

LAPPAJÄRVEN KUNTA

LAPPAJÄRVEN LUKIO

RAKENNETEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

24.01.2019



PROJEKTI 311294

TIIVISTELMÄ

Lukiorakennukseen tehtiin kuntotutkimus tämän hetkisen kunnon arvioimiseksi. Rakenteiden aistinvaraisen kartoituksen lisäksi tutkimuksessa otettiin geeliteippi- ja pölynkoostumusnäytteitä, tehtiin rakenneavauksia sekä maanvaraisen alapohjan kosteuskartoitus. Rakenneavauksista kerätyille materiaalinäytteille tehtiin mikrobi- ja VOC-analyysjä.

Sadevesijärjestelmän toimivuudessa havaittiin puutteita syöksytorvien ja rännikaivojen kohdilla. Rännikaivoista pääsee roiskumaan vesiä sokkelin pinnalle lisäten rakenteiden ulkopuolista kosteusrasitusta. Sokkelissa ja julkisivun tiiliverhouksessa havaittiin halkeamia sekä rappauksen irtoamista sokkelin pinnasta. Lisäksi havaittiin tiiliverhouksessa olevien tuuletusrakojen olevan osittain tukossa. Ulkoverhouksessa ja sokkelissa olevat halkeamat ja irronneet rappaukset on syytä korjata ja seurata jatkuuko halkeilu. Julkisivun tiiliverhouksen alimmalla tiilirivillä olevat tuuletusaukot on syytä tarkastaa laastipurseiden ja muiden tukkeiden varalta ja avata tarvittaessa. Maanpintojen muokkaamista rakennuksesta pois päin suositellaan rakennuksen kosteusrasituksen vähentämiseksi.

Aluskatteen tiivistämättömät läpiviennit on syytä tiivistää mahdollisten vuotovesien aiheuttamien vaurioiden ehkäisemiseksi. Kastuneet lämmöneristeet on syytä poistaa ja korvata uusilla eristeillä. Eristeiden vaihdon yhteydessä tarkastetaan ovatko valumavedet aiheuttaneet rakenteille vaurioita.

Lattiapinnoilla esiintyi paikoin kosteuspoikkeamia ensimmäisen kerroksen tiloissa ja poikkeama-alueilta suoritettujen viiltomittausten perusteella lattiapinnoitteen alla havaittiin kohonnutta kosteutta. Betonilaataan kertynyt kosteus on rakennusaikaista kosteutta. Kiinteistön lattioiden muovimattopinnoitteissa todettiin materiaalivaurioihin viittaavia VOC-yhdisteitä ja pitoisuuksia. Lattiapinnoitteiden vaihto tulee tehdä erillisen määrityksen perusteella.

Rakenteissa havaittiin halkeamia ulkoseinärakenteiden sisäpuolella sekä repeämiä lattiamateriaaleissa ensimmäisen kerroksen luokkatiloissa 070a, 074 sekä käytävässä. Toisen kerroksen opettajien huoneen ja luokan 156 välisessä tiiliseinässä havaittiin vaakasuuntaisia halkeamia. Seinille ja lattiamateriaaleille aiheutuneiden vaurioiden lisäksi on suositeltavaa tarkistaa mahdollisesta maaperän painumisesta aiheutuneet vauriot perusrakenteille. Mikäli vaurioita havaitaan, tulee ne korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Lattiamateriaalien halkeamien kohdilta tulee rakenteet tiivistää ja pinnoitteet korjata niin, että rakenteista ei pääse tapahtumaan hallitsemattomia ilmavirtauksia sisätiloihin. Seinissä olevat halkeamat tulee korjata ja seurata jatkuuko halkeilu.

Alaslasketuissa sisäkattotiloissa havaittiin alumiinipintaisella mineraalivillalla eristettyjä putkia, joiden sauma- ja päätyosia ei oltu peitetty alumiiniteipillä. Ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa havaittiin sisäkattotiloihin avonaisia tarkastusaukkoja, joiden kautta mineraalivillaeristeistä mahdollisesti irtoavat villakuidut pääsevät huoneilmaan. Avonaiset tarkastusaukot sisäkattotiloihin tulee peittää tiiviillä peitelevyllä.

Tilasta 097 Opo otetussa pölynkoostumusnäytteessä oli havaittu jonkin verran keraamisia kuituja, jotka todennäköisesti ovat peräisin tilassa ennen tilamuutoksia käytetyistä materiaaleista. Tila 097 ja sen yhteydessä oleva kuvaamataidon luokka 093 sekä luokan yhteydessä olevat tilat 094-096 tulee siivota erillisen TTL:n siivousohje mineraalikuuduille mukaisesti. Siivouksen onnistuminen voidaan tarvittaessa todentaa pöly- ja teippinäytteillä.

Suoritetun ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyön tarkastelun perusteella tilojen 070a ja 074 tuloilmavirtaa tulee lisätä ja tilan 097 tuloilmavirtaa pienentää.

Opettajainhuoneen vanhalla osalla on käytössä kiekkoimisella lämmöntalteenotolla varustettu ilmanvaihtokone, johon tulee yksi poistoilmakanava käytöstä poistetulta koulun osalta. Tämä kanava on syytä poistaa käytöstä tulppaamalla ja purkaa poistoilmakanava pois. Vanhan koulun käyttämättömältä puolelta poistoilmakanavan reikä tulee tiivistää huolellisesti.

Merkkisavumittausten perusteella ilmavirtausten suunta on rakennuksen laajennusosalta vanhalle osalle kaikissa tarkastetuissa kohdissa normaalin ilmanvaihdon aikana.

SISÄLTÖ

1.	Kohde ja lähtötiedot.....	1
1.1.	Yleistiedot	1
1.2.	Lähtötilanne ja toimeksianto.....	1
1.3.	Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus	1
1.4.	Käytössä olleet asiakirjat.....	2
2.	Tulkitseminen ja ohjeita.....	3
2.1.	Mikrobivauriot.....	3
2.2.	VOC-emissiot.....	3
3.	Havainnot kiinteistön ulkopuolelta	3
3.1.	Arviointi ja toimenpide-esitykset.....	5
4.	Havainnot kiinteistön sisäpuolelta	6
4.1.	Ensimmäinen kerros	6
4.2.	Toinen kerros	11
4.3.	Arviointi ja toimenpide-esitykset.....	13
5.	Alapohjarakenteet	14
5.1.	Tutkimustulokset	14
5.2.	Arviointi ja toimenpide-esitykset.....	15
6.	Ulkoseinärakenteet.....	16
6.1.	Tutkimustulokset	16
6.2.	Arviointi ja toimenpide-esitykset.....	17
7.	Yläpohjarakenteet	18
7.1.	Arviointi ja toimenpide-esitykset.....	19
8.	Ilmanvaihtojärjestelmä.....	19
8.1.	Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyön tarkastelu	19
8.2.	Arviointi ja toimenpide-esitykset.....	21
9.	Materiaalin mikrobinäytteiden tulokset.....	21
10.	VOC-materiaalinäytteiden tulokset.....	22
11.	Teollisten kuitunäytteiden tulokset	23
12.	Pölynkoostumusnäytteiden tulokset.....	23
13.	Altistumisolosuhteiden arviointi	23
14.	Yhteenveto korjaustoimenpiteistä	24
15.	Käytetyt mittalaitteet ja tulkinnat.....	24
	Viitteet.....	25

LIITTEET

- 1) Pohjakuva
- 2) WSP Finland Oy:n mikrobimateriaalinäytteiden analyysivastaus 1812200919OT
- 3) WSP Finland Oy:n VOC-materiaalinäytteiden analyysivastaus 1812200918OT
- 4) WSP Finland Oy:n geeliteippinäytteen kuituanalyysi 1901030853TL
- 5) WSP Finland Oy:n pölynkoostumusanalyysi 22541/PÖLY/19

1. KOHDE JA LÄHTÖTIEDOT

1.1. Yleistiedot

Tilaaaja:	Lappajärven kunta
Osoite:	Maneesintie 5 A, 62600 Lappajärvi
Yhteyshenkilö:	Anne Övermark
Puhelinnumero:	044 3699 505
Sähköposti:	anne.overmark@lappajarvi.fi
Tutkija:	WSP Finland Oy
Osoite:	Kympinkatu 3 B, 40320 Jyväskylä
Vastaava tutkija:	Jarmo Minkkinen
Puhelinnumero:	0400 304 964
Sähköposti:	jarmo.minkkinen@wsp.com
Kohde:	Lappajärven lukio
Osoite:	Hyytisentie 5, 62600 Lappajärvi
Tutkimuspäivä(t):	18.-19.12.2018
Rakennusvuosi:	2004
Rakennusten määrä:	1
Kerroksia:	2
Kerrosala:	1980 m ²
Ilmanvaihto:	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto
Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö, vesikiertoiset radiaattorit

1.2. Lähtötilanne ja toimeksianto

Tutkimuksen kohteena on Lappajärven lukio. Rakennus on valmistunut 2004 lisärakennuksena 1968 rakennetun keskikoulun yhteyteen.

Rakennus on kahdessa tasossa ja sen ulkoseinät ovat tiili-villa-betoni -rakenteisia, väliseinät ovat betoni- tai tiilirakenteita. Alapohjarakenteena on maanvastainen teräsbetonilaatta ja perusmuurina on teräsbetoni. Kantavat pystyrakenteet ovat teräsbetoniseiniä tai betonitäytteisiä teräspilareita, välipohjien rakenteet ovat ontelolaattoja. Yläpohjarakenteena on ontelolaatat, jonka päälle on asennettu lämmöneristeet ja vesikaton kantavat puurakenteet. Vesikatteena on konesaumattu pelti.

Lappajärven kunnan tekninen johtaja Anne Övermark tilasi WSP Finland Oy:ltä rakennusteknisen kuntotutkimuksen lukiorakennuksen tämän hetkisen kunnan arvioimiseksi.

1.3. Tutkimuksen rajaus ja luotettavuus

Kuntotutkimuksessa kartoitettiin aluksi mahdollisia ongelmakohtia aistinvaraisesti havainnoiden kiinteistön sisä- ja ulkopuolelta. Sisäpuolisten tarkastuksien yhteydessä suoritettiin lattiapinnoille pintakosteudenmittauksia sekä rakenteiden liitoskohtien tiiveyttä tarkasteltiin merkkisavuja apuna käyttäen. Lisäksi alakattotiloja tarkastettiin pistokoeluoontoisesti.

Alustavien tutkimuksien jälkeen suoritettiin rakenneavauksia alapohja- ja ulkoseinärakenteisiin rakenteen kunnan ja rakennustavan määrittämiseksi. Rakenneavauskohdilta suoritettiin tarvittaessa materiaalinäytteenotto mahdollisten materiaaliavurioiden selvittämiseksi. Lattian kosteuspitoisuuksia tarkennettiin pinnoitteen alta suoritettavien suhteellisen kosteuden mittauksin viiltomittausmenetelmän avulla ja lattiapinnoitteiden kuntoa tutkittiin aistinvaraisesti sekä VOC-materiaalinäytteenottojen avulla.

Tutkimuksen yhteydessä tarkasteltiin myös tutkimusalueeseen kuuluvien tilojen ilmanvaihtojärjestelmien toimintaa. Järjestelmän toimintaa selvitettiin hetkellisten paine-eromittauksien avulla sekä tarkastelemalla Lakeuden sisäilmamestareiden 18.10.2018 päivättyä ilmanvaihtomittausjärjestelmän mittaus- ja säätötöyön -raporttia sekä aistinvaraisella arvioinnilla.

Kenttätutkimukset kohteella suoritettiin joulukuussa 2018. Kenttätutkimukset suorittivat asiantuntija Ins. (AMK) Jaana Sojakka ja asiantuntija Ins. (AMK) Janne Karhu WSP Finland Oy:stä.

Mikrobi- ja VOC-näytteiden analysointi on suoritettu WSP Finland Oy:n sisäilmalaboratoriossa. Laboratorio on FINAS akkreditoitu [testauslaboratorio T283](#), jonka pätevyysalueena ovat asumisterveyskemia ja -mikrobiologia. Laboratoriolla on myös [Eviran hyväksyntä](#) mikrobiologisille ja kemiallisille asumisterveystutkimuksille.

Tutkimuksen luotettavuuden kannalta epävarmuutta aiheuttavina tekijöinä esitetään seuraavat asiat:

- Kosteusmittaukset suoritettiin joulukuussa 2018. Rakennekosteus saattaa vaihdella vuodenajan, sademäärän tai pohjavedentason vaihteluiden mukaan. Mittaukset edustavat mittaushetken tasoa.
- Suhteellisen kosteuden mittaustaitteiden mittaepätarkkuus on $\pm 1,5 \dots 2 \%$ (RH). Kosteusmittauksen epätarkkuuteen vaikuttaa ympäristön ja mitattavan rakenteen välinen lämpötilaero, joka vaikuttaa suhteellisen kosteuden suuruuteen, kun anturi johtaa hyvin lämpöä. Mittausmenetelmät voivat aiheuttaa noin $\pm 1 \dots 3 \%$ (RH) epätarkkuuden tuloksiin. Kosteusmittauksen kokonaismittausepätarkkuus on noin $\pm 5 \%$ (RH)
- Mikrobivauriot voivat olla rakenteissa vanhoja ja mikrobit lisääntymiskyvyttömiä, joita ei tunnisteta kasvatusalustoilla. Olosuhteiden muuttuessa olemassa oleva kasvusto voi muuttua aktiiviseksi.

1.4. Käytössä olleet asiakirjat

Alkuperäisiä suunnitteluasiakirjoja tarkastelemalla selvitettiin rakennustekniikan osalta käytetty rakennustapa sekä rakennusratkaisut, jotka tarkastettiin myös tutkimuksen yhteydessä rakenteisiin tehdyillä rakenneavauksilla. Ilmanvaihdon toimivuuden osalta selvitettiin kanavistojen ja päätelaitteiden suunnitellut ilmamäärät ja lämpötilat, ohjausten toiminta sekä kojeiden varustelu. Tutkimuksissa oli lähtötietoina käytössä seuraavat suunnitelmat ja asiakirjat:

2003 Pohjakuvat ja rakennusselitys
Suunnittelutalo S. Anttila Oy

Tutkimuksen lähtöaineistona on ollut käytettävissä seuraavat asiakirjat kiinteistöön tehdyistä mittauksista, tutkimuksista ja kartoituksista:

2018 Palauteraportti ilmanvaihdon mittaus- ja säätötöystä

2. TULKITSEMINEN JA OHJEITA

2.1. Mikrobivauriot

Materiaaleista otettujen mikrobinäytteiden laboratorioanalyysivastaukset ovat esitettynä tämän raportin liitteenä. Raportin yhteydessä on tulkittu rakennekohtaisesti mikrobinäytteenoton tulokset yleisellä tasolla sekä otetuista näytteistä on tehty yhteenveto raportin erilliseen kappaleeseen.

Mikrobivaurioiden osalla on huomioitavaa, että varsinkin huokoisissa rakenteissa vaurio voi olla edennyt syvemmälle rakennekerrokseen. Tällöin rakenteen puhdistaminen vaatii osittaista rakennekerroksen mekaanista poistoa, jotta vaurio saadaan poistettua rakenteista.

Mikrobivauriosta johtuen rakenteisiin kohdistuvien korjaustoimenpiteiden arvioinnissa sovelletaan rakennustiedon korttia RT 80-10712 Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot, Korjausrakentaminen (1999). Mikrobivaurioihin liittyvissä purkutoimenpiteissä sekä purkuun kuuluvissa olosuhteiden hallinnassa on noudatettava ohjekorttia Ratu 82-0383 Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku (2011).

2.2. VOC-emissiot

Materiaaleista otettujen VOC-näytteiden laboratorioanalyysivastaukset ovat esitettynä tämän raportin liitteenä. Raportin yhteydessä on tulkittu VOC-materiaalinäytteiden tulokset yleisellä tasolla sekä otetuista näytteistä on tehty yhteenveto raportin erilliseen kappaleeseen.

VOC-näytteiden osalta on huomioitavaa, että pintamateriaalien mahdolliset VOC-emissiot ovat voineet siirtyä alempiin rakennekerroksiin. Mahdollisten vaurioiden laajuuden tarkentamiseksi suositellaan FLEC-mittauksia, jolla voidaan todentaa muovimattopinnoitteen poistamisen ja tasoitekerroksen jyrkimisen jälkeen paljaalta betonipinnalta mahdolliset VOC-emissiot. Mikäli FLEC-mittauksen perusteella todetaan vaurioita betonipinnalla saakka, on vaihtoehtoja vähentää emissioiden pitoisuutta tuuletamalla ja lämmittämällä betonipintaa tai vaihtoehtoisena toimintatapana on lattiapinnoille tehtävä kapselointikäsittely ennen uuden tasoite- ja pintakerroksen asentamista.

3. HAVAINNOT KIINTEISTÖN ULKOPUOLELTA

Rakennuksen piha-alueet ovat kulkuväylien kohdilta asfalttipinnalla ja muutoin nurmipintaisia. Piha-alueen asfalttipintoja ei lumipeitteen vuoksi voitu luotettavasti tarkastaa. Rakennuksen sokkelin vierellä on sepelikaistale.

Rakennuksen sadeveden ohjautuvat rännikaivojen kautta sadevesijärjestelmään. Lähes kaikkien rännikaivojen kohdalla sokkelin pinnalla havaittiin roiskevesien aiheuttamaa tummentumaa. Rakennuksen sokkelin rappauksessa havaittiin pystysuuntaisia hiushalkeamia sekä vaakasuuntaisia halkeamia julkisivumuurausten ja sokkelin saumakohtassa. Paikoitellen rappaus oli irronnut sokkelin pinnasta. Myös julkisivun alimman tiilirivin muurauslaastin ja sokkelin välillä havaittiin rakoilua kohdissa, joista rappaus oli irronnut. Sokkelissa ei kuitenkaan havaittu rakenteelliseen vaurioon viittaavaa.

Rakennuksen julkisivuverhouksena on tiili. Tiiliverhouksessa havaittiin paikoitellen pystysuuntaisia halkeamia, osa halkeamista ovat kohdakkain sokkelin halkeamien kanssa. Halkeamat saattavat olla seurausta rakenteiden liikkumisesta tai painumisesta. Rakenteisiin voi syntyä halkeamia muutamien vuosien sisällä rakentamisesta johtuen perustusten painumisesta ja täyttömaan tiivistymisestä lopulliseen tiiveyteensä, mikäli sen tiivistys on tehty puutteellisesti rakennusaikana. Tiiliverhouksen alimmalla tiilirivillä olevat tuuletusraot olivat osittain tukossa.



Kuva 1: Julkisivu pääsisäänkäynnin kohdalta.



Kuva 2: Sokkelin pinta tummunut rännikaivon viereltä.



Kuva 3: Pystysuuntainen hiushalkeama rappauksessa sokkelielementin saumassa.



Kuva 4: Sokkelin rappaus on paikoitellen irronnut.

Maanpintojen kallistukset viettivät paikoitellen rakennukseen päin. Rakennukseen päin viettäviä maanpintoja oli oppilaskunnan tilojen sekä luokkien 074 ja 075 edustalla. Sade- ja sulamisvedet ohjautuvat näillä alueilla rakennukseen päin ja lisäävät siten rakenteiden kosteusrasitusta. Rakennuksen salaojien tarkastuskaivoja ei ollut näkyvissä. Salaojajärjestelmän mahdollisesta tarkastuksesta ja sen ajankohdasta ei saatu tietoa.

Rakennuksen ikkunat sekä ikkunapellitykset olivat asianmukaisessa kunnossa.



Kuva 5: Maanpintojen kallistukset viettivät paikoitellen rakennukseen päin.



Kuva 6: Ikkunat ja ikkunapellitykset ovat asianmukaisessa kunnossa.

3.1. Arviointi ja toimenpide-esitykset

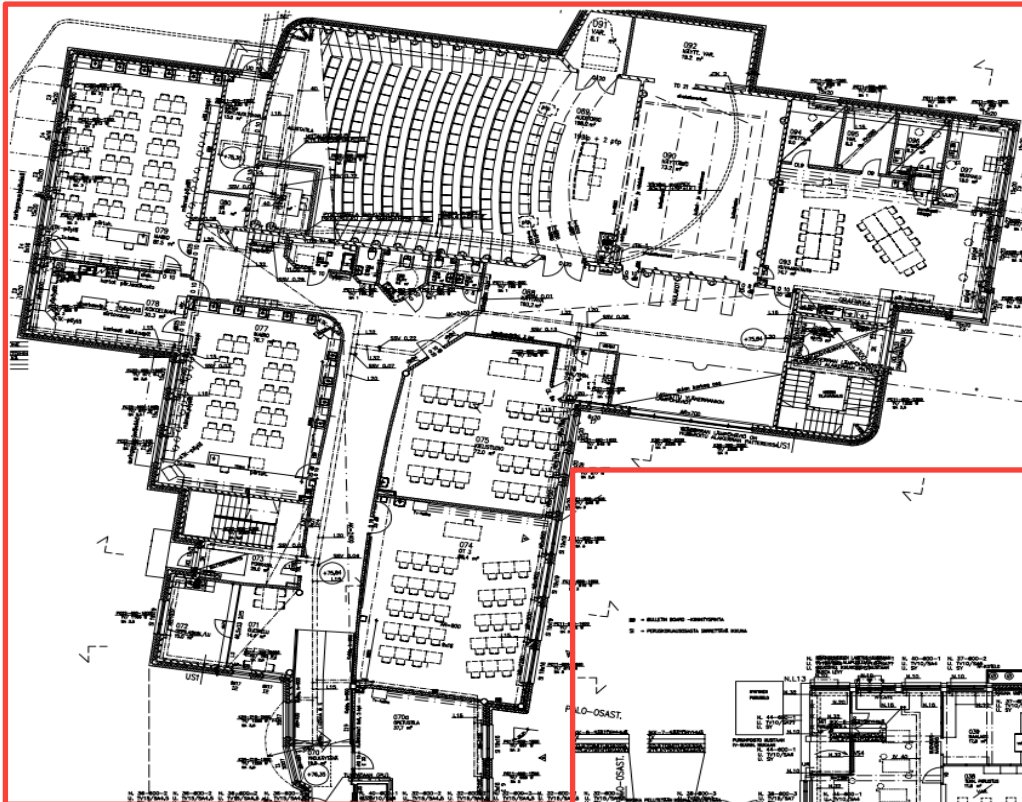
Sadevesijärjestelmän toimivuudessa havaittiin puutteita syöksytörvien ja rännikaivojen kohdilla. Rännikaivoista pääsee roiskumaan vesiä sokkelin pinnalle lisäten rakenteiden ulkopuolista kosteusrasitusta. Sokkelissa ja julkisivun tiiliverhouksessa havaittiin halkeamia sekä rappauksen irtoamista sokkelin pinnasta. Lisäksi havaittiin tiiliverhouksessa olevien tuuletusrakojen olevan osittain tukossa. Kattovesien roiskuminen rännikaivoista rakennuksen ulkopinnoille tulee estää. Ulkoverhouksessa ja sokkelissa olevat halkeamat ja irronneet rappaukset on syytä korjata ja seurata jatkuuko halkeilu. Julkisivun tiiliverhouksen alimmalla tiilirivillä olevat tuuletusaukot on syytä tarkastaa laastipurseiden ja muiden tukkeiden varalta ja avata tarvittaessa.

Rakennusta ympäröivän maanpinnan muotoilussa havaittiin puutteita. Maanpintojen muokkaamista rakennuksesta pois päin suositellaan rakennuksen kosteusrasituksen vähentämiseksi. Salaojajärjestelmän mahdollisesta tarkastuksesta ja sen ajankohdasta ei saatu tietoa. Salaojajärjestelmä on syytä kuvata ja tarvittaessa huuhdella.

4. HAVAINNOT KIINTEISTÖN SISÄPUOLELTA

4.1. Ensimmäinen kerros

Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee opetustilojen lisäksi auditorio, wc-tilat sekä lämmönjakuhuone. Lämmönjakohuoneeseen on käynti ulkokautta lännen puoleiselta julkisivulta. Paikannuspiirroksessa on esitetty tutkittu alue.



KUVA 7: PAIKANNUSPIIRROS, LUKION ENSIMMÄINEN KERROS.

Lattioiden pintamateriaaleina opetustiloissa sekä käytävillä on muovimatto, wc-tilat ovat laatoitettu. Auditorion katsomon lattiat ovat pinnoitettu kangasmatolla.

Lattiat pinnoitettiin pintakosteudenosoittimella 1...3 metrin mittapistevälillä. Maanvastaisen teräsbetonilaatan pintakosteudet olivat pääosin tavanomaisella tasolla 60...70. Luokan 074 lattiat pinnoilla havaittiin lievää kosteuspoikkeamaa. Poikkeama-alue sijaitsee luokan ja käytävän välisen seinän viereltä noin puoleen väliin luokkaa koko seinän matkalla. Pintakosteuden osoittimen näyttämä lukema oli noin 70...80. Myös luokan 077 ja käytävän 088 lattiat pinnoilla havaittiin lievää poikkeamaa, lukemien ollessa 70...85. Siivoushuoneessa havaittiin kohonneutta pintakosteutta lukemien ollessa 80...85. Poikkeama-alueet on esitetty tarkemmin liitteenä olevassa pohjakuvassa.

Alapohjan muovimattopinnoitteisten lattioiden kosteuspitoisuuksia tarkennettiin viiltomittauksen avulla, jossa lattiat pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta mitattiin suhteellista kosteutta pinnoitteen ja betonilattian rajapinnasta. Mittauspisteet VM1, VM2, VM4 ja VM5 valittiin kohonneiden kosteusarvojen perusteella ja muut mittauspisteet ovat vertailumittauksia. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1 ja mittauspisteiden tarkemmat sijainnit on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa.

TAULUKKO 1: VIILTOMITTAUSTEN TULOKSET 7.2.2018

Mittauspiste	Tila	Rakenne	RH [%]	T [°C]	abs [g/m ³]
Ulkoilma	---	---	93	-2	4
Sisäilma	Pohjakerros	---	24	21	4
VM1	Tila 088	Alapohja	63	21	12
VM2	Tila 074, käytävän puoli	Alapohja	63	21	12
VM3	Tila 074, ulkoseinän puoli	Alapohja	33	23	8
VM4	Tila 077	Alapohja	77	20	13
VM5	Tila 092	Alapohja	60	21	11
VM6	Tila 088, tilan 077 edustalta	Alapohja	72	20	12
VM7	Tila 093	Alapohja	64	21	12

Mittapisteiden VM4 ja VM6 tuloksia voidaan pitää kohonneena, kun niitä verrataan vertailumittapisteiden tuloksiin. Opetustiloissa 074 ja 077 oli havaittavissa kemiallista hajua. Riittävän korkea muovimaton alapuolinen kosteus voi aiheuttaa muovimaton ja kiinnitysliiman kemiallisen hajoamisen ja siten materiaalivaurioihin viittaavia hajuja sisäilmaan.

Opetustilojen 070, 072 ja 074 sisäilmassa havaittiin tunkkaisuutta sekä opetustilan 074 huonelämpötila todettiin aistinvaraisesti tarkasteltuna muita tiloja korkeammaksi. Tämä todettiin myös mittaamalla. Mitattu lämpötila oli 22,8 astetta, kun muissa kerroksen tiloissa huonelämpötilat olivat noin kaksi astetta vähemmän. Sisäilman laatuun olennaisesti vaikuttava tekijä on ilmanvaihdon toimivuus. Rakennuksen ilmanvaihdon toimintaa ja riittävyttä toimenpide-ehdotuksineen on käsitelty tämän raportin kappaleessa 8.

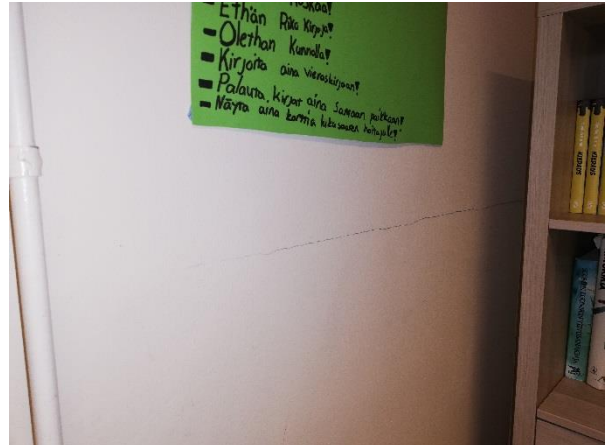
Alapohjan muovimattopinnoitteiden kuntoa selvitettiin lisäksi VOC-materiaalinäytteenottojen (MNVO1 ja MNVO2) avulla, jotka kerättiin opetustilasta 077 ja käytävästä 088. Näytteenottokohdat ovat opetustilan ja käytävän välisen seinän viereltä. Lattiamattojen avauskohdilla oli aistittavissa tavanomaisesta poikkeavaa hajua. Analyysivastauksen perusteella näytteissä havaittiin materiaalivaurioihin viittaavia VOC-yhdisteitä ja -pitoisuuksia. Analyysivastaukset on esitetty tarkemmin kappaleessa 9 ja näytteenottokohdat liitteenä olevassa pohjakuvassa.

Rakennuksen rakenteiden läpi mahdollisesti kulkevien ilmareittien virtaussuuntia selvitettiin merkkisavututkimuksella näkyvistä halkeamista ja raoista. Ensimmäisen kerroksen luokkatilojen ja käytävien lattiamattoissa havaittiin repeämiä seinien reunamilla. Lattiamattoissa havaittiin repeämiä muun muassa luokassa 074 ja käytävällä 088, luokan 077 edustalla. Luokkatiloissa 070a ja 074 havaittiin myös halkeamia seinissä. Lattiamattojen repeämien ja seinien halkeamien ilman virtaussuunnat tarkastettiin merkkisavun avulla. Tarkastushetkellä ilman virtaussuunnat olivat sisätiloista rakenteisiin päin. Rakennuksen sisäisten paine-erojen muuttuessa ilman virtaussuunnat voivat muuttua. Tällainen tilanne on silloin kun rakennuksen tuloilmamäärää lasketaan yön ajaksi poistoilmapuhaltimien pysyessä edelleen päällä. Rakennus muuttuu tällöin alipaineiseksi ja ilmavirtaukset rakenteista voivat kuljettaa epäpuhtauksia huoneilmaan.

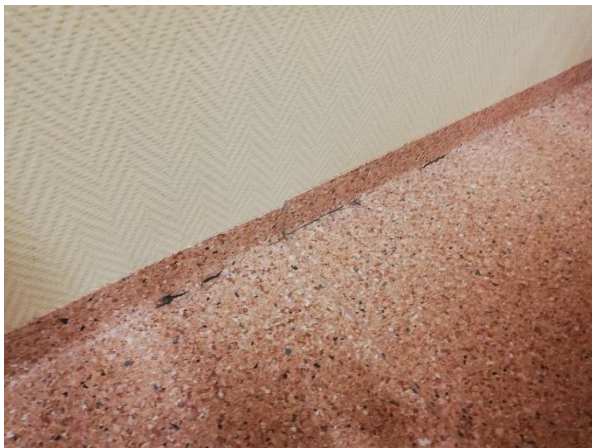
Ensimmäisen kerroksen käytävällä, auditorion seinän vieressä olevien wc-tilojen lattialaatoituksissa havaittiin takaseinän mittaiset halkeamat jokaisessa wc-tilassa. Merkkisavulla katsottuna halkeamista ei kuitenkaan tullut ilmavirtaa. Merkkisavulla tarkasteltuna auditorion katsomon alapuolella olevan varaston ja teknisen tilan ilman virtaussuunnat olivat varaston ja tekniseen tilan suuntaan.



Kuva 8: Viiltomittaus lattiamaton alta.



Kuva 9: Halkeama ulkoseinässä luokkatilassa 074.



Kuva 10: Repeämä käytävän 088 lattiamatossa luokan 077 edustalla.



Kuva 11: Halkeama lattialaatoituksen saumassa 1. kerroksen wc:ssä 086.

Rakennuksen vanhan- ja laajennusosan välisiä ilman virtaussuuntia tarkasteltiin rakennusten välillä olevien suljettujen ovien raoista sekä hissikuilun kautta eri kerroksissa. Hissiä käytettäessä rakennuksen vanhanosan ilman kulkeutuminen laajennusosan puolelle on kuitenkin mahdollista. Merkkisavumittausten perusteella ilmavirtausten suunta on rakennuksen laajennusosalta vanhalle osalle kaikissa tarkastetuissa kohdissa normaalin ilmanvaihdon aikana.

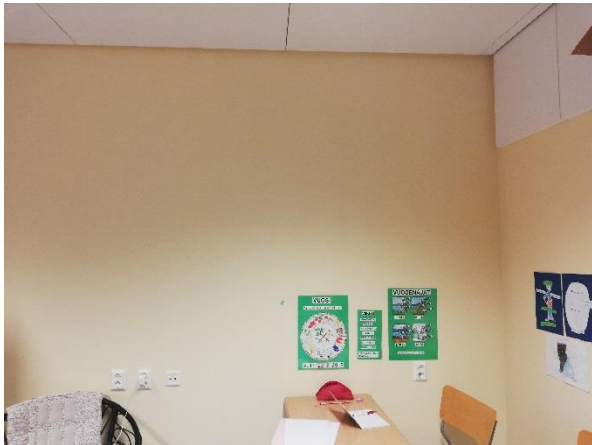


Kuva 12: Merkkisavumittaus hissikuilusta.



Kuva 13: Merkkisavumittaus vanhan- ja laajennusosan välillä.

Rakennuksen vanhan- ja laajennusosan välisen seinän tiivistyskorjaus on saatujen tietojen mukaan tehty syksyllä 2018. Tiivistetty seinä sijaitsee opetustilan 070a ja vanhan osan välillä.



Kuva 14: Opetustilan 070a laajennusosan puoleinen päätyseinä on tiivistyskorjattu syksyllä 2018.



Kuva 15: Tiivistyskorjatun seinän vanhanosan puoleinen seinärakenne.

Ensimmäisen kerroksessa alaslasketut sisäkatot ovat umpirakenteisia kipsilevyntaisia sisäkattorakenteita. Sisäkattotiloissa oli havaittavissa jonkin verran paljaita mineraalivillaeristeitä, mutta pääosin sisäkattotilat olivat siistikuntoisia.



Kuva 16: Alaslasketut sisäkattot ovat kipsilevyrakenteisia.



Kuva 17: Sisäkattojen tilat olivat pääosin siistikuntoisia.

Luokkatilan 093 yhteydessä olevassa varastotilassa 096 havaittiin avonainen tarkastusluukku sisäkattotilaan. Luukun kautta oli havaittavissa putkieristeissä teippaamattomia villaeristeitä, jolloin mineraalivillakuidut pääsevät kulkeutumaan huoneilmaan.



Kuva 18: Avonainen tarkastusluukku.

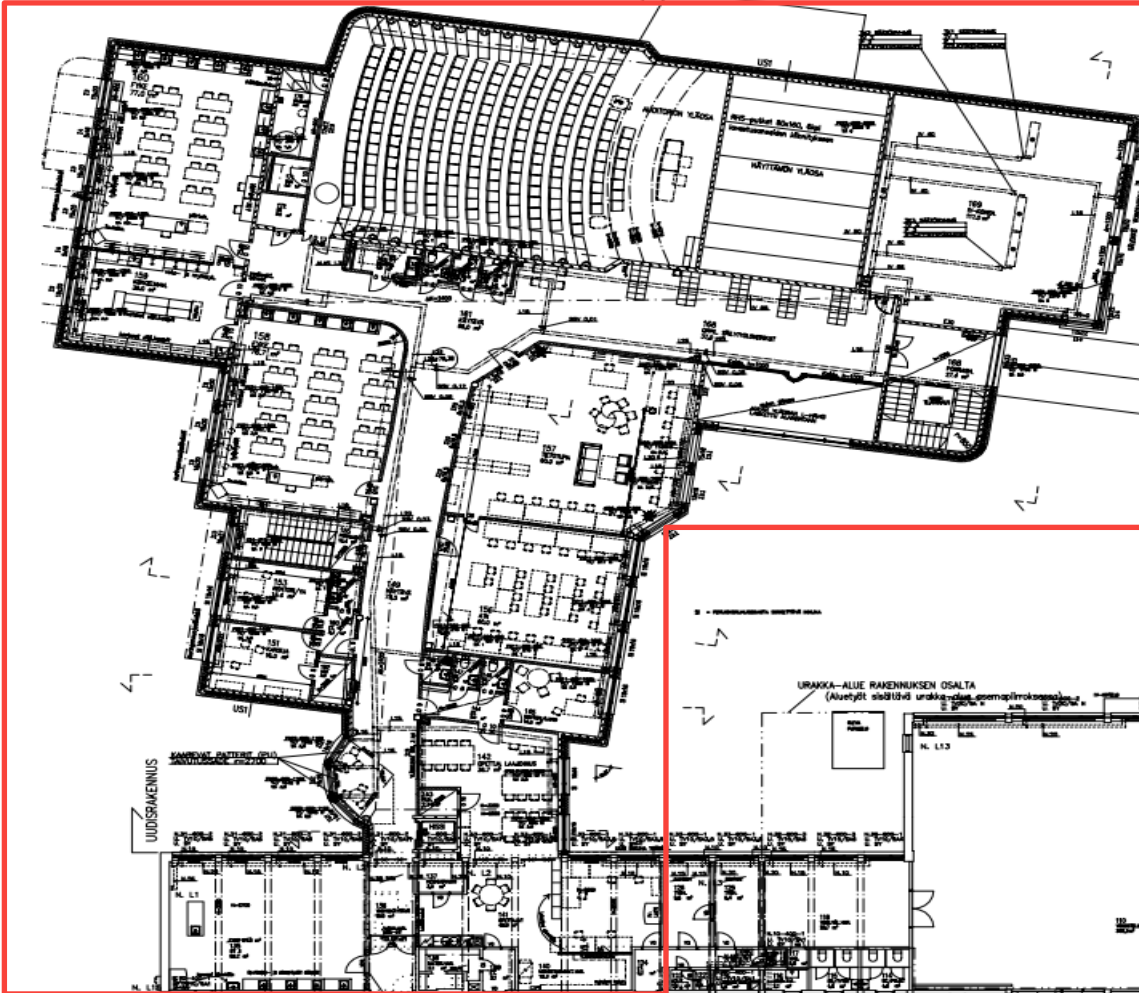


Kuva 19: Kuvaamataidon luokan varaston 096 sisäkattotilassa havaittiin kuitulähteitä.

Kiinteistön ensimmäisen kerroksen tiloista otettiin geeliteippinäytteitä kahden viikon pölykertymästä luokkatiloista 077, 074 ja 093 sekä käytävätilasta 088 ja auditorion näyttämöosasta 090. Pölynkoostumusnäytteitä pinnoilta otettiin tilasta 097 Opo, käytävätilasta 088 sekä auditoriosta. Tuloilmakanavista otettiin pölynkoostumusnäyte luokkatilasta 074. Analyysivastausten perusteella geeliteippinäytteiden tulokset olivat tavanomaisina pidettäviä. Pölynkoostumusnäytteiden analyysivastausten perusteella tilan 097 Opo näytteessä oli havaittu jonkin verran keraamisia kuituja, jotka todennäköisesti ovat peräisin tilassa ennen tilamuutoksia käytetyistä materiaaleista. Näytteenottokohdat on esitetty tarkemmin liitteenä olevassa pohjakuvassa ja analyysivastaukset on esitetty kappaleissa 11. ja 12.

4.2. Toinen kerros

Rakennuksen toisessa kerroksessa sijaitsee muun muassa auditorion katsomo, kanslia, opettajien huone, IV-konehuone ja opetustiloja. Paikannuspiirroksessa on esitetty tutkittu alue.



KUVA 20: PAIKANNUSPIIRROS, LUKION ENSIMMÄINEN KERROS.

Opettajien huoneen ja luokan 156 välisellä seinällä havaittiin vaakasuuntainen halkeama noin 1,5 metrin korkeudella lattiasta. Halkeama jatkui myös viereisen tilan 145 seinällä. Halkeaman leveys oli useita millijä. Halkeaman suuruus ja laajuus viittaavat perustusrakenteiden painumiseen.



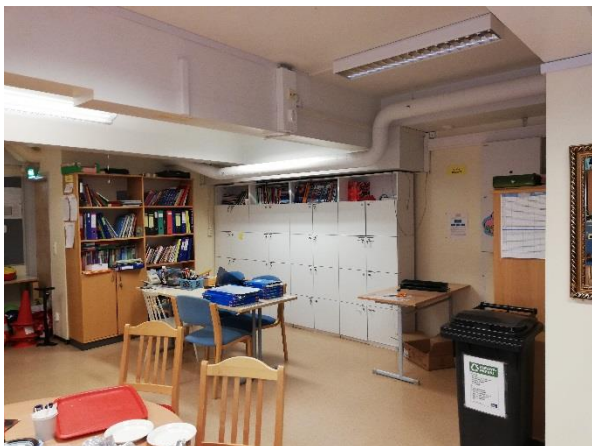
Kuva 21: Opettajien huoneen ja luokan 156 välisellä seinällä havaittiin vaakasuuntainen halkeama noin 1,5 metrin korkeudella lattiasta



Kuva 22: Halkeama jatkui myös viereisen tilan 145 seinällä

Opetustilassa 160 sisäilmassa havaittiin tunkkaisuutta ja aistinvaraisesti tarkasteltuna luokkatilan sisälämpötila oli muita tiloja korkeampi. Sisäilman laatuun olennaisesti vaikuttava tekijä on ilmanvaihdon toimivuus. Rakennuksen ilmanvaihdon toimintaa ja riittävyttä toimenpide-ehdotuksineen on käsitelty tämän raportin kappaleessa 8.

Opettajien huoneessa laajennusosa on yhdistetty vanhaan osaan. Opettajien huoneeseen johtavat ovet on tiivistetty teippaamalla vanhalta puolelta ilmapirtausten estämiseksi vanhan puolen käyttämättömältä osalta laajennusosalle. Merkkisavumittausten perusteella ilmapirtausten suunta on rakennuksen laajennusosalta vanhalle osalle kaikissa tarkastetuissa kohdissa normaalin ilmanvaihdon aikana.



Kuva 23: Laajennusosa on yhdistetty vanhaan opettajan huoneeseen.



Kuva 24: Vanhalla puolella olevat ovet on tiivistetty ilmapirtausten pääsyn estämiseksi opettajan huoneeseen.

Toisen kerroksen alaslasketut sisäkatot ovat umpirakenteisia kipsilevyypintaisia sisäkattorakenteita. Sisäkattotiloissa oli havaittavissa jonkin verran paljaita mineraalivillaläpilyjä, mutta pääosin sisäkattotilat olivat siistikuntoisia. Opettajien huoneen yhteydessä havaittiin avonainen tarkastusluukku sisäkattotilaan. Luukun kautta oli havaittavissa putkieristeissä teippaamattomia villaläpilykohtia, jolloin mineraalivillakuidut pääsevät kulkeutumaan huoneilmaan.

Kiinteistön toisen kerroksen tiloista otettiin geeliteippinäytteitä kahden viikon pölykertymästä opettajainhuoneesta 142. Pölynkoostumusnäytteitä pinnoilta otettiin tilasta opettajainhuoneesta sekä tuloilmakanavasta luokkatilasta 160 FyKe. Analyysivastausten perusteella geeliteippinäytteiden sekä pölynkoostumusnäytteiden tulokset olivat tavanomaisina pidettäviä. Näytteenottokohdat on esitetty tarkemmin liitteenä olevassa pohjakuvassa ja analyysivastaukset on esitetty kappaleissa 11. ja 12.

4.3. Arviointi ja toimenpide-esitykset

Kiinteistön sisätilat tarkastettiin aistinvaraisesti havainnoiden. Samassa yhteydessä suoritettiin pintakosteudenmittauksia lattian ja ulkoseinien pinnoille, lisäksi lattian kosteuspitoisuuksia tarkennettiin viiltoimittauksen avulla. Sisäkattojen alakattotilat tarkastettiin mineraalivillakuitu- ja muiden epäpuhtauslähteiden paikantamiseksi ja rakenteiden liitoskohtien tiiveyttä ja mahdollisia ilmavuotokohtia tarkastettiin merkkisavua apuna käyttäen.

Opetustiloissa 070a, 072, 074 ja 160 havaittiin tunkkaisuutta sekä tiloissa 074 ja 077 oli havaittavissa kemiallista hajua. Luokkatilojen 074 ja 160 huonelämpötila oli mitattaessa kaksi astetta muita tiloja korkeampi, joka osaltaan lisää aistittavaa tunkkaisuutta.

Lattiapinnoilla esiintyi paikoin kosteuspoikkeamia pohjakerroksen tiloissa ja poikkeama-alueilta suoritettujen viiltoimittauksen perusteella lattiapinnoitteen alla havaittiin kohonnutta kosteutta tiloissa 077 ja 088. Alapohjan muovimaton alta viiltoimittauksella mitatut kohonneet kosteudet ovat tasolla, joka voi aiheuttaa muovimattojen materiaalin ja kiinnitysliiman kemiallista hajoamista. Aistinvaraisesti tarkasteltuna lattiapinnoitteiden avauskohdilla oli aistittavissa tavanomaisesta poikkeavaa hajua, voimakkaimmin kohdilla, joissa todettiin kohonneita kosteuspitoisuuksia lattiapinnoitteen alapuolella. Muovimattoista otettujen materiaalinäytteiden VOC-emissiot olivat laboratorioanalyysin mukaan koholla. Lattiarakenteille ja -pinnoitteille kohdistuvat toimenpide-ehdotukset on käsitelty kappaleessa 5.

Rakenteissa havaittiin halkeamia ulkoseinärakenteissa sekä repeämiä lattiamateriaaleissa ensimmäisen kerroksen luokkatiloissa 070a, 074 sekä käytävässä. Toisen kerroksen opettajien huoneen ja luokan 156 välisessä tiiliseinässä havaittiin vaakasuuntaisia halkeamia. Seinille ja lattiamateriaaleille aiheutuneiden vaurioiden lisäksi on suositeltavaa tarkistaa mahdollisesta maaperän painumisesta aiheutuneet vauriot perusrakenteille. Mikäli vaurioita havaitaan, tulee ne korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Lattiamateriaalien halkeamien kohdilta tulee rakenteet tiivistää ja pinnoitteet korjata niin, että rakenteista ei pääse tapahtumaan hallitsemattomia ilmavirtauksia sisätiloihin. Seinissä olevat halkeamat tulee korjata ja seurata jatkuuko halkeilu.

Alaslasketuissa sisäkattotiloissa havaittiin alumiinipintaisella mineraalivillalla eristettyjä putkia, joiden sauma- ja päätyosia ei oltu peitetty alumiiniteipillä. Ensimmäisessä ja toisessa kerroksessa havaittiin sisäkattotiloihin avonaisia tarkastusaukkoja, joiden kautta mineraalivillaeristeistä mahdollisesti irtoavat villakuidut pääsevät huoneilmaan. Avonaiset tarkastusaukot sisäkattotiloihin tulee peittää tiiviillä peitelevyllä.

Rakenteiden liitoskohtien tiiveyttä ja mahdollisia ilmavuotokohtia sekä lattiamattojen repeämiä ja seinien halkeamia tarkasteltiin merkkisavua apuna käyttäen. Rakenteiden liitoskohdissa ei havaittu tiiveyspuutteita. Tarkastushetkellä lattiamattojen repeämäkohdilta ja seinien halkeamista ilman virtaus suunnat olivat sisätiloista rakenteisiin päin. Rakennuksen sisäisten paine-erojen muuttuessa ilman virtaus suunnat voivat muuttua.

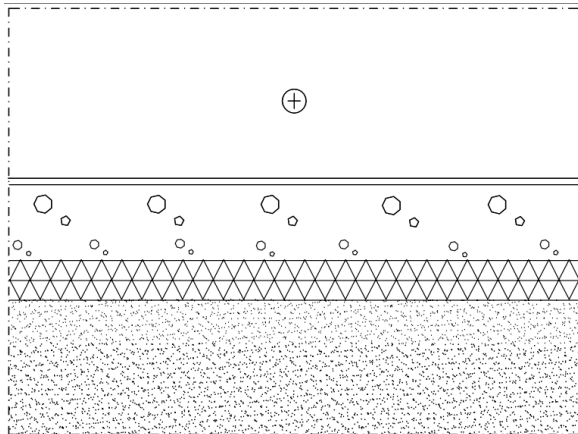
Rakennuksen tiloista otettiin geeliteippinäytteitä kahden viikon pölykertymästä sekä pölynkoostumusnäytteitä pinnoilta sekä tuloilmakanavasta. Analyysivastausten perusteella tilasta 097 Opo otetussa pölynkoostumusnäytteessä oli havaittu jonkin verran keraamisia kuituja, jotka todennäköisesti ovat peräisin tilassa ennen tilamuutoksia käytetyistä materiaaleista. Tila 097 ja sen yhteydessä oleva kuvaamataidon luokka 093 sekä luokan yhteydessä olevat tilat 094-096 tulee siivota erillisen TTL:n siivousohje mineraalivillakuiduille mukaisesti. Siivouksen onnistuminen voidaan tarvittaessa todentaa pöly- ja teippinäytteillä.

5. ALAPOHJARAKENTEET

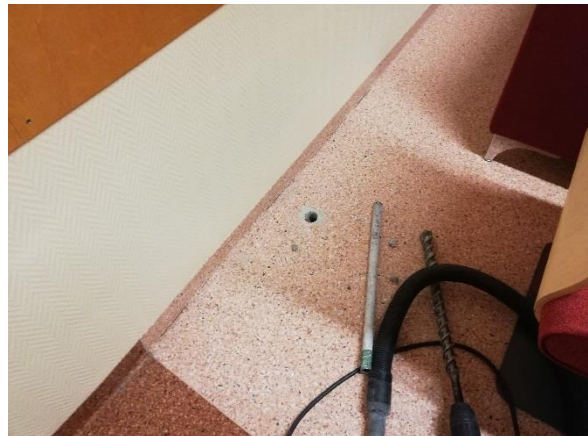
Ensimmäisen kerroksen alapohjarakenteisiin suoritettiin yhteensä kaksi (2) rakenneevausta rakenteen kunnan ja toteutustavan selvittämiseksi.

5.1. Tutkimustulokset

Rakennetarkastus AP1: tilat 088 ja 077



- Muovimatto, kiinnitysliima ja tasoite
- Betoni noin 190 mm
- EPS-eriste 100 mm
- Sora



Rakenneevausta suoritettiin ensimmäisen kerroksen käytävään 088, luokkatilan 077 ulkopuolelle. Lattian muovimattopinnoitteen alapuolella oli aistittavissa poikkeavaa hajua ja muovimattopinnoitteesta kerätyssä materiaalinäytteessä (MNVO2) esiintyi materiaalivaurioon viittaavia VOC-pitoisuuksia. Rakente on maanvarainen teräsbetonilaatta, jossa betonilaatan alapuolella olevan lämmöneristekerroksen vahvuus on 100 mm. Alapohjarakenteen lämmöneristeen alapuolisen täyttönä on käytetty soraa.

Alapohjarakenteen kosteusteknistä toimivuutta tutkittiin näytepalamenetelmällä luokkatilaan 077 suoritettujen rakenteellisten kosteusmittauksen avulla. Kohdasta kerättiin myös materiaalinäyte (MNVO1), jossa esiintyi materiaalivaurioon viittaavia VOC-pitoisuuksia. Rakenteen kosteuspitoisuuksia tarkasteltiin neljältä (4) eri mittaussyvyydeltä. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 2 ja mittauspisteen tarkempi sijainti liitteenä olevissa pohjakuvissa.

TAULUKKO 2: NÄYTEPALAMITTAUSTEN TULOKSET, TILA 033

Mittauspiste	Tila	Mittaussyvyys [mm]	RH [%]	T [°C]
MP1	Tila 077	pinta	74	18
		55	74	18
		80	75	18

Kosteusmittaustuloksen mukaan alapohjarakenteen kosteuspitoisuutta voidaan pitää tavanomaisena

5.2. Arviointi ja toimenpide-esitykset

Alapohjarakenteet on toteutettu maanvaraisina rakenteina, joissa teräsbetonilaatan alapuolisen lämmöneristyskerroksen vahvuus lattian keskialueilla 100 mm. Alapohjarakenteen kosteusteknistä toimivuutta tarkasteltiin näytepalamenetelmällä suoritetun rakenteellisen kosteusmittauksen avulla. Betonilaattaan kertynyt kosteus on tasaisesti jakautunutta rakennusaikaista kosteutta. Lattiapinnoitteista kerättyjen VOC-materiaalinäytteiden analyysivastausten perusteella lattiapinnoilla on kuitenkin materiaallivaurioon viittaavia VOC-pitoisuuksia.

Alapohjarakenteiden korjauksessa tulee huolehtia laaja-alaisempien rakenteellisten kosteusmittauksien avulla vaurioalueiden kartoitus. Lattioiden muovimattopinnoitteiden vaihtolaajuus määritetään tässä yhteydessä.

Matot poistetaan sovitun laajuisesti, jonka jälkeen tasoitekerros jyrsitään puhtaalle betonipinnalle. Jyr-sitty pinta puhdistetaan huolellisesti imuroimalla. Jätettävältä pinnalta tulee tarkastaa ovatko muovima-ton hajoamisesta aiheutuneet emissiot siirtyneet alapohjarakenteisiin. Mittausmenetelmäksi esitetään FLEC-näytteenottomenetelmää, koska kyseessä olevalle menetelmälle on olemassa viitearvot paljaan betonipinnan päältä mitatuille tuloksille.

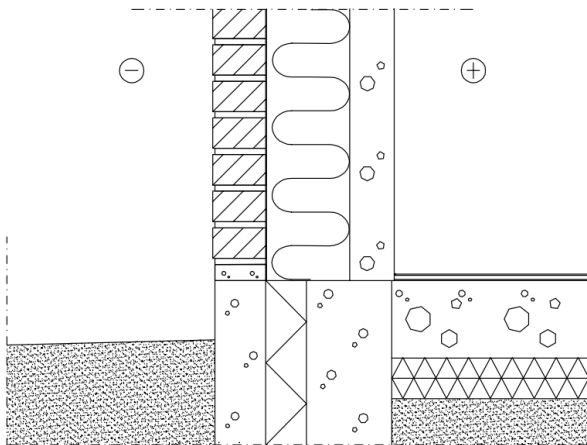
Mikäli mittauksen tulokset alittavat annetut viitearvot, voidaan pinnalle asentaa uusi tasoitekerros ja pintamateriaali. Jos otettujen näytteiden perusteella todetaan vaurioita betonipinnalla saakka, on vaihto-
toehtona vähentää emissioiden pitoisuutta tuulettamalla ja lämmittämällä betonipintaa. Vaihtoehtoi-
sena toimintatapana lattiapinnoille voidaan tehdä kapselointikäsittely ennen uusien tasoitteiden ja pin-
tojen asentamista. Kapselointikäsittelyn tarkoituksena on estää haitallisten emissioiden leviämisen si-
säilmaan.

6. ULKOSEINÄRAKENTEET

Ulkoseinäraakenteisiin suoritettiin yhteensä kuusi (6) rakenneavausta. Rakenneavauskohdilta suoritettiin materiaalinäytteenottoja mahdollisten materiaalivaurioiden selvittämiseksi. Analyysivastaukset on käsitelty tarkemmin raportin kohdassa 9 ja näytteenottokohdat on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvasssa.

6.1. Tutkimustulokset

Rakennetarkastus US1: 1. kerros

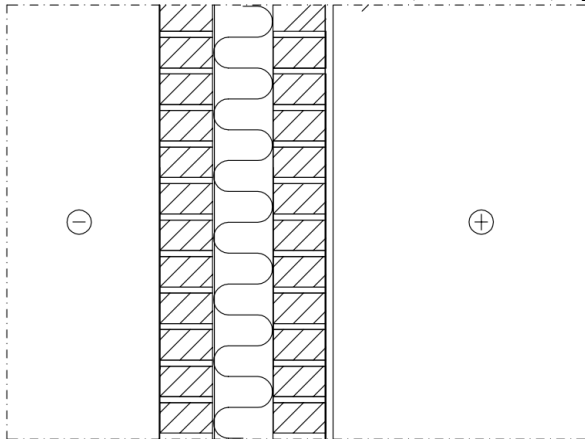


- Tiili 135 mm
- Mineraalivillaaeriste/eristetila 205...235 mm
- Betoni 110...130 mm
- Tasoite ja maalipinnoite 5 mm



Rakenneavaus suoritettiin ensimmäisen kerroksen sisäntuloaulan ulkoseinäraakenteen alaosaan. Seinärakenteen ulkokuori on tiilirakenteinen, sisäpuoli on betonia ja lämmöneristeinä on käytetty mineraalivillaa. Lämmöneristeestä suoritettiin mineraalivillanäytteenotto (MNMI 4), jonka analyysivastauksen perusteella näytteessä ei esiintynyt kosteuden aiheuttamaa mikrobikasvustoa.

Rakennetarkastus US2: 2.kerros, vanhaosa, opettajain huone



- Tiili 130 mm
- Eristevilla/eristetila 145 mm
- Reikätiili 125 mm
- Tasoite ja maalipinnoite



Rakenneavaus suoritettiin toisen kerroksen opettajainhuoneen alkuperäisen osan ulkoseinärakenteseen. Rakenne on tiili-villa-tiili -rakenne, tuuletusrakoa ei ollut havaittavissa. Seinärakenteen alaosan villaeristeestä kerättiin materiaalinäyte (MNMI6) mikrobipitoisuuden määrittämiseksi. Analyysivastauksen perusteella näytteessä ei esiintynyt kosteuden aiheuttamaa mikrobikasvustoa.

6.2. Arviointi ja toimenpide-esitykset

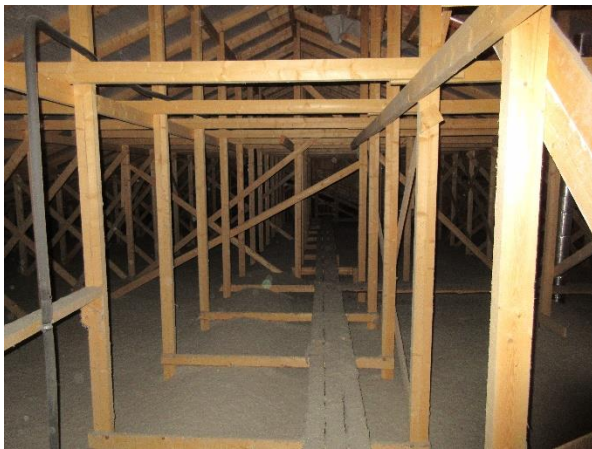
Ulkoseinärakenteita tutkittiin rakenneavausten kautta, joista selvitettiin rakenteiden toteutustapaa sekä kuntoa. Ulkoseinärakenteet ovat tiili-villa-betoni -rakenteisia ja alkuperäisellä osalla tiili-villa-tiili -rakenteisia. Ulkoseinärakenteissa ei havaittu vaurioita tai rakenteellisia puutteita.

Erillisiin toimenpiteisiin ulkoseinärakenteiden suhteen ei tarvitse ryhtyä.

7. YLÄPOHJARAKENTEET

Rakennuksen yläpohjat tarkastettiin mahdollisten vuotojen ja vaurioiden varalta. Yläpohja on jaettu kolmeen palo-osastoon. Kulku yläpohjaan on vesikatolla olevista luukuista ja seinäluukusta harjalta räystäään alta. Yläpohjaan on asennettu kulkusillat yläpohjan säännöllistä tarkastamista varten.

Aluskatteen läpivientien kohdilla lämmöneristeen päällä on havaittavissa veden tippumisjälkiä. Aluskatteen läpivientejä ei ollut tiivistetty. Myös harjalla olevien yläpohjan tuuletusventtiilien alla lämmöneristeen päällä oli veden tippumisjälkiä. Lämmöneristeiden päällä havaittiin paikoitellen hiirien ulosteita ja polkuja. Yläpohjan palokatkoseinien tiivistyksissä ei havaittu puutteita näkyviltä osin. Vesikatolle päättyvän viemärin tuuletusputken lämmöneristykset puuttuivat. Yläpohjassa ei havaittu vaurioon viittaavaa.



Kuva 25: Yläpohja on varustettu kulkusilloilla.



Kuva 26: Palokatkoseinät olivat tiiviitä.



Kuva 27: Aluskatteen läpivientejä ei ollut tiivistetty.



Kuva 28: Aluskatteen läpivientien kohdilla lämmöneristeessä havaittiin veden valumajälkiä.



Kuva 29: Risukasa lämmöneristeiden päällä pohjois-päädyssä.

7.1. Arviointi ja toimenpide-esitykset

Aluskatteen tiivistämättömät läpiviennit on syytä tiivistää mahdollisten vuotovesien aiheuttamien vaurioiden ehkäisemiseksi. Kastuneet lämmöneristeet on syytä poistaa ja korvata uusilla eristeillä. Eristeiden vaihdon yhteydessä tarkastetaan ovatko valumavedet aiheuttaneet rakenteille vaurioita.

8. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

8.1. Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyön tarkastelu

Kiinteistössä on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanvaihto toimii normaalitilanteessa arkisin kello 05.00-17.00 ja puoliteholla muina aikoina

Tutkimuksen yhteydessä mitattiin sisä- ja ulkoilman välisiä painesuhteita ilmanvaihdon normaalitilanteessa. Sisä- ja ulkoilman väliset sekä vanhan- ja laajennusosan väliset hetkelliset paine-erot mitattiin normaalin ilmanvaihdon toiminnan aikana eli päiväsaikaan. Rakennuksen 2. kerroksessa on lievä yli-paine (0... 4 Pa) ulkoilmaan verrattuna, ensimmäisen kerroksen ollessa lievästi alipaineinen tai tasapainotilassa (0... -5 Pa). Rakennuksen laajennusosa on ylipaineinen vanhalle puolelle verrattuna, ensimmäisessä kerroksessa välillä -7... -8 Pa ja toisessa kerroksessa välillä -5... -6 Pa. Ilmavirtaukset ovat tällöin uudelta puolelta vanhalle puolelle.

Ilmanvaihdon mittaus- ja säätötyön tarkastelu on suoritettu vertaillen Lakeuden Sisäilmamestareiden palauteraportista löytyneitä pistokoemaisia ilmavirtojen poikkeamia ilmoitettujen suunnitteluarvojen ja toteutuneiden mittautulosten välillä. Tarkastelussa esitetyt ilmamäärien arvot perustuvat täysin edellä mainittuun raporttiin, eikä niiden yhteneväisyyttä rakennuksen suunnitteluarvoihin ole todennettu.

Ilmamäärien vertailutaulukko perustuu rakentamismääräyskokoelman 2003, D2 Rakennuksen sisäilmasto ja ilmanvaihto osaan, jonka mukaan vähimmäisilmanvaihto on $6 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{hlö}$ tai $3 \text{ dm}^3/\text{s}/\text{m}^2$. Arvoista valitaan suurempi tilakohtaisesti. Erotus ilmavirroissa suositus suunnitellun ja mitatun välillä +/- 20 %.

TAULUKKO 3: ILMAMÄÄRIEN VERTAILUTAULUKKO

TILA/M ² /HLÖ	SUUN.	TOT.	ERO-TUS	2003 M ² /HLÖ	SUUN(L) /M ²	SUUN(L)/HLÖ	TOT(L) /M ²	TOT(L) /HLÖ	SUOSITUS DM ³ /S
070a/37,7/X	130	103	-26%	3/6	3,45	-	2,73	-	113,1 /18hlöä
071/14,4/8	80	65	-23%	4/m ² *	5,6	-	4,5	-	57,6/9hlö
074/88,4/36	210	250	+20%	3/6	2,38	5,83	2,83	6,94	265,2/44hlö
093/74,7/21	330	270	-22%	3/6	4,42	15,7	3,61	12,86	224,1/37hlö
097/13/1	19,5	60	+200%	1,5/-	1,5	-	4,62	-(60)	19,5/

Huonetila 070a:ssa on lievästi liian alhainen tuloilmavirta. Tilan suunniteltua henkilömäärää ei ole tiedossa. Huonetilan suunnitteluilmapvirta mahdollistaa 21 henkilön työskentelyn tilassa. Tilan suositus ilmavirta on laskettu pinta-alan mukaisesti $37,7\text{m}^2 \times 3\text{ dm}^3/\text{s} = 113,1\text{ dm}^3/\text{s}$, joka luo maksimissaan tilan henkilömääräksi 18 henkilöä. Toteutunut ilmavirta $103\text{ dm}^3/\text{s}$ ei ole riittävä kyseiseen tilaan.

Huonetila 071 on osittain yhdistettyä tilaa käytävän 070 kanssa. Suunnitelman mukaisesti tilassa 071 on oleskelupaikkoja kahdeksalle henkilölle. Tiloja ei kuitenkaan lasketa varsinaisiksi työpisteiksi, joten ilmamäärän mitoittava tekijä on $4\text{ dm}^3/\text{s} / \text{m}^2$. $4\text{ dm}^3/\text{s} \times 14,4\text{ m}^2 = 57,6\text{ dm}^3/\text{s}$. Tilaan on suunniteltu $80\text{ dm}^3/\text{s}$ ja toteutunut ilmavirta on $65\text{ dm}^3/\text{s}$. Tilan suunnitteluvaron perustaa ei ole tiedossa, mutta tämän hetken toteutunut ilmavirta on pinta-alaa suurempi, joten tilan ilmavirta on tähän tietoon riittävä.

Huonetila 074-OT3:ssa toteutunut ilmavirta on 20% suunniteltua korkeampi. Mittauspöytäkirjasta lainaten: "ilmamäärät olivat suunnitelmissa pienemmälle tilalle kuin nykytilanne on". Tämän muistion laatimista varten ei ole tiedossa tarkalleen nyky- ja suunnittelutilanteen eroa. Voidaan kuitenkin todeta, että tilan suunnitellut ilmamäärät henkilö- ($5,83 < 6,0\text{ dm}^3/\text{s}$) tai pinta-alaperusteisesti ($2,38 < 3,0\text{ dm}^3/\text{s}$) eivät ole riittäviä. Toteutuneista ilmavirroista riittävä on vain henkilömäärän mukainen ilmavirta ($250\text{ dm}^3/\text{s} / 36\text{ hlöä} = 6,94\text{ dm}^3/\text{s}$, kun taas pinta-alan mukainen ilmavirta $250\text{ dm}^3/\text{s} / 88,4\text{ m}^2 = 2,82\text{ dm}^3/\text{s} / \text{m}^2$ on liian vähäinen. Tilan ilmavirran huoneen osalta määrittää määräysten mukaisesti pinta-ala, jolloin ilmamäärän tulee olla $88,4\text{ m}^2 \times 3,0\text{ dm}^3/\text{s} = 265,2\text{ dm}^3/\text{s}$. Tällöin ilmamäärä on määräysten mukaisesti riittävä myös 36 hengelle.

Huonetilat 093 ja 097 ovat aiemmin toimineet yhteisenä tilana. 093 on kuvaamataidon luokka ja 097 on aiemmin ollut muovailutila, mutta muutettu sittemmin yhden henkilön toimistohuoneeksi. Tila on erotettu luokasta liukuovella. Mittauspöytäkirjasta lainaten: "Tilan 093 kuvaamataito muovailutilan käyttötarkoitus on muuttunut toimistoksi. Kuvaamataitotilan ilmamäärä pudotettiin tämän vuoksi." Todellisuudessa tilan 093 käyttötarkoitus ei ole muuttunut, eikä näin ollen muutosta tulisi olla ilmavirtaan. Tilassa 097 on puolestaan muuttunut käyttötarkoitus, jolloin ilmavirtojen muutos olisi tullut toteuttaa kyseisessä tilassa. Suunnittelun perustana olevan $330\text{ dm}^3/\text{s}$ tarvetta ei ole tiedossa. Tilan 093 suunnitteluilmapirraksi riittäisi pinta-alan mukainen ilmamäärä $74,7\text{ m}^2 \times 3\text{ dm}^3/\text{s} = 224,1\text{ dm}^3/\text{s}$, joka riittää mainiosti tilaan suunnitellulle 21 henkilön määrälle. Tilassa 097 on toteutunut ilmavirta $60\text{ dm}^3/\text{s}$. Toimistotilan ilmavirta on rakennusmääräyskokoelman mukaisesti oltava $1,5\text{ dm}^3/\text{m}^2$. Toimistotilan ilmavirraksi riittäisi siis $1,5\text{ dm}^3/\text{m}^2 \times 13\text{ m}^2 = 19,5\text{ dm}^3/\text{s}$.

Opettajainhuoneen vanhan koulun puoleisessa tilassa 141 on käytössä vanha ilmanvaihtokone, jossa on kiekolla toimiva lämmön talteenotto. Tällainen lämmön talteenottojärjestelmä vuotaa aina vähän. Koneelle tulee yhteensä kolme poistoilmakanavaa, joista yksi poistaa ilmaa vanhan koulunkäytöstä poistetulta alueelta.



Kuva 30: Ilmanvaihtokone opettajainhuoneen vanhalla osalla.



Kuva 31: PM-Luft ilmanvaihtokone.

8.2. Arviointi ja toimenpide-esitykset

Huonetila 070a:ssa on nostettava tuloilmavirran määrä vähintään 113,1 dm³/s, jotta saavutetaan pinta-alan mukainen minimivaatimus. Huonetilassa 071 ilmavirta on ollut mittaustilanteessa suunnitteluarvoa pienempi. Tila on luokiteltu käytäväksi/oleskelutilaksi, eikä se sisällä vakituisia työpisteitä. Näin ollen tilan ilmamäärät määräytyvät pinta-alan mukaisesti, jolloin määräys täyttyy tämän hetkellä arvolla. Huonetilassa 074-OT3 on määrittävänä tekijänä pinta-ala, jolloin tilan tuloilmavirran on suositeltavaa olla vähintään 265,2 dm³/s. Tilan ilmavirtaa tulee siis nostaa toteutuneesta arvosta 250 dm³/s. Tilassa 093 pitäisi puolestaan riittää pinta-alan mukainen 224,1 dm³/s. Tilassa 097 ilmavirta tulee puutttaa 19,5 dm³/s.

Opettajainhuoneen vanhalla osalla on käytössä ilmanvaihtokone, johon tulee yksi poistoilmakanava käytöstä poistetulta koulun osalta. Tämä kanava on syytä poistaa käytöstä tulppaamalla ja purkaa poistoilmakanava pois. Vanhan koulun käyttämättömältä puolelta poistoilmakanavan reikä tulee tiivistää huolellisesti.

9. MATERIAALIN MIKROBINÄYTTEIDEN TULOKSET

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Asiakirjojen mukaisesti suoraviljelymenetelmän tulokset ilmoitetaan + -asteikkoa käyttäen seuraavasti: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 pmy/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 pmy/malja), +++ runsaasti (50-199 pmy/malja) ja ++++ erittäin runsaasti mikrobeja (≥ 200 pmy/malja).

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä tehdyssä materiaalinäytteessä havaitaan runsaasti (+++/++++) elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä. Tulosten tulkinnassa tulee huomioida myös näytteissä havaittu lajisto ja suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, jos näytteessä esiintyy niukasti tai kohtalaisesti kosteusvaurioindikaattorilajia.

WSP Finland Oy:n analyysivastaus 1812200919OT on tämän raportin liitteenä. Poikkeavana pidettävät näytteet ovat listauksessa merkittynä lihavoidulla tekstillä. Analyysivastauksen mukaisesti näytteenotto on suoritettu seuraavasti:

MNMI 1: 072 oppilaskunta, ulkoseinän villaeristettä
 MNMI 2: 077 MaBio, ulkoseinän villaeristettä
 MNMI 3: 074 Maksiluokka, ulkoseinän villaeristettä
 MNMI 4: 1 krs. aula, ulkoseinän villaeristettä
 MNMI 5: 1 krs. porrasaula, ulkoseinän villaeristettä
 MNMI 6: Opettajanhuone, ulkoseinän villaeristettä

10. VOC-MATERIAALINÄYTTEIDEN TULOKSET

Materiaalinäytetulosten arviointiin on olemassa viitearvot Työterveyslaitoksen julkaisussa ”Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin”. Julkaisu on päivitetty 27.02.2017. Työterveyslaitoksella käytettävästä μ -CTE mittausmenetelmästä johtuen, eivät muiden tutkimuslaboratorioiden tulokset ole tällä hetkellä suoraan verrannollisia TTL:n viitearvojen kanssa. Muiden tutkimuslaboratorioiden tulosten tulkinnassa arvoja joudutaan suhteuttamaan annettuihin viitearvoihin. Käytettävät viitearvot ovat seuraavat:

Materiaali	TVOC [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	2-etyyli-1-heksanoli [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	C9-alkoholit [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]	Propanihappo [$\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$]
PVC, pehmitin DEHP	200	70	---	---
PVC; pehmitin DINCH, DINP tai DIDP	500 ¹	50	320 ¹	---
Tasoitteet ja betoni	50	40	---	---
Linoleum	650	---	---	100

¹ Viitearvo on suuntaa antava, koska TTL:n seurantanäytteiden perusteella emissiotasot kasvavat ajan funktiona

WSP Finland Oy:n analyysivastaus 1812200918OT. Poikkeavana pidettävät näytteet ovat listauksessa merkittynä lihavoidulla tekstillä. Tarkemmat näytteenottokohdat on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa. Analyysivastauksen mukaisesti näytteenotto on suoritettu seuraavasti:

MNVO 1: 1 krs. käytävä, lattian muovimatto ja kiinnitysliima
MNVO 2: MaBio 077, lattian muovimatto ja kiinnitysliima

11. TEOLLISTEN KUITUNÄYTTEIDEN TULOKSET

Tulosten tulkinta perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetukseen 545/2015 sekä Valviran ohjeeseen 8/2016. Asiakirjojen mukaisesti säännöllisesti siivotuilla pinoilla (näytejärjestelyn mukainen 14 vuorokauden kertymä) voidaan käyttää viitearvoa 0,2 kpl/cm². Viitearvon ylityessä tulee selvittää kuitulähteet ja ryhtyä toimenpiteisiin kuitukertymän pienentämiseksi.

Kohteesta otettiin kuusi (6) kappaletta näytteitä. Näytteet, joissa havaitaan kuituja yli viitearvon, ovat korostettu lihavoidulla tekstillä. Tarkemmat näytteenotokohdat on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa. Analyysivastauksen 1901030853TL mukaisesti näytteet olivat seuraavat:

- PNML 1: Luokka 077
- PNML 2: Luokka 074
- PNML 3: Opettajanhuone 142
- PNML 4: Auditorio, näyttämö 090
- PNML 5: Luokka 093
- PNML 6: Käytävä 088

12. PÖLYNKOOSTUMUSNÄYTTEIDEN TULOKSET

Tutkimuksen tarkoitus on todeta pölynäytteen koostumus. Pölynkoostumusanalyysissä voidaan tunnistaa mm. mineraali-, kiviaines-, kipsi-, metalli ja kalkkipohjainen pöly sekä teolliset mineraalivillakuidut. Lisäksi voidaan tunnistaa itiöt ja siitepölyt ilman lajimääritystä. Teollisten mineraalivillakuitujen määrää ei suhteuteta muun pölyn määrään, vaan on esitetty seuraavasti: *ei havaittu, yksittäisiä, jonkin verran, runsaasti*. Kun kuituja on havaittu jonkin verran tai runsaasti, kuitulähde voi olla olemassa. Näytteet, joissa havaitaan kuituja jonkin verran tai runsaasti, ovat korostettu lihavoidulla tekstillä.

Kohteesta otettiin kuusi (6) kappaletta näytteitä. Tarkemmat näytteenotokohdat on esitetty liitteenä olevassa pohjakuvassa. WSP Finland Oy:n analyysivastauksen 22541/PÖLY/19 mukaisesti näytteet olivat seuraavat:

- PNPK 1: 074 Maksiluokka, tuloilmakanava
- PNPK 2: 1 krs. käytävä
- PNPK 3: 097 Opo**
- PNPK 4: Auditorio
- PNPK 5: 2 krs. opettajainhuone
- PNPK 6: 160 FyKe, tuloilmakanava

13. ALTISTUMISOLOSUHTEIDEN ARVIOINTI

Kiinteistön muovimattopinnoitteissa linoleumimattopinnoitteissa todettiin materiaalivaurioihin viittaavia VOC-yhdisteitä ja pitoisuuksia. Vaurioituneista pinnoitemateriaaleista on mahdollista päästä vapautumaan VOC-yhdisteitä sisäilmaan.

Alakattotiloissa oli paikoin havaittavissa mineraalivillakuitulähteitä, joista on mahdollista päästä kulkeutumaan villakuituja sisäilmaan.

Pölynkoostumusnäytteissä todettiin 097 tilan näytteessä keraamisia kuituja.

14. YHTEENVETO KORJAUSTOIMENPITEISTÄ

Toimenpide-ehdotukset jaettu ensisijaisiin ja suunnitelmallisiin toimenpiteisiin. Ensisijaiset toimenpiteet ovat pääosin rakennuksen huoltoon ja ylläpitoon liittyviä korjaustoimenpiteitä. Suunnitelmalliset toimenpiteet edellyttävät tarkemmat korjaustyösuunnitelmat korjausten toteuttamiseksi, joiden yhteydessä kiinteistöä tarkastella kokonaisvaltaisesti.

Ensisijaiset toimenpiteet:

- Salaojajärjestelmän tarkistaminen kuvaamalla ja tarvittaessa huuhtominen
- Rännikaivoihin tulevien kattovesien roiskumisen estäminen ulkoverhouksen pinnoille
- Ulkoverhouksessa ja sokkelissa olevat halkeamat ja irronneet rappaukset on syytä korjata ja seurata jatkuuko halkeilu
- Ensimmäisen kerroksen wc-tilojen auditorion puoleisten lattia-seinäliittymissä olevien halkeamien korjaukset
- Seinä- ja lattiarakenteissa havaittujen halkeamien sekä repeytymien paikkaaminen tiloissa 070a, 074, 1.kerroksen käytävä sekä 2.kerroksen opettajain huoneen tiloissa
- Sisäkattojen avonaisten tarkastusluukkujen peittäminen
- Tilojen 097 sekä 093-096 siivoaminen erillisen siivousohjeen mukaisesti
- Aluskatteen tiivistämättömien läpivientien tiivistäminen
- Yläpohjan kastuneiden lämmöneristeiden poistaminen ja korvaaminen uusilla eristeillä
- Opettajain huoneen ilmanvaihtokoneen vanhalta osalta tulevan poistoilmakanavan poistaminen, reiän tulppaaminen koneesta ja poistoilmakanavan reiän huolellinen tiivistäminen vanhalta puolelta

Suunnitelmalliset toimenpiteet:

- Maanpintojen muokkaaminen rakennuksesta pois päin
- Sisäkattotiloissa olevien näkyvien mineraalivillaeristeiden peittäminen
- Lattiapinnoitteiden uusinta erillisen laajuusselvityksen perusteella

15. KÄYTETYT MITTALAITTEET JA TULKINNAT

Vaisala HMI41-näyttölaite

Mittausalue - 20... + 60 °C: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 °C

Mittausalue % RH kosteus: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,1 % RH

Vaisala HMP42- ja HMP46-mittapää

Mittausalue - 40 ... + 100 °C tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,2 °C

Mittausalue 0 ... 90 % RH: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 2 % RH

Mittausalue 90 ... 100 % RH: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 3 % RH

Kalibrointi: marraskuu 2018

HMP40S mittapää ja HM40 mittalaite

Mittausalue 0 ... + 40 °C: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,2 °C

Mittausalue - 40 ° ... 0 °C: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 0,4 °C

Mittausalue 0 ... 90 % RH: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 1,5 % RH

Mittausalue 90 ... 100 % RH: tarkkuus + 20 °C:ssa ± 2,5 % RH

Kalibrointi: marraskuu 2018

GANN Hydromette RTU 600, mittapää B 50

Tiili / höyrykarkaistu kevytbetoni: < 50 = normaali kosteus; > 50 = kohonnut kosteus

Betoni: < 80 = normaali kosteus; > 80 = kohonnut kosteus

Levy rakenne / puu:

< 40 = normaali kosteus; > 40 = kohonnut kosteus

GANN Hydromette RTU 600, mittapää M 18

< 10 paino-% = kuiva

10 – 15 paino-% = hieman koholla

15 – 20 paino-% = koholla

> 20 paino-% = kastunut

Jyväskylä 24.01.2019

WSP Finland Oy

Raportointi:



Jaana Sojakka
Asiantuntija, Ins. (AMK)

Raportointi:



Janne Karhu
Asiantuntija, Ins. (AMK)

Tarkastanut:

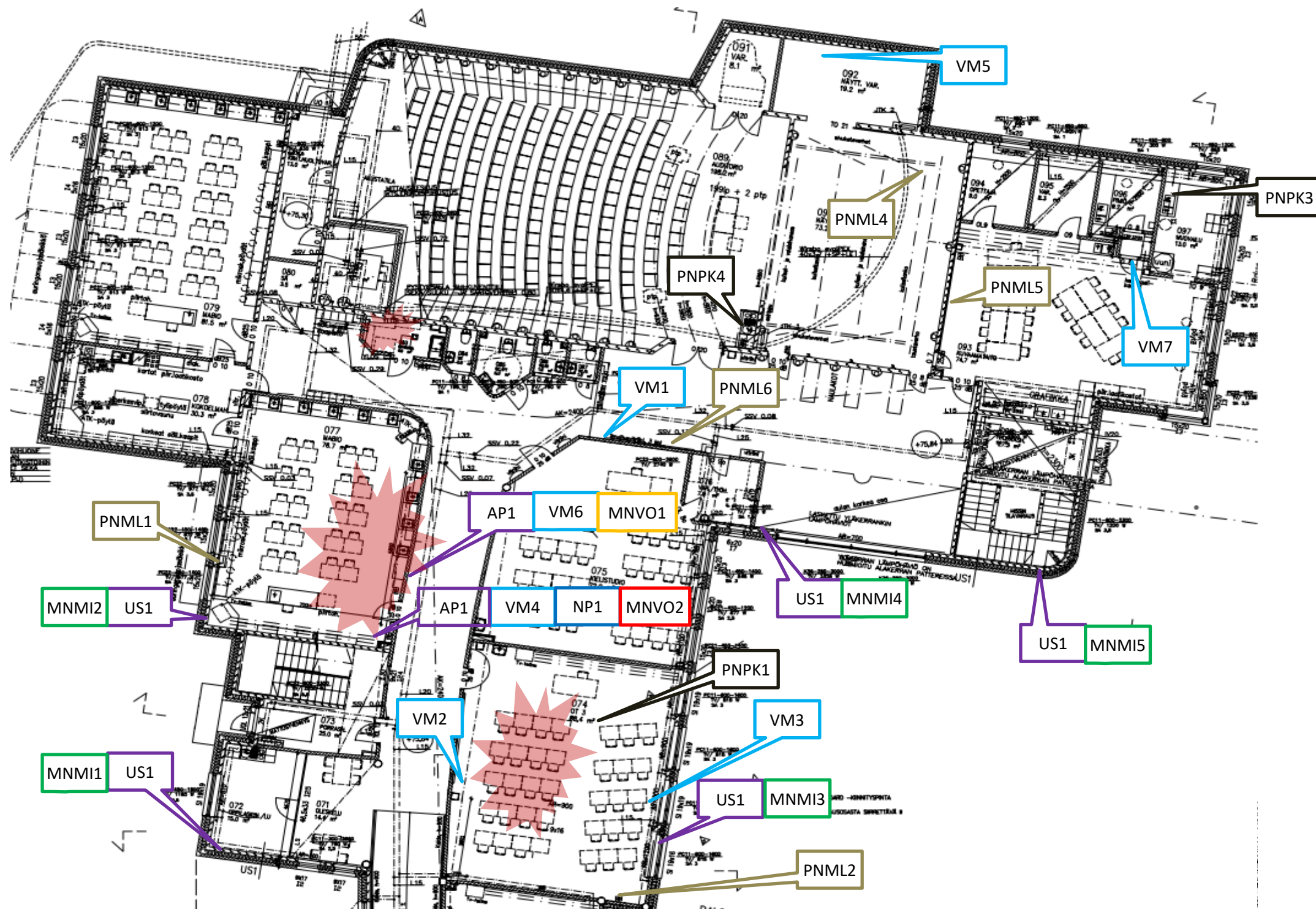


Jarmo Minkkinen
Johtava asiantuntija, RI

VIITTEET

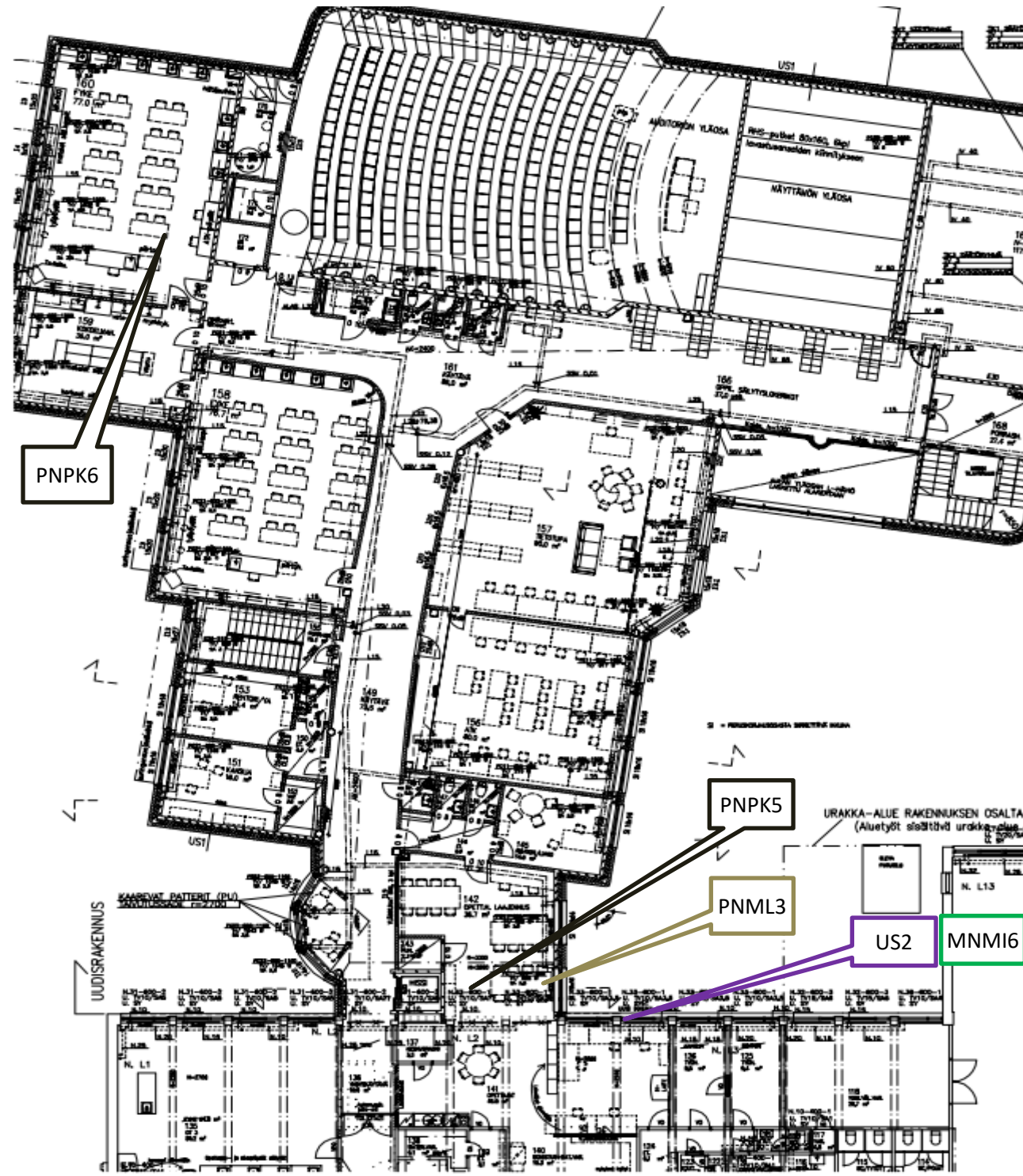
- 1) Järnström Helena, 2005. Muovimattopinnoitteisen lattiarakenteen VOC-emissiot sisäongelmata-pauksissa. VTT julkaisu 571.
- 2) Keinänen Hanna, 2013. Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden kor-jaustarpeen arviointiin. Opinnäytetyö. Itä-Suomen yliopisto, koulutus- ja kehittämiskeskus Adu-cate.
- 3) Rakennustietosäätiö RTS, 1999. RT 80-10712. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot.
- 4) RakMK D2-2003. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja il-manvaihto. Määräykset ja ohjeet. 2003. Ympäristöministeriö.
- 5) RakMK D2-2012. Suomen Rakentamismääräyskokoelma. Osa D2 Rakennusten sisäilmasto ja il-manvaihto. Määräykset ja ohjeet. 2012. Ympäristöministeriö.
- 6) Sosiaali- ja terveysalan valvontavirasto Valvira, 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Ohje 8/2016.
- 7) Suomen säädöskokoelma, asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017, Ym-päristöministeriö.
- 8) uomen säädöskokoelma, asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta, 1009/2017, Ympäristöministeriö.
- 9) Työterveyslaitos, 2010. Mineraalikuitujen siivousohje. Julkaistu 3.11.2010.
- 10) Työterveyslaitos, 2016. Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokor-jausten jälkeen. Yhteistyössä Kosteus- ja hometalkoot ja Suomen JVT- ja Kuivausliikkeiden Liitto ry.

1.kerros



MNMI#	Materiaalinäyte, mikrobikasvusto tavanomainen	MNVO#	VOC-materiaalinäyte, pitoisuus tavanomainen	RAK#	Rakenneavaus	PNML#	Kuitulaskeuma
MNMI#	Materiaalinäyte, viite mikrobivauriosta materiaalissa	MNVO#	VOC-materiaalinäyte, viite materiaalivauriosta	NP#	Näytepalamittaus	PNPK#	Pölynkoostumus
MNMI#	Materiaalinäyte, mikrobivaurio materiaalissa	MNVO#	VOC-materiaalinäyte, materiaalivaurio	VM#	Viiltomittaus		Pintakosteuspoikkeama-alue

2.kerros



MNMI#	Materiaalinäyte, mikrobikasvusto tavanomainen	MNVO#	VOC-materiaalinäyte, pitoisuus tavanomainen	RAK#	Rakenneavaus	PNML#	Kuitulaskeuma
MNMI#	Materiaalinäyte, viite mikrobivauriosta materiaalissa	MNVO#	VOC-materiaalinäyte, viite materiaalivauriosta	NP#	Näytepalamittaus	PNPK#	Pölynkoostumus
MNMI#	Materiaalinäyte, mikrobivaurio materiaalissa	MNVO#	VOC-materiaalinäyte, materiaalivaurio	VM#	Viiltomittaus		Pintakosteuspikkeama-alue

Tilaja

WSP Finland Oy / Jarmo Minkkinen
Kympinkatu 3 B
40320 Jyväskylä

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

Näytteenottokohde Lappajärven lukio / 311294
Näytteenottaja Jaana Sojakka & Janne Karhu
Näytteenottopäivämäärä 18.12.2018
Vastaanottopäivämäärä 20.12.2018
Viljelypäivämäärä 20.12.2018

Analyysimenetelmä materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi suoraviljelymenetelmällä

1 Näytteenotto

Näytteet on otettu tilaajan toimesta. Näytteet on ohjeistettu otettavaksi puhtain välinein esim. puhtaaseen Minigrip-pussiin. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

2 Analysointi

Materiaalinäytteet on viljelty laboratoriossa materiaalinäytteiden suoraviljelyn menetelmänohjeen mukaisesti (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV; Pessi & Jalkanen 2018). Näytteet, joissa ei viljelyssä tule esille mikrobikasvustoa, suoramikroskopoidaan. Mikroskopoitavaksi soveltuvia materiaaleja ovat mm. erilaiset rakennuslevyt, puun palaset, muovimatot jne. Jauhemaisia materiaaleja kuten esim. hie-noa purua, hiekkaa ja muita vastaavia materiaaleja ei voi suoramikroskopoida.

Kasvatusalustoja on inkuboitu lämpökaapissa +25 °C:ssa. Inkubointiajat sienille ovat olleet 7 vrk (2% mal-lasuuteagar, DG18-agar ja Hagem-agar) ja bakteereille 7 vrk:tta (muut kuin aktinobakteerit) ja 14 vrk:tta (aktinobakteerit). Aktinobakteerien pitoisuus voidaan raportoida myös jo 7 vrk:n kasvatusajan jälkeen, mi-kkäli pitoisuus on jo tällöin runsas tai erittäin runsas. Inkuboinnin jälkeen pesäkkeet on laskettu ja sienet tunnistettu laji- tai sukutasolle valomikroskoopin avulla.

3 Viitearvot

Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisoh-jeeseen (Osa IV, 2016) ja Laboratorio-oppaaseen (2018). Materiaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobi-kasvustoa silloin, kun suoraviljelyssä näytteessä esiintyy elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinobakteereita (= sädesieniä eli aktinomykettejä) runsaasti (+++/++++) (taulukko 1). Tulokset voivat viitata mikrobikasvus-toon myös silloin, kun sieniä tai aktinobakteereita on niukasti tai kohtalaisesti, mutta lajistossa esiintyy

kosteusvaurioindikaattoreita vähintään 2 pesäkettä millä tahansa käytetyistä kasvualustoista. Pelkästään suuren bakteeripitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta. Suuri bakteeripitoisuus voi johtua esim. materiaalin likaisuudesta.

Kosteusvaurioindikaattoreiksi luetaan laboratoriossamme Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Osa IV) ja Laboratorio-oppaassa (2018) mainitut indikaattorimikrobit.

Taulukko 1. Suoraviljeltyjen materiaalinäytteiden tulosten tulkinta.

	Ei viitettä vauriosta	Viittaa vaurioon
1) Sienet (yhteensä) ja aktinobakteerien määrä	- / + / ++, indikaattorisieniä < 2	
2) Sienet (yhteensä) ja/tai aktinobakteerien määrä		+++ / ++++
3) Sienet (yhteensä) ja/tai aktinobakteerien määrä		+ / ++, lisäksi indikaattorisieniä millä tahansa käytetyllä alustalla ≥ 2

4 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Materiaalinäytteiden näytteenottoaikat, mikrobipitoisuudet ja mikrobilajit on esitetty taulukossa 2. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Viljelytulokset on esitetty suhteellisella asteikolla, joka on seuraava:

- = alle määrittämissä, ei kasvua
- + = niukka kasvusto (1-19 pesäkettä/malja)
- ++ = kohtalainen kasvusto (20-49 pesäkettä/malja)
- +++ = runsas kasvusto (50-199 pesäkettä/malja)
- ++++ = erittäin runsas kasvusto (≥ 200 pesäkettä/malja).

Menetelmän laajennettu, tekninen mittausepävarmuus (U) 95% luottamustasolla on bakteereille 31,5% ja sienille 16,6%. Mittausepävarmuudessa on huomioitu pesäkelaskennan epävarmuus.

Taulukko 2. Materiaalinäytteiden näytteenottoaikat, materiaali, mikrobipitoisuudet ja sienilajisto suhteellisella asteikolla esitettynä.

MNMI 1. 072 Oppilaskunta, ulkoseinän villaeristettä			
Tulkinta: ei viitettä vauriosta			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
	<i>Aspergillus versicolor*</i> +(1)		Aktinobakteerit - Muut bakteerit +
Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä -	Bakteerit yhteensä +
MNMI 2. 077 MaBio, ulkoseinän villaeristettä			
Tulkinta: ei viitettä vauriosta			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
		<i>Penicillium</i> +	Aktinobakteerit - Muut bakteerit -
Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä -
MNMI 3. 074 Maksiluokka, ulkoseinän villaeristettä			
Tulkinta: ei viitettä vauriosta			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
			Aktinobakteerit - Muut bakteerit +
Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Bakteerit yhteensä +
MNMI 4. 1. krs, aula, ulkoseinän villaeristettä			
Tulkinta: ei viitettä vauriosta			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
<i>Penicillium</i> +	<i>Cladosporium</i> +	<i>Penicillium</i> +	Aktinobakteerit - Muut bakteerit +
Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä +
MNMI 5. 1 krs., porrasaula, ulkoseinän villaeristettä			
Tulkinta: ei viitettä vauriosta			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
			Aktinobakteerit - Muut bakteerit -
Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Bakteerit yhteensä -
MNMI 6. Opettajanhuone, ulkoseinän villaeristettä			
Tulkinta: ei viitettä vauriosta			
2 % mallasagar	DG-18 agar	Hagem agar	THG agar
		<i>Penicillium</i> +	Aktinobakteerit - Muut bakteerit +
Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä -	Sieni-itiöt yhteensä +	Bakteerit yhteensä +

- = alle määritysrajan, kasvustoa ei esiintynyt

* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi



3.1.2019

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio

Outi Tolvanen
Erikoisasiantuntija, FT

Kirjallisuusviitteet

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV. Asumisterveysasetus § 20, Ohje 8/2016.

Pessi, A-M. & Jalkanen, K. (2018) Laboratorio-opas – Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. 76 s.

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemian ja -mikrobiologian; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). Akkreditointi ei koske lausuntoa tai tulosten tulkintaa. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain testattuja kohteita näytteenottohetkellä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

3.1.2019

**Tilaja**

WSP Finland Oy
Kympinkatu 3 B
40320 Jyväskylä

VOC-analyysi materiaalinäytteestä

Näytteenottaja Jaana Sojakka/Janne Karhu
Näytteenottoaika Lappajärven lukio/311294
Näytteenottopäivämäärä 18.12.2018
Vastaanottopäivämäärä 20.12.2018
Näytemäärä 2 kpl

Näytteenotto- ja analyysimenetelmä

Materiaalin pinnoilta kerättiin ilmanäyte VOC-analyysiä varten Markes μ CTE-250-mikrokammiolaitella adsorptioputkeen (Tenax-TA). Kaasuna oli instrumenttityyppi. Näyte analysoitiin TD-GC-MS – laitteistolla (Markes Unity 2, Agilent GC-MS (7890A/5975C) standardin ISO 16000-6:2011 (muunneltu) mukaisesti. Yhdisteet tunnistettiin puhtaiden vertailuaineiden / massaspektirikirjaston (NIST) avulla. Kvantitointiin käytettiin puhtaiden vertailuaineiden vastetta tai tolueninivastetta. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) on määritetty tolueniekvivalentteina väliltä n-heksaani-heksadekaani (C6-C16) nämä mukaan lukien. Analyysimenetelmän laajennettu kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 22- 55 % yhdisteistä riippuen ollen keskimäärin 29 % pitoisuusalueella 5-68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuusalueella 1-5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kokonaismittausepävarmuus 95 % luottamusvälillä ilman näytteenottoa on 29-75 % yhdisteistä riippuen. Määrittämisraja (LOQ) on yhdistekohtainen ollen keskimäärin 3,0 ng/näyte eli 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ g laskettuna 2,0 gramman ja 2,0 litran näytteelle. Tulosten ilmoittamisraja on 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ g. Yhdistekohtaiset määrittämisrajat ja mittausepävarmuudet on tarvittaessa saatavissa laboratorion. Näytteistä voidaan määrittää myös TVOC-alueen ulkopuolella olevien yhdisteiden pitoisuuksia, mikäli niiden pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä. Analyysi kertoo, mitä yhdisteitä ja missä suhteessa niitä emittoituu koeolosuhteissa. Tällä menetelmällä analysoitujen näytteiden tulokset eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eikä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

3.1.2019

Tulokset

Näyte/mittauskohde:	Näyte MNV01, 1 krs. Käytävä, Lappajärven lukio	
Materiaali:	Lattian muovimatto, kiinnityслиima	
Analysointipvm:	31.12.2018	
Keräin:	277019	
Näytepalan koko:	1,92 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	1,99 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m ³ g)
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	350
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	12
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	21
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	66
TVOC _{MS} *		450

*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella

Näyte/mittauskohde:	Näyte MNV02, MaBio 077, Lappajärven lukio	
Materiaali:	Lattian muovimatto, kiinnityслиima	
Analysointipvm:	31.12.2018	
Keräin:	271808	
Näytepalan koko:	1,90 g	
Ilmanäytteen tilavuus:	1,98 l	
Yhdisteryhmä	Yhdiste	Pitoisuus (µg/m ³ g)
Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt	Alifaattiset ja alisykliset hiilivedyt (seos, yht.)*	260
Alkoholit	2-etyyli-1-heksanoli	76
	1-nonanoli (C9-alkoholi)	9,3
	6-metyyli-1-oktanoli (C9-alkoholi)*	44
Terpeenit	Longifoleeni*	3,2
TVOC _{MS} *		390

*Tolueenivaste

1) TVOC-alueen ulkopuolella



3.1.2019

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio

Julia Laurén
laboratorioanalyttikko

WSP Finland Oy Sisäilmalaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T283, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoinnin pätevyysalue: Asumisterveyskemian ja -mikrobiologia; sisäilmanäyte VOC ja TVOC (ISO 16000-6:2011-muunneltu), sisä- ja ulkoilmanäyte (Andersen), Rakennusmateriaalinäyte, pintanäyte (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV, Valvira Ohje 8/2016). Akkreditointi ei koske lausuntoa tai tulosten tulkintaa. Näytteenottoa ei ole akkreditoitu. Raportissa mainitut tulokset koskevat vain testattuja kohteita näytteenottohetkellä. Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

Yhtiön toiminimi
WSP Finland Oy

Puhelin
0207 864 11

E-mail
etunimi.sukunimi@wsp.com

Posti- ja käyntiosoite
Kympinkatu 3 B
40320 JYVÄSKYLÄ

URL
www.wspgroup.fi

Y-tunnus
0875416-5

Tilaaaja

WSP Finland Oy / Janne Karhu
Kympinkatu 3 B
40320 Jyväskylä

Geeliteippinäytteen kuituanalyysi

Näytteenottokohde Lappajärven lukio
Näytteenottaja Janne Karhu
Näytteenottopäivämäärä 2.1.2018
Vastaanottopäivämäärä 3.1.2018

1 Näytteenotto ja analysointi

Näytteet otettiin suoraan pinnoilta geeliteipille. Laboratoriossa näytteistä on analysoitu mineraalikuidut (pituudeltaan >20 mm olevat lasikuidut sekä lasi- ja kivivillakuidut) valomikroskoopilla kuitunäytteiden analysointiohjeen mukaisesti. Kuidut on analysoitu teipin koko pinta-alalta (14 cm²) 100 x suurennoksella.

2 Viitearvot ja tulokset

Geeliteippinäytteiden näytteenottokohdat ja näytteiden kuitupitoisuus on esitetty taulukossa 1. Analyysin alin ilmoitettava pitoisuus (määritysraja) on 0,1 kpl/cm². Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä.

Sosiaali- ja terveysministeriön 23.4.2015 antaman asetuksen mukaan teollisten mineraalikulitujen toimenpideraja on kahden viikon pölykertymästä otetuissa näytteissä 0,2 kuitua/cm². Säännöllisesti siivotuilla pinnoilla kuitupitoisuudet < 0,2 kpl/cm² ja harvoin siivotuilla pinnoilla < 3 kpl/cm² eivät todennäköisesti aiheuta ongelmaa (Schneider, 2000). Jos pitoisuudet harvoin siivotuilla pinnoilla ovat >10 kpl/cm², tulee siivousta tehostaa tai muuttaa menetelmiä sekä selvittää kuitulähteet. Kahden viikon pölylaskeumassa esiintyvien kuitujen ohjearvoksi on esitetty huonepinnoille 0,2 kpl/cm² (Kovanen ym. 2006, Salonen 2009).

Taulukko 1. Näytteenottokohdat ja mineraalikulitujen pitoisuus geeliteippinäytteissä.

Näytteenottopaikka	Kuitupitoisuus, kpl/cm ²	Pölykertymä, vrk
1. Luokka 077	< 0,1	14
2. Luokka 074	< 0,1	14
3. Opettajanhuone 142	< 0,1	14
4. Auditorio, näyttämö 090	< 0,1	14
5. Luokka 093	0,14	14
6. Käytävä 088	0,1	14

<0,1 = alle määritysrajan, mineraalikulitua ei esiintynyt

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Sisäilmalaboratorio



Outi Tolvanen
Erikoistutkija, FT

Kirjallisuusviitteet

Kovanen, K., Heimonen, I., Laamanen, J., Riala, R., Harju, R., Tuovila, H., Kämppe, R., Sääntti, J., Tuomi, T., Salo, S-P., Voutilainen, R. & Tossavainen, A. (2006) VTT, Espoo. 57 s. + liitteet 6 s. VTT Tiedotteita - Research Notes: 2360.

Salonen, H. (2009) Indoor Air Contaminants in Office Buildings. Työterveyslaitoksen julkaisusarja: People and Work Research Reports.

Schneider, T. (2000) Synthetic vitreous Fibres. Teoksessa: Indoor Air Quality Handbook, McGraw-Hill, New York 2000, chapter 39.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. 23.4.2015, Helsinki.

Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Osittaisesta kopioinnista on oltava WSP Finland Oy:n lupa.

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puh. 0207 864 11

WSP Finland Oy
Jaana Sojakka
jaana.sojakka@wsp.com

PÖLYNKOOSTUMUSANALYYSI

Kohde Lappajärven lukio

Näytteenottopäivä 19.12.2018 (Janne Karhu/Jaana Sojakka)

Raportointipäivämäärä 08.01.2019

Analyysimenetelmät Pölynäytteet tutkittiin Tescan Vega3 pyyhkäiselektronimikroskoopilla ja siihen liitetyllä energiadiispersiivisellä spektrometrillä (SEM-EDS). Elektronimikroskooppitutkimuksessa käytetään pientä, mutta mahdollisimman tasalaatuista osaa näytteestä. Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Näytteenotosta vastaa tilaaja.

Tulokset

Tutkimuksen tarkoitus on todeta pölynäytteen koostumus. Tutkimus ei ole määrällinen analyysi (tulos ei ota kantaa varsinaisen pölynäytteen määrään), mutta elektronimikroskooppinäytteessä pölyhiukkasten *keskinäistä* määrää on arvioitu silmämääräisesti käyttäen kolmiportaista asteikkoa (runsaasti/jonkin verran/niukasti). Näytteen koostuessa lähes kokonaan tietyistä hiukkasryhmästä, ilmoitetaan se sanalla "pääosin". Teollisten mineraalikulujen määrää ei suhteuteta muun pölyn määrään, vaan on esitetty seuraavasti: *ei havaittu, yksittäisiä, jonkin verran, runsaasti*. Kun kuituja on havaittu jonkin verran tai runsaasti, kuitulähde voi olla olemassa.

Pölyhiukkasten keskimääräinen partikkelikoko (μm) on ilmoitettu hiukkastyypin perässä.

Analyysituloksissa ilmoitetaan näytteen sisältämät pienhiukkastyypit niiltä osin kun näytteen koostumus poikkeaa tavanomaisesta huonepölystä. Tavanomainen huonepöly koostuu pääosin orgaanisista hiukkasista kuten tekstiili- ja paperikuiduista, hilse-, ruoka- ja kasvipölystä.

Näyte	Näytteenottoaika	Pölynkoostumus
1	074 maksiluokka, tuloilmakanava	<p>Näyte sisältää pääosin orgaanista pölyä, mutta lisäksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Jonkin verran mineraali-/kiviainespölyä (silikaatit) sekä kalkkipohjaista (CaO/CO) pölyä (< 25 µm) ○ Niukasti kipsiä CaSO₄ (< 50 µm) ○ Jonkin verran itiöt/siitepölyt (ei lajimääritystä) ○ Yksittäin teollisia mineraalikuituja (kivivilla)
2	1 krs., käytävä	<p>Näyte sisältää pääosin orgaanista pölyä, mutta lisäksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Runsaasti mineraali-/kiviainespölyä (silikaatit, < 25 µm) ○ Jonkin verran kalkkipohjaista (CaO/CO) pölyä (< 20 µm) ○ Niukasti kipsiä (CaSO₄) (< 10 µm) ○ Yksittäin teollisia mineraalikuituja (kivivilla)
3	097 OPO	<p>Näyte sisältää orgaanista pölyä, mutta lisäksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Runsaasti mineraali-/kiviainespölyä (silikaatit, < 25 µm) ○ Jonkin verran kalkkipohjaista (CaO/CO) pölyä (< 20 µm) ○ Jonkin verran itiöt/siitepölyt (ei lajimääritystä) ○ Jonkin verran keraamisia kuituja (alumiinisilikaatti)
4	Auditorio	<p>Näyte sisältää pääosin orgaanista pölyä, mutta lisäksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Runsaasti mineraali-/kiviainespölyä (silikaatit, < 25 µm) ○ Jonkin verran kalkkipohjaista (CaO/CO) pölyä (< 25 µm) ○ Niukasti kipsiä (CaSO₄) (< 10 µm) ○ Jonkin verran itiöt/siitepölyt (ei lajimääritystä) ○ Teollisia mineraalikuituja ei havaittu
5	2 krs., opettajainhuone	<p>Näyte sisältää pääosin orgaanista pölyä, mutta lisäksi:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Runsaasti mineraali-/kiviainespölyä (silikaatit, < 25 µm) ○ Jonkin verran kalkkipohjaista (CaO/CO) pölyä (< 20 µm) ○ Niukasti kipsiä (CaSO₄) sekä metallipölyä/metallien oksideja (Al, Fe)(< 10 µm) ○ Jonkin verran itiöt/siitepölyt (ei lajimääritystä) ○ Yksittäin teollisia mineraalikuituja (kivivilla, lasivilla)

Näyte	Näytteenottoaika	Pölynkoostumus
6	160 FyKe, tuloilmakanava	Näyte sisältää pääosin orgaanista pölyä, mutta lisäksi: <ul style="list-style-type: none">○ Jonkin verran mineraali-/kiviainespölyä (silikaatit, < 25 µm)○ Niukasti kalkkipohjaista (CaO/CO) pölyä (< 20 µm)○ Niukasti itiöt/siitepölyt (ei lajimääritystä)○ Yksittäin teollisia mineraalikuituja (kivivilla, lasivilla)

WSP FINLAND OY

Elisa Kyllönen
Vt. Yksikön päällikkö, FM
elisa.kyllonen@wsp.com