositellaan alennettavaksi, jolloin täyden tehon aikaohjelman ulkopuolella salin käyttäjämäärän ja hiilidioksidipitoisuuden kasvaessa alkaa ilmanvaihto toimia täydellä teholla nykyistä aikaisemmin.
- Liikuntasalin käyttäjämäärät suositellaan pidettäväksi sellaisina, että salissa toteutuu Asumisterveysasetuksen (2015) mukainen ilmanvaihto, vähintään 6 dm³/s tuloilmaa henkilöä kohden.
- Liikuntasalin tuloilmakanavat suositellaan puhdistettaviksi epäpuhtauksien poistamiseksi.
- Näyttämölle suositellaan asennettavaksi oma tuloilmakanava, jonka kautta tuloilma puhalletaan näyttämön tasolle.
- Tuolivaunun edessä oleva lattian halkeama suositellaan tiivistämään.

Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä tehtäviä:

- Liikuntasalissa olevat alkuperäiset tuloilmakanavat suositellaan uusittaviksi.

7 LIITTEET

Liite 1	Mittaustulokset
Liite 2	Mittauspisteet pohjakuvassa
Liite 3	Ilmanvaihtomittaukset pohjakuvassa
Liite 4	Merkitäinekokeet

Helsingissä, 6.11.2018

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Heli Hurskainen
DI, projektipäällikkö



Jarkko Lesonen
DI, tutkija

Sisäilman mikrobit

Näytteet otettiin kuusivaihekeräimellä elatusalustoille, jotka olivat 2 % mallasuuteagar (M2) ja DG 18 –agar homesienille sekä tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG) bakteereille ja sädesienille eli aktinomykeeteille. Mikrobit tunnistettiin valomikroskooppisesti. Pitoisuudet on esitetty käyttäen yksikköä cfu/m³ eli pesäkkeen muodostavien yksiköiden määrää kuutiometrissä ilmaa. Tulokset olivat seuraavat:

Näytteen- ottopiste	Tilan ja näytteen- ottopisteen kuvaus	Pvm	Sieni-itiöt, mallasuute, pitoisuus, cfu/m ³	Sieni-itiöt, DG 18, pitoisuus, cfu/m ³	Bakteerit, pitoisuus, cfu/m ³	Aktinomykeetit, pitoisuus, cfu/m ³
M1	Liikuntasali	15.10.2018	Yhteensä 75 Cladosporium sp. 52 % Penicillium sp. 6 % hiivat 18 % steriilit 24 %	Yhteensä 100 Cladosporium sp. 87 % hiivat 13 %	360	4
		16.10.2018	Yhteensä 22 Cladosporium sp. 40 % hiivat 20 % steriilit 40 %	Yhteensä 13 Cladosporium sp. 100 %	130	0
M2	Ulkoilma	15.10.2018	Yhteensä 1 450 Cladosporium sp. 66 % Penicillium sp. 6 % hiivat 1 % steriilit 27 %	Yhteensä 750 Cladosporium sp. 81 % Penicillium spp. 6 % hiivat 3 % steriilit 10 %	42	0
		16.10.2018	Yhteensä 670 Cladosporium sp. 26 % Penicillium sp. 16 % hiivat 1 % steriilit 57 %	Yhteensä 270 Cladosporium sp. 36 % Penicillium sp. 5 % hiivat 2 % steriilit 57 %	21	7

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilman lämpötilä, °C	Sisäilman suhteellinen kosteus, %	Ulkoilman lämpötilä, °C	Ulkoilman suhteellinen kosteus, %
15.10.2018	19,5	55	15,5	72
16.10.2018	20,0	60	11,0	94

Mikrobitulosten arviointiperusteet ovat Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen 8/2016 ja Kansanterveyslaitoksen Koulujen kosteus- ja homevauriot – opas 2008 mukaan:

Sieni-itiöt

- taajamassa sijaitsevien asuntojen sieni-itiöpitoisuus 100 – 500 cfu/m³ talviaikana on poikkeavan suuri. Jos myös näytteen mikrobisuvusto on tavanomaisesta poikkeava, mikrobikasvun esiintyminen on todennäköistä,
- alle 100 cfu/m³:n mikrobipitoisuus voi viitata mikrobikasvustoon asunnossa talviaikana, mikäli näytteen lajistossa esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja eli ns. kosteusvaurioindikaattoreita,
- taajamassa sijaitsevan asunnon talviaikainen sieni-itiöpitoisuus yli 500 cfu/m³ on mikrobikasvustoon viittaava,
- kivirakenteisten koulurakennusten pitoisuustaso talviaikana on yleensä alle 50 cfu/m³. Vauriotiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50-100 cfu/m³,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu talviaikainen ohjearvo (Työterveyslaitos) on 50 cfu/m³,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta ja selvitetään sisä- ja ulkoilman mikrobilajistoissa olevia eroja. Mikäli sisäilman mikrobipitoisuus on suurempi kuin ulkoilman, voi tämä viitata epätavanomaiseen mikrobilähtee-

seen sisällä. Mikroilähteeseen viittaa myös se, että sisäilmassa esiintyy mikroilajeja, joita ei esiinny ulkoilmassa.

Bakteerit

- pitoisuustaso yli 4 500 cfu/m³ asunnoissa ja koulujen luokkatiloissa on kohonnut ja viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tilan käyttöön nähden,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu ohjearvo (Työterveyslaitos) on 600 cfu/m³ ja viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tai sisäilman epätavanomaiseen mikroilähteeseen.

Aktinomykeetit (Sädesienet)

- aktinomykeettien eli sädesienien esiintymistä talviaikana taajama-asunnoissa pidetään ns. kosteusvaurioindikaattoreina,
- toimistotyyppisten työtilojen ehdotettu talviaikainen ohjearvo (Työterveyslaitos) on 5 cfu/m³,
- sulan maan aikana vertailuarvona käytetään samanaikaista ulkoilmapitoisuutta.

Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

Pinnoille laskeutuvia mineraalikuituja kerättiin tiloihin kahden viikon ajaksi asennettujen geeliteippilevyjen avulla. Näytteet tutkittiin valomikroskooppisesti laboratoriossa. Pinnoilla todettiin mineraalikuituja neliösenttimetriä kohden (yli 20 mikrometrin pituiset kuidut) seuraavasti:

Näytteenottopiste	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK1	Liikuntasali	21.9.-5.10.2018	alle 0,07
		21.9.-5.10.2018	alle 0,07
PPK2	Liikuntasali	21.9.-5.10.2018	alle 0,07
		21.9.-5.10.2018	alle 0,07
PPK3	Näyttämö	21.9.-5.10.2018	alle 0,07
		21.9.-5.10.2018	0,07

Tasopinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen viitearvo toimistoympäristöissä (säännöllisesti siivottavat pinnat) on 0,2 kpl/cm² (Työterveyslaitos 2016). Tämä on myös 15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukainen teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä.

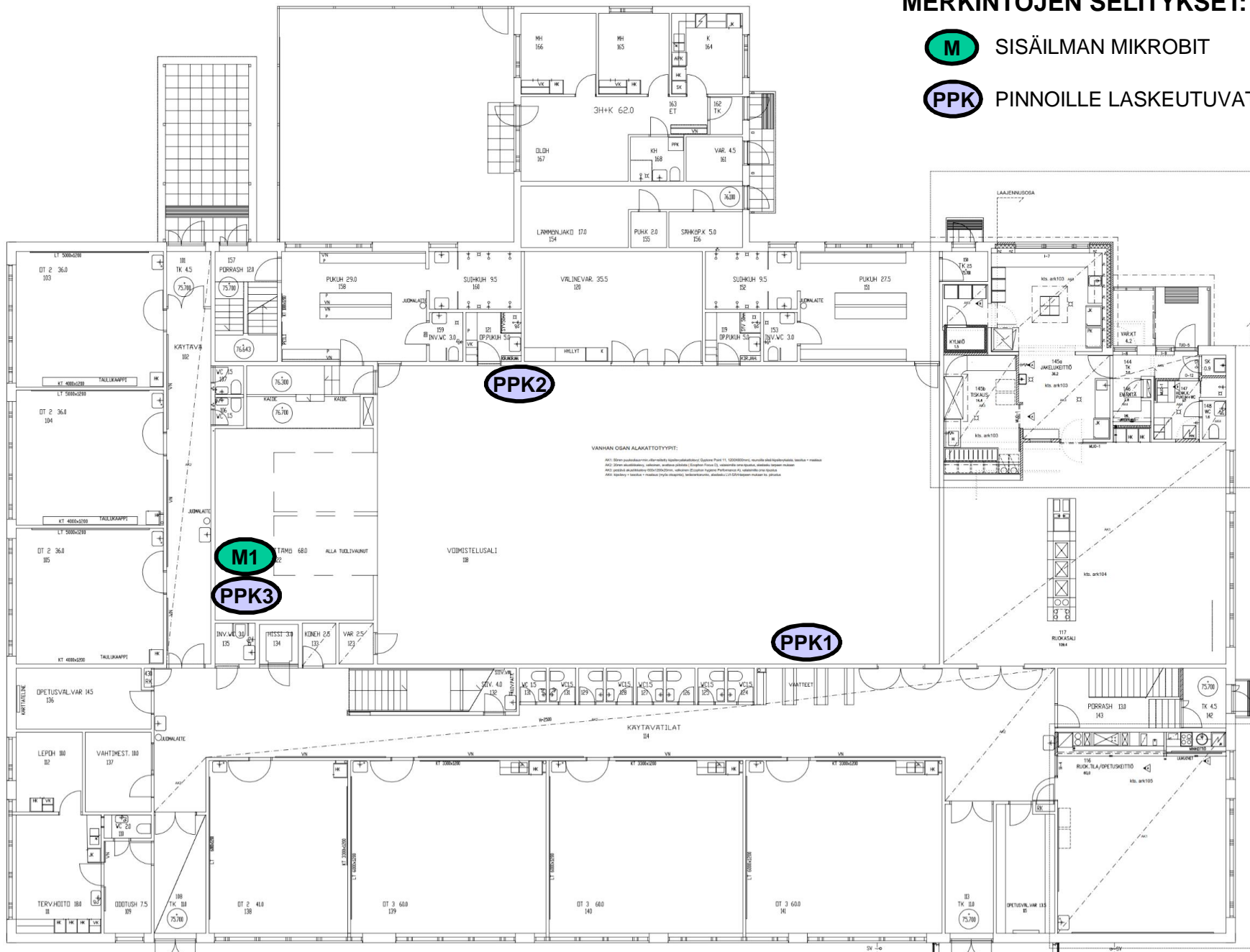
MERKINTÖJEN SELITYKSET:



SISÄILMAN MIKROBIT



PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT



LIIKUNTASALIN ILMANVAIHTOMITTAUKSET 16.10.2018

MITATTU 16.10.2018

	Hidas teho	Täysi teho
Tuloilmakanava 1:	530 dm ³ /s	670 dm ³ /s
Tuloilmakanava 2:	540 dm ³ /s	680 dm ³ /s
Tuloilmaa yhteensä:	1070 dm ³ /s	1350 dm ³ /s

Nykyinen suurin käyttäjämäärä on noin 330.

Tällöin 16.10.2018 tehtyjen mittausten mukaan toteutuva tuloilmavirta on nykyisin:

- 3,2 dm³/s henkilöä kohden ilmanvaihdon hitaalla teholla
- 4,1 dm³/s henkilöä kohden ilmanvaihdon täydellä teholla

Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan kouluissa on ulkoilmaa(tuloilmaa) oltava vähintään 6 dm³/s henkilöä kohden tilojen käytön aikana.

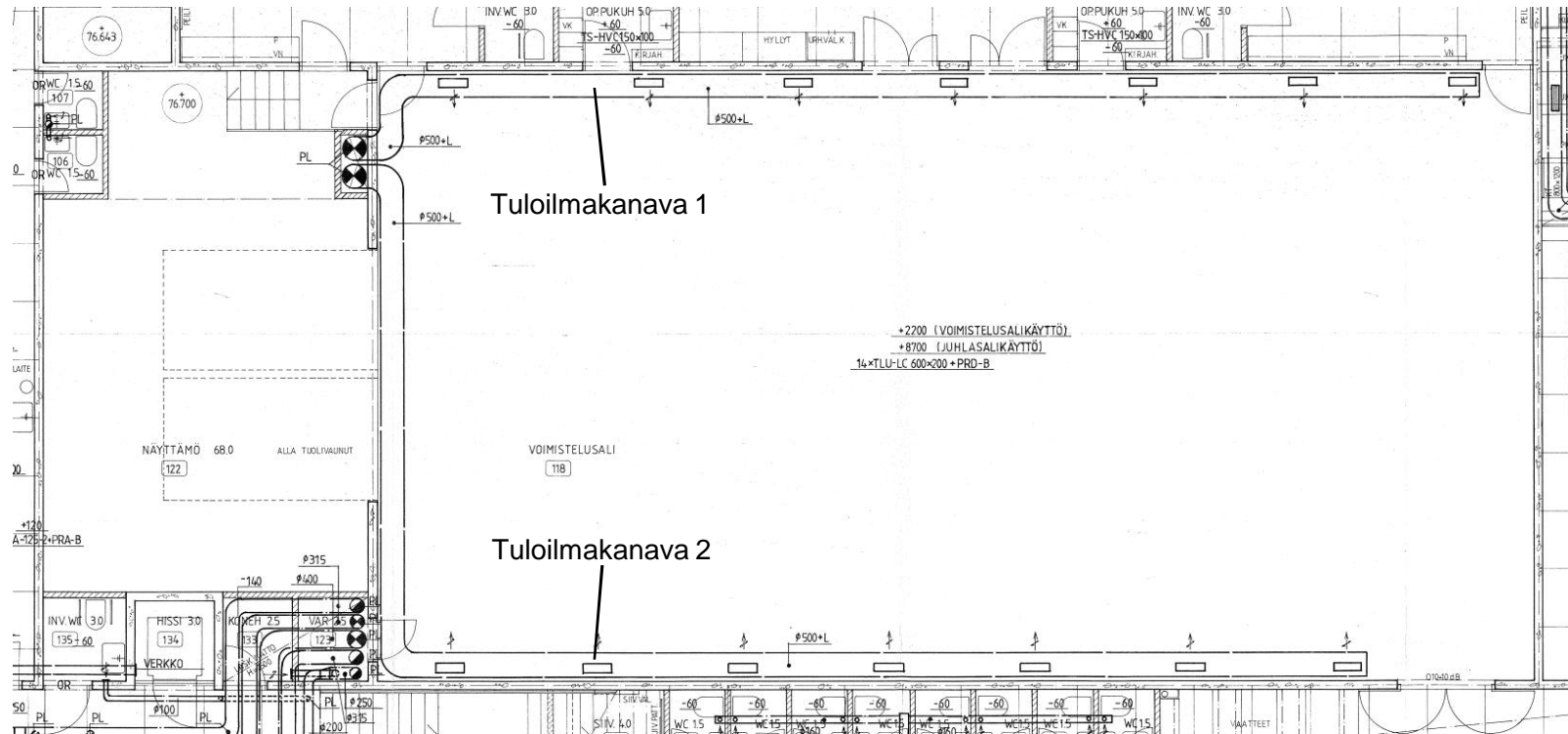
SUUNNITeltu V. 1983

	Liikuntasalikäyttö	Juhlasalikäyttö
Tuloilmaa yhteensä:	611 dm ³ /s (=2200 m ³ /h)	2417 dm ³ /s (=8700 m ³ /h)

Nykyinen suurin käyttäjämäärä on noin 50 liikuntasalikäytössä ja 330 juhlasalikäytössä.

Tällöin v. 1983 suunnitellun ilmanvaihdon mukaisiksi tuloilmavirroiksi saadaan:

- 12,2 dm³/s henkilöä kohden (voimistelusalikäyttö)
- 7,3 dm³/s henkilöä kohden (juhlasalikäyttö)



LIIKUNTASALIN TUOLIVARASTON MERKKIAINEKOE 16.10.2018

Merkkiainekoe tehtiin rikkiheksafluoridikaasulla ja Wika Gir-10 -analysaattorilaitteella. Koe tehtiin kahdella ilmanvaihtoasetuksella (hidas ja täysi teho), jolloin liikuntasalin ja tuolivaraston välillä ei ollut mitattavaa paine-eroa (paine-ero alle 1 Pa). Kokeen aikana salin ovet olivat kiinni.

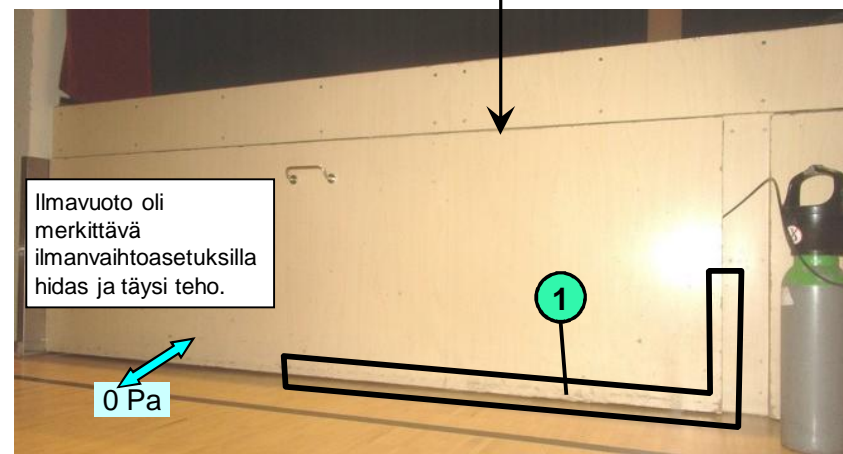
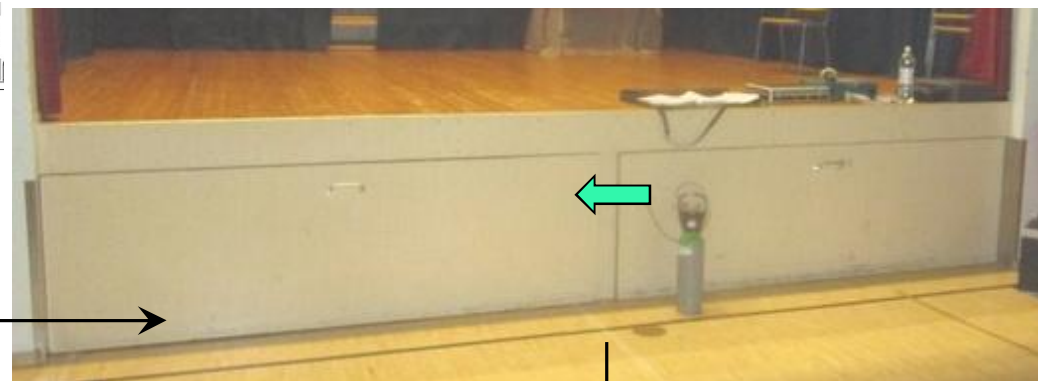
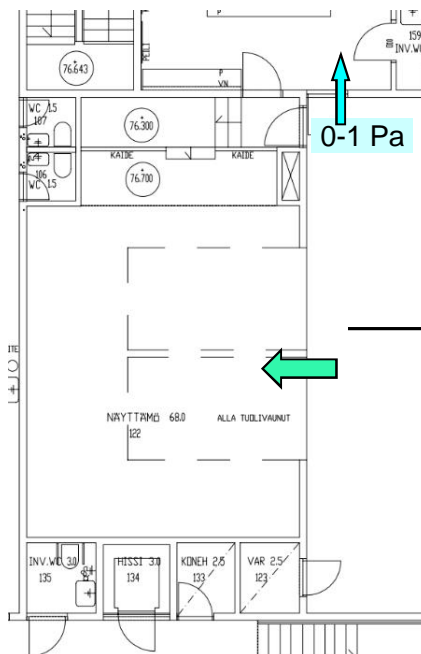
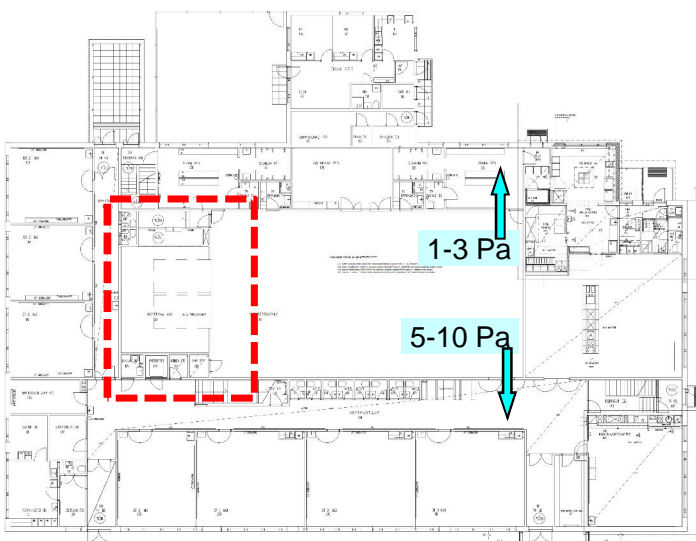
NUOLIEN SELITYKSET:

 MERKKIAINEKAASU TUOLIVARASTOON

0-1 Pa PAINE-ERO JA ILMAVIRTAUKSEN SUUNTA (kertamittaus)

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

1 TUOLIVAUNUN REUNAT





LIIKUNTASALIN TUOILMAKANAVAN 1 TIIVEYSKOE 17.10.2018

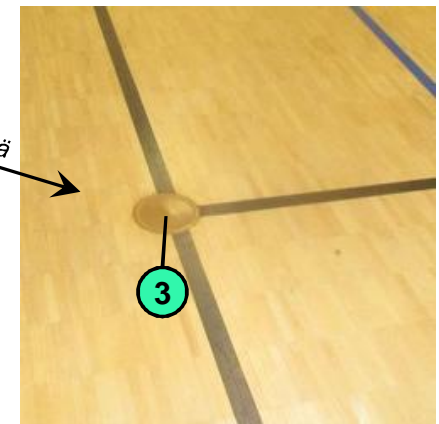
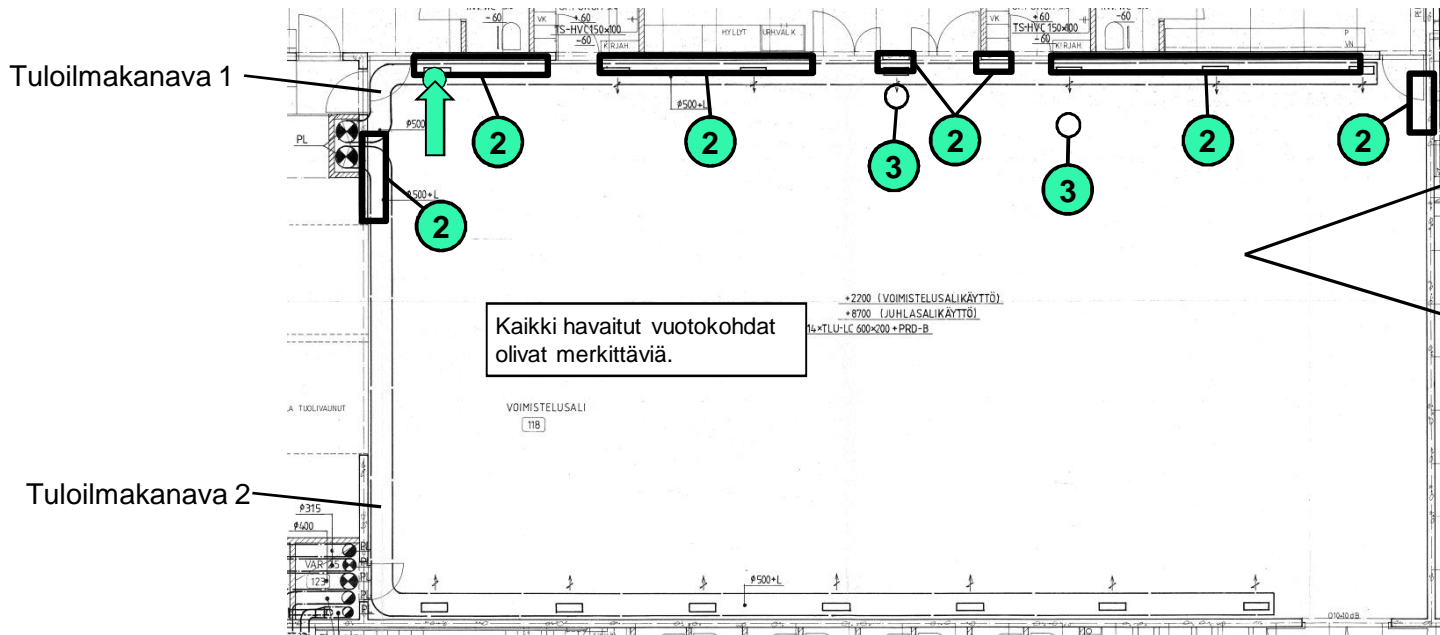
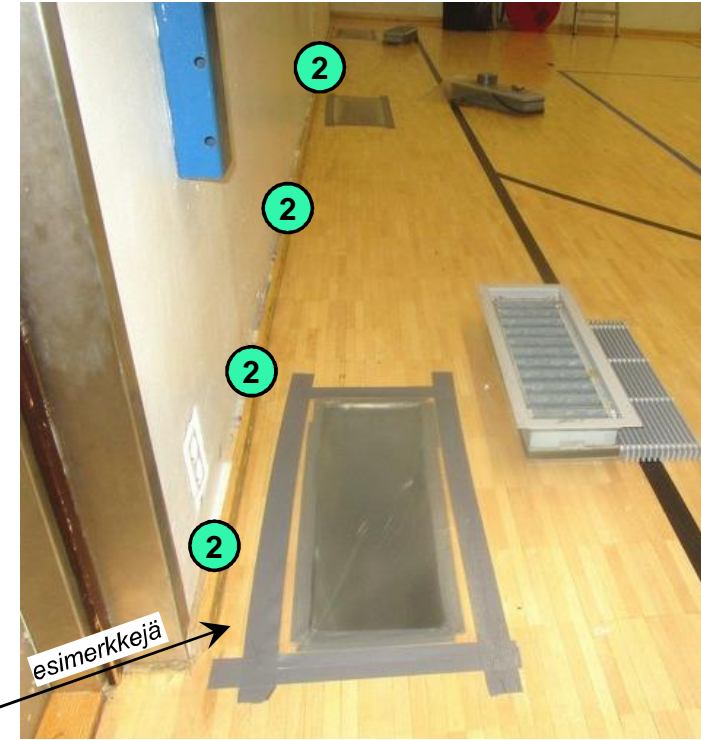
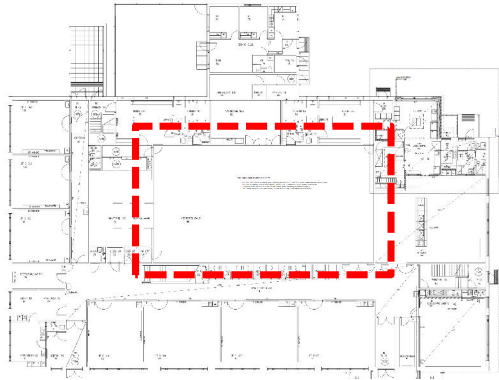
Merkkiainekoe tehtiin rikkiheksafluoridikaasulla ja Wika Gir-10 -analysaattorilaitteella. Kokeen ajaksi tutkitun tuloilmakanavan tuloilma-aukot tulpattiin. Tutkittuun tuloilmakanavaan järjestettiin ilmanvaihdon täyttä tehoa vastaavat paineolosuhteet. Kokeen aikana salin ovet olivat kiinni.

NUOLIEN SELITYKSET:

 MERKKIAINEKAASU TUOILMAKANAVAAN

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  LATTIAN JA SEINÄN LIITTYMÄ
-  PYÖREÄT METALLIKANNET LATTIASSA






LIIKUNTASALIN TULOILMAKANAVAN 2 TIIVEYSKOE 17.10.2018

Merkkiainekoe tehtiin rikkiheksafluoridikaasulla ja Wika Gir-10 -analysointilaitteella. Kokeen ajaksi tutkitun tuloilmakanavan tuloilma-aukot. Tutkittuun tuloilmakanavaan järjestettiin ilmanvaihdon hidasta tehoa vastaavat paineolosuhteet. Kokeen aikana salin ovet olivat kiinni.

NUOLIEN SELITYKSET:

 MERKKIAINEKAASU TULOILMAKANAVAAN

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

-  LATTIAN JA SEINÄN LIITTYMÄ
-  PYÖREÄT METALLIKANNET LATTIASSA
-  METALLITOLPPIEN LÄPIVIENNIIT LATTIASSA

