



Sisäilmaselvitysraportti

Rekolan koulu
Rekolantie 67
01400 Vantaa

Päivitetty 1.6.2016, Jukka-Pekka Kärki

- 30.3.2016 päivätty raportti oli varustettu luonnosmerkinnällä. Merkintä poistettu
- Hiilidioksidipitoisuuksien määrittystä ei ole tehty tutkituissa tiloissa, koska ilmanvaihdossa oli ollut toimintahäiriö talvella 2016. Raportissa 30.3.2016 oli esitetty ko. mittausta ilmanvaihdon korjauksen jälkeen.

Sisällys

1	Yleistä	3
2	Yhteenveto	5
3	Toimenpide-ehdotukset	7
4	Rakennustekniset tutkimukset	9
4.1	Tutkimusmenetelmät	9
4.2	Laajennusosa	9
4.2.1	Perustukset ja maanvastaiset seinät	9
4.2.2	Ulkoseinät laajennusosalla	9
4.2.3	Alapohja	16
4.2.4	Välipohja	19
4.2.5	Yläpohjat ja vesikatto	20
4.2.6	Sisätilat	24
4.3	Ilmanvaihtojärjestelmä	25
5	Museorakennus	30
6	Sisäilmamittaukset	36
6.1	Ilmamikrobinäytteenotukset	36
6.2	Teolliset mineraalikuidut	36
6.3	Pölynkoostumus	37
6.4	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	37
6.5	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)	37

Liitteet	Paikannuspiirrokset
	Laboratorioiden analyysivastaukset

1 Yleistä

Kohde Rekolan koulu
 Rekolantie 67
 01400 Vantaa

Tilaaaja Vantaan kaupungin tilakeskus
 Kielotie 13
 01300 Vantaa

Tutkimusajankohta ja tutkijat

29.12.2015 - 4.1.2016	ilmamikrobi- ja geeliteippinäytteet, Asynea Oy, Siim Heineste
25.1.2016 – 2.2.2016	kosteuskartoitukset ja rakenteet, Sisäilmasepät Oy, Juha Lappalainen
1.2.2016 – 24.2.2016	tiiveysmittaukset ja kartoitukset, Sisäilmatalo Kärki Oy, Jukka-Pekka Kärki

Raportointi	Jukka-Pekka Kärki ja Miikka Kronqvist, Sisäilmatalo Kärki Oy ja Juha Lappalainen, Sisäilmasepät Oy
-------------	--

Toimeksianto

Laajennusosan ja museokoulun taukokuoneen sisäilmaselvitys tilaajan laatiman tutkimussuunnitelman mukaisesti. Tilojen käyttäjät ovat kokeneet osassa tiloja sisäilmaan laatuun liitettävää poikkeavaa oireilua, jonka takia selvitys on käynnistetty.

Tutkimusmenetelmät ja rajaukset

Rakennuksen rakennusosien ja järjestelmien kuntoa arvioitiin rakennustekniikan osalta aistinvaraisen havaintojen ja käytettävissä olleiden suunnitelma-asiakirjojen perusteella. Aistinvaraisten tutkimushavaintojen ja pintakosteuskartoituksen lisäksi rakennukseen kohdistettiin seuraavia rakennusteknisiä kuntotutkimuksia:

- Paine-eromittaukset tutkittavien tilojen ja ryömintätilan sekä ulkoilman välillä
- Teollisten mineraalivillakuitujen määrittäminen laskeumapölystä (5kpl)
- Alakattotilojen puhtauden arviointi pistokoeluontoisesti
- Sisäilman mikrobinäytteet tiloista 101, 105, 106 ja vanhan koulun taukotilasta (4kpl)
- Rakenteiden tiiveyden tarkastus pistokoeluontoisesti merkkisavun/merkkiaineen avulla
- Rakennekosteusmittaukset pintakosteuspoikkeama-alueilla
- Sisäilman VOC-näytteet tiloista 101,104 ja 106 (3kpl)
- Rakennearvaukset ja materiaalmikrobinäytteiden otto tiloista 103, 104 ja 106 (4kpl)

- Yläpohjatilän ja vesikaton tarkastus aistinvaraisesti
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden arviointi (kanaviston visuaalinen tarkastus puhdistusluukkujen kautta ja iv-koneiden tarkastus)

Käytetyt mittalaitteet

- Dräger Ch216 -virtausilmaisin (merkkisavu)
- Tramex Moisture Meter -pintakosteusosoitin
- Pro dual PEL-DK-N -paine-eromittalaitteet + Tinytag TGPR-0704 -dataloggerit, paine-eromittauksiin
- Sensire CO₂+T+RH -mittalaitteet, sisäilman olosuhdemittaukset
- Tinytag TGU-4500 -kosteus/lämpötilaloggerit, sisäilman olosuhdemittaukset
- Sisäilmanäytteet:
 - Andersen 6-vaihekeräin, ilmamikrobinäytteet
 - Näytteenottopumppu+ Tenax TA adsorbentti, VOC näytteet
 - FLEC -näytteenottolaitteisto + Tenax TA adsorbentti, pinnoitteiden emissiomittaus

Aikaisemmat tutkimukset / käytettävissä olleet asiakirjat

- Arkkitehti-, rakenne-, LVI- ja sähköpiirustukset + leikkauskuvia

2 Yhteenveto

Sisäilmamittaukset

Sisäilman ilmamikrobinäytteiden perusteella koulun laajennusosan luokkien 105, 106 sisäilman mikrobipitoisuudet olivat määrällisesti normaalilla tasolla, mutta lajistossa oli muutamia kosteusvaurioindikaattoreita ja poikkeavasti sädesienipitoisuudet olivat koholla. Tilan 101 osalla homeiden ja bakteerien pitoisuudet ja lajisto todettiin tavanomaiseksi. Luokkien 105 ja 106 mikrobipitoisuudet johtuvat todennäköisimmin yläpohjan kosteusvaurioista ja osin ryömintätilasta kulkeutuvista epäpuhtauksista.

Museokoulun puolella taukotilan 106 sisäilman mikrobipitoisuudet olivat poikkeavan korkeita ja lajistoltaan näytteessä todettiin kosteusvaurioon indikoivia mikrobisukuja, joita todettiin myös huonetilan alapohjarakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioituneissa rakenteissa.

Kemiallisten yhteisten selvitysten perusteella sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden eli VOC pitoisuudet ovat alhaiset ja tulokset eivät viittaa sisäilman epätavanomaisiin kemiallisiin lähteisiin. Lattiapinnoitteiden päältä otettujen FLEC-näytteiden TVOC-pitoisuudet olivat vastaavasti myös alhaiset ja näin ollen lattiapinnoitteista ei vapaudu sisäilmaan poikkeavia kemiallisia päästöjä.

Kuitunäytteiden tulosten perusteella sisäilman kuitupitoisuudet ovat tavanomaista tasoa kaikissa tutkituissa tiloissa molemman koulurakennuksen osalta.

Pölynkoostumusnäytteiden perusteella luokkien 101 ja 106 pinnoilla kertynyt pöly koostuu pääosin runsaasta määrästä karkeaa ulkoilmapölyä ja tavanomaisesta huonepölystä. Löydökset viittaavat yläpölyjen puutteellisiin siivoustoimenpiteisiin.

Ilmanvaihto ja painesuhteet

Tutkimusten perusteella laajennusosan ilmanvaihtojärjestelmässä todettiin konerikko, joka korjattiin vasta tutkimusten jälkeen ja näin ollen ilmanvaihdon toimivuutta ei voitu tarkastaa/selvittää ns. normaalitilanteessa. Konerikon aikana ilmanvaihto oli epätasapainossa mahdollisten rakenteiden kautta ilmavirtausten kulkeutumista sisäilmaan mm. ulkoseinä- ja yläpohjarakenteiden kautta. Ilmanvaihtokoneessa ei todettu merkittäviä epäpuhtauslähteitä, jotka aiheuttaisivat tiloihin haittoja. Ilmanvaihdon selvitykset tulee tehdä osin uudestaan konerikon korjauksen jälkeen, jolloin samassa yhteydessä tulee koko järjestelmä säätää ja tasapainottaa.

Rakenteet ja sisätilat

Tehtyjen tutkimusten perusteella koulun laajennusosan rakennuksessa on ilmayhteys yläpohjan eristetilasta sekä ulkoseinien eristetilasta ja sisäilmaan. Yhteydet johtuvat osin julkisivumuurauksen liikkumisesta seuranneista repeämistä saumuksissa ja osin rakennusvaiheessa epätiiviksi jääneistä saumoista. Rakenteista pääsee kulkeutumaan epäpuhtauksia sisäilmaan rakennuksen ilmanvaihdon ollessa säädettynä asetusten mukaisesti alipaineiseksi ulkoilmaan nähden.

Laajennusosan julkisivussa todettiin runsaasti vaakasuuntaisia halkeamia ja kulmien halkeilua. Jäljet viittaavat julkisivumuurin ja sen sokkelin painumiseen.

Ryömintätilassa ei todettu rakentamisaikaisia orgaanisia jätteitä / puurakenteita ja ryömintätilan olosuhteet olivat talviolosuhteissa normaalilla tasolla. Sen sijaan tilassa oli havaittavissa lievää tunkaista mikrobiperäistä hajua ja paine-erovaihtelut aiheuttivat ajoittain ilman kulkeutumista sisäilmaan mm. käyntiluukun kautta.

Ulkoseinään ja yläpohjaan tehtyjen rakennetutkimusten perusteella laajennusosan rakenteiden liitoskohdissa on runsaasti epätiiveyskohtia, joiden kautta mm. rakenteissa olevat epäpuhtaudet pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Yläpohjassa todettiin paikallisia kosteusvaurioita, joilla on myös vaikutusta sisäilmaan yläpohjan epätiivisiin höyrynsulun puutteiden vuoksi.

Alakattotilat todettiin yleisesti pölyisiksi, ilmanvaihtokanavien ja sähkökourujen päällä todettiin runsas pölykertymä (rakentamisaikaisia epäpuhtauksia). Alakattotiloissa todettiin lisäksi paikoin avonaisia mineraalivillapintoja (akustiikkalevyjen reunapalat, lämmitysputkien eristeet ym.).

Museokoulun taukokuoneessa tehtyjen tutkimusten perusteella huoneen puukorokelattia on korjattu aikaisemmassa remontissa, mutta lattian alapuolisiin rakenteisiin on jätetty vanhaa vaurioitunutta materiaalia. Tutkimuksen perusteella korokeypuulattian puiset tukirakenteet ja lämmöneristeet ovat kosteus- ja mikrobivaurioituneet. Lisäksi alapohjan alkuperäisessä pikisivelyssä todettiin korkea PAH-yhdisteitä (mm. kreosootti). Lattian eristetilasta on ilmayhteys huoneen sisäilmaan, joka aiheuttaa rakenteissa olevien epäpuhtauksien ja hajujen päästyn sisäilmaan.

3 Toimenpide-ehdotukset

Selvityksen perusteella Rekolan koulussa suositellaan tehtäväksi seuraavia toimenpiteitä sisäilmaolosuhteiden parantamiseksi:

Laajennusosa

- Yläpohja ja vesikate
 - antennin runkoputken yläpään tulppaaminen uusien kosteusvaurioiden estämiseksi
 - pahvisen aluskatteen vaihtaminen uuteen kosteusvaurioituneiden rakenteiden osalta
 - höyrynsulkumuovien saumojen, liittymien ja läpivientien tiivistäminen
 - lämmöneristeiden vaihtaminen uusiin ja tilan puhdistaminen höyrynsulun tiivistämisen yhteydessä
 - tuuletustilassa olevien putkien lämmöneristeiden paikkauskorjaukset ja tarpeenmukaisesti vauriomateriaalien uusiminen
 - tarkastusluukun tekeminen yläpohjan palokatkoseinään, jotta yläpohjatilaan on käynti kauttaaltaan. Tarkastusluukun tekemisen jälkeen on tarkastettava loppu yläpohjatilasta ja tehtävä mahdollisesti tarvittavat korjaukset mm. yläpohjan höyrynsulun korjausten osalta

- Julkisivu/ulkovaippa
 - julkisivumuurausten vajoamisen syyn selvittäminen ja korjaaminen
 - rakenteiden liikkumisesta johtuvien halkeamien korjaaminen

- Sadevesijärjestelmä
 - syöksytorvista tulevan veden ohjaaminen loiskekuppeihin

- Sisätilat
 - ikkunoiden ympärillä ja katon rajassa olevien revenneiden ja aukinaisten saumojen tiivistäminen rakenteiden kautta sisäilmaan kulkeutuvien ilmavuotojen estämiseksi
 - lattianrajassa ulkoseinien ja väliseinien liittymien tiivistäminen ilmavuotojen estämiseksi

- Välipohja
 - lv-huoneen alueella välipohjan läpivientien tiivistäminen ja näkyvän mineraalivillan sisäilmayhteyden katkaiseminen

- Alapohja
 - ryömintätilan tarkastusluukun uusiminen tiiveyden ja käyttöturvallisuuden osalta

– Ilmanvaihto

- tuloventtiilien ääniloukkujen mineraalivillaisten vaimennuspintojen pinnoittaminen tai vaihtaminen
- ilmanvaihtojärjestelmän nuohous ja tasapainottaminen
- paine-eromittausten uusiminen ilmanvaihdon tasapainotuksen yhteydessä ryömintätilan ja huonetilan välillä sekä ulkoilman ja huonetilan välillä

Museokoulu:

- lattiarakenteen korjaaminen erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti, jota ennen on suositeltavaa tehdä koko rakennuksen alapohjan ja perustusten/ulkoseinän liitoskohtien kuntotutkimustoimenpiteet korjauslaajuuden selvittämiseksi
- taukotilaa ei suositella työskentelytilaksi ennen alapohjan korjaustoimenpiteitä
- yläpohjatilaan suositellaan tehtäväksi kosteustekninen kuntotutkimus rakenteiden pinnoilla havaittujen kosteusvauriojälkien kohdalla olevien mahdollisten vaurioiden ja sisäilma vaikutusten selvittämiseksi

4 Rakennustekniset tutkimukset

4.1 Tutkimusmenetelmät

Rakennustekniset tutkimukset perustuvat rakennuksesta tehtyyn riskiarvioon. Kohteessa suoritettiin aistinvaraisten havaintojen tueksi kosteusmittauksia ja rakenneavauksia. Lisäksi otettiin materiaalinäytteitä mikrobianalyysia varten. Materiaalinäytteet otettiin suoraan minigrip-salpapussiin. Mikrobinäytteet analysoitiin suoraviljelymenetelmällä (semikvantitatiivisesti) Työterveyslaitoksella Kuopiossa, asbestinäytteet analysoitiin Labroc Oy:n laboratoriossa Oulussa.

Rakennekosteusmittaukset suoritettiin Vaisala HMP40S- tai HMP42- kosteus- ja lämpötilamittapäillä ja tulokset luettiin HM40-/HMI41-näyttölaitteella. Mitta-anturit on kalibroitu 08/2015. Kalibroitujen mittapäiden tarkkuus on $\pm 2,0$ % RH (0...90 % RH) ja $\pm 3,0$ % RH (90...100 % RH) sekä lämpötila $\pm 0,4$ °C.

Rakenneavaus- ja näytteenottokohdat on esitetty liitteenä olevassa paikannuspiirroksessa. Laboratorioiden analyysivastaukset on esitetty kokonaisuudessaan liitteenä.

4.2 Laajennusosa

4.2.1 Perustukset ja maanvastaiset seinät

Laajennusosan perustukset ovat betonielementtirakenteiset ja perustuksissa on ryömintätillaisen alapohjan tarkastusluokkuja. Perustusrakenteissa ei todettu kosteusvaurioihin viittaavaa tai rakenteiden painumiseen viittaavia puutteita.

Museokoulun puolella perusmuurirakenteissa ei tarkastetulta alueelta todettu puutteita rakenteissa. Sokkelin ulkopinta sijaitsee noin 20 mm kivirakenteista seinäpintaa ulompana, mutta sokkeli/perusmuurin yläpinta on viistetty ulospäin viettäväksi, joten ulkopuolinen kosteusrasitus pääsee vähäisessä kuormituksessa valumaan rakenteesta ulos.

Toimenpide-esitys

- Museokoulun puolella suositellaan tehtäväksi perusmuuri- ja ulkoseinärakenteiden liitoskohtiin tarkentavia kuntotutkimuksia rakenteen kosteusteknisen toimivuuden selvittämiseksi.
- Laajennusosalla perustusrakenteisiin ei ole tarvetta kohdistaa toimenpiteitä.

4.2.2 Ulkoseinät laajennusosalla

Laajennusosan ulkoseinät ovat pääosin tiili-villa-tiili-rakenteisia, jossa sisempi muuri toimii kantavana rakenteena. Ulkopuolinen julkisivumuuri on perustettu omalta sokkelilta, jonka alapuolella ei rakennuspiirustusten mukaan ole omaa tuentaa, vaan se on kannakoitu sokkelihalkaisun läpi sisemmästä sokkelista.

Sisäänkäyntien yhteydessä olevien suurien ikkunoiden ympärillä ulkoseinä on teräsrunkoinen. Rakennepiirustuksessa ei ollut mainintaa höyrynsulusta, joten seinää avattiin höyrynsulun varmistamiseksi.

Yleiset havainnot ja tulokset

- Ulkopuolisessa muurissa näkyy kaikilla sivuilla vaakahalkeamia ja kulmissa pystyhalkeamia.
- Ulkopuolinen muuri on taittunut yläosastaan ulospäin n. 50 mm koulurakennuksen läntisessä päädyssä ikkunasyvennyksen vieressä.
- Sisäpinnassa huonetilan puolella havaittiin tiiliseinän liitoksissa väliseinäarakenteisiin ja yläpohjaan olevan runsaasti halkeamia. Halkeamista todettiin virtaavan ilmaa sisälle luokkatiloihin ja toimistotiloihin. Em. johtuen rakenteisiin ei kohdistettu lainkaan merkkiainekokeita merkkikaasun avulla, koska halkeamat ovat suuria ja kaikista kohdista mitkä tarkastettiin virtasi huoneilmaan päin voimakasta ja selvää ilmavirtausta.
- Suurin osa repeämistä sijoittui rakennuksen lännen puoleiseen osaan. Saumausmassa oli veyntynyt repeämien kohdalla ja avoin sauma selkeästi leveämpi kuin alun perin asennettu saumausmassa. Jäljet viittaavat selkeästi seinäpintojen liikkumiseen toistensa suhteen.
- Ulkoseinien kantavassa sisämuurissa todettiin lisäksi joitakin halkeamia, jotka viittaavat rungon liikkumiseen.
- Luokan 104 ulkoseinän ja ikkunan liitos/rivevilla otettiin materiaalmikrobinäyte mineraalivillasta ilmapuodon kohdalta. Mineraalivillassa todettiin lievää sieni-itiökasvustoa ja yksittäisiä kosteusvaurioindikaattomikrobeja. Tuloksen perusteella ko. kohtaan on voinut kulkeutua ulkoilmasta epäpuhtauksia, jotka pääsevät kulkeutumaan sisäilmaan. Näytteen perusteella ikkunan rivevillan mikrolajisto koostui eri mikrobistosta kuin sisäilmanäytteen mikrobisto.



Kuva 1. Päädyn halkeama ulkokuoressa.



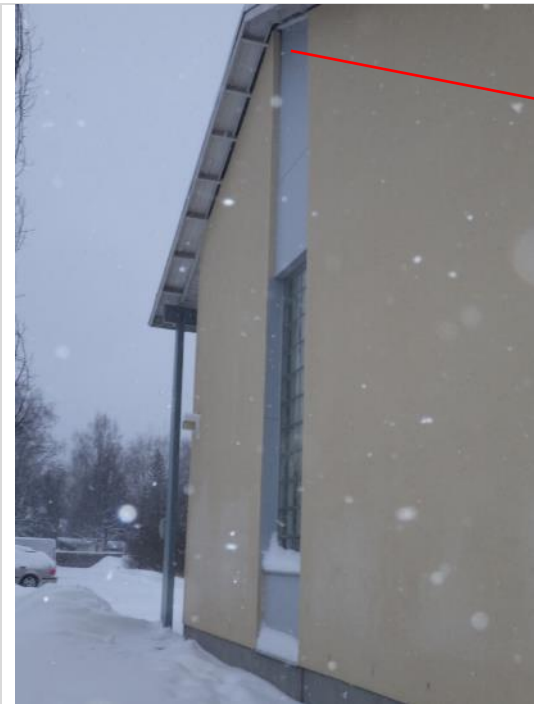
Kuva 2. Päädyn vaakahalkeamia paikkakorjattu aikaisemmin.



Kuva 3. Nurkan halkeama.



Kuva 4. Yleiskuva julkisivusta.



Kuva 5. Rekolantielle päin oleva pääty, jossa julkisivuverhous kääntynyt ulospäin.



Kuva 6. Lähikuva julkisivun kaareutumuksesta.

- Rakennepiirustuksissa ikkunaseinän rakenneleikkauksesta on jäänyt höyrinsulku merkitsemättä. Julkisivuun ikkunoiden alle tehtiin rakenneavaus höyrinsulun olemassa olon varmistamiseksi. Rakenne oli avauskohdassa hyväkuntoinen ja rakennusfysikaalisesti toimiva. Rakenteessa on höyrinsulkumuovi.



Kuva 7. Yleiskuva, avauskohdasta.



Kuva 8. Tuulensuojalevy poistettu. Levyn saumakohdassa mineraalivillan pinnassa ilmavuo- tojälkiä.



Kuva 9. Sisäpuolen pellin ja mineraalivillan välissä on rakennepiirustuksesta poiketen höyrynsulkumuovi.



Kuva 10. Sisäpuolen tarkastuksessa todettiin mm. ikkunapenkin alla olevan rakoja suoraan eristekerrokseen, josta virtasi ilmaa sisälle.



Kuva 11. Tilan 014 eli luokan 104 ulkoseinän ja alapohjan liitoskohta.



Kuva 12. Tyypik kuva ulkoseinän ja ikkunarakenteen liitoskohdan tiiveydestä. Rakenteen kautta voimakas ilmavirtaus sisälle.



Kuva 13. Terveystoimittajan 020 tilan ulkoseinärakenteiden sisäkuoren halkeamia, joiden kautta virtasi ilmaa sisälle.



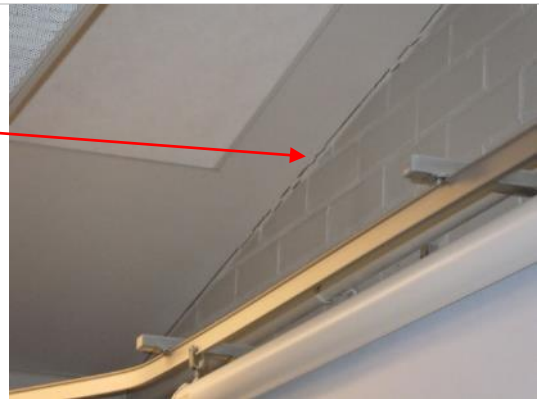
Kuva 14. Luokan 104 ja tilan 016 rakenteiden tyypillinen halkeilu tilojen yläpohjan liitoskohdissa ulko- ja väliseinärakenteisiin.



Kuva 15. Luokkien välillä kulkee sähkökouru, jonka sisällä on ääneneristeenä mineraalivillallaa. Villa suositellaan poistettavaksi ja ääneneriste korvataan pölyättömällä tiivistystuotteella.



Kuva 16. Luokkien katon ja seinän rajapinnan halkeamat, joiden kautta ilmavirtaus sisälle.



Kuva 17. Halkeamat, joissa todettiin ilmavirtausta sisälle.



- Ulkoseinärakenteen halkeamat johtuvat todennäköisimmin perustusten rakenteesta, joka mahdollistaa julkisivusokkelin painumisen kantavan seinän sokkeliin nähden esim. tärinän johdosta, koska halkeamia alkoi kouluisännän mukaan ilmestymään sen jälkeen, kun rakennuksen viereen rakennettiin ruokalan huoltotie ja raskasta liikennettä alkoi kulkea aivan koulun seinän vierestä.
- Ulkopuolisen muurauksen liikkuminen rasittaa myös sisempää kantavaa seinärakennetta ja aiheuttaa mm. ikkunoiden liikkumista ja sisemmän muurauksen halkeilua. Rakenteen heikentämisen lisäksi halkeamat toimivat ilman siirtymisreitteinä ja mahdollistavat ulkoseinien eristetilassa olevien epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin.

Toimenpide-esitys

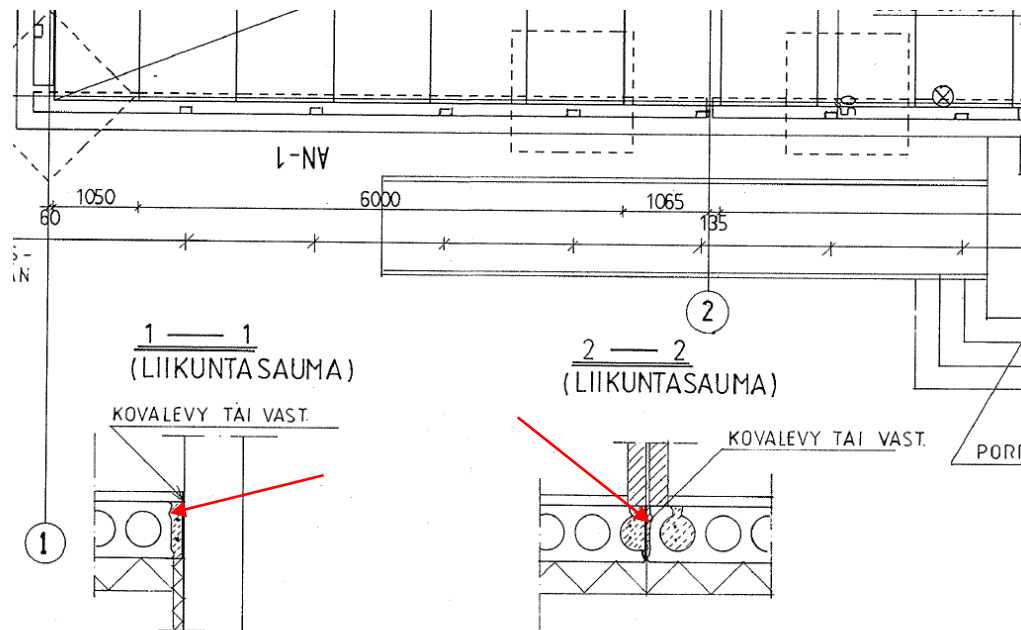
- Julkisivun vajoamisen syyn varmentaminen avaamalla rakennuksen vierustäyttöä
- Julkisivun halkeamien paikkaaminen ja ikkuna-aukkojen liittymien tiivistäminen sisäilmayhteyden katkaisemiseksi
- Ulkoseinärakenteen tiivistystoimenpiteet ilmapuotojen estämiseksi on tehtävä erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti

4.2.3 Alapohja

Alapohjarakenteena on ryömintätalallinen alapohjarakenne, joka tuulettuu koneellisesti tehostetulla poistolla ja korvausilma tulee sokkelin tuuletusventtiilien kautta. Alapohjarakenteena on ontelolaattarakenne, jonka alapinnassa on EPS-lämmöneristys. Alusmaan päälle on levitetty suodatinkangas ja kapilaarikatkoksi asennettu kevytsoraa.

Havainnot ja tulokset

- Ryömintätallassa ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä, eikä näkyvää mikrobikasvustoa.
- Alapohjan läpivientejä ei ollut tiivistetty alapuolelta. Läpivienneistä ei kuitenkaan tarkastushetkellä todettu savukokeen perusteella ilmayhteyttä sisätiloihin.
- Ryömintätallassa oli havaittavissa selkeä mikrobiperäinen haju. Sama haju oli havaittavissa myös käsityöluokan varastohuoneessa.
- Alapohjan liikuntasaumoissa on rakennepiirustusten perusteella käytetty kovalevyä laakeripintana.
- Ryömintätalilan ja luokkahuoneiden välistä paine-eroa selvitettiin 2 viikon pituisella seurantajaksoilla käsityöluokan varaston luokun kohdalla asennetusta mittauspisteestä. Mittaustulosten perusteella tutkimusjaksolla ryömintätalila oli pääosin alipaineinen huone/luokkatilaan päin. Paineeromittausten mukaan olosuhteissa tapahtuu hetkellisiä paine vaihteluita, jolloin ryömintätalilasta voi kulkeutua epäpuhtauksia huonetilaan päin. Tutkimuksen yhteydessä todettiin, että pitämällä varaston ja käsityöluokan väliviovia auki, muuttui ilmavirtauksen suunta ja paine-ero ylipaineiseksi luokkatiloihin päin. Em. tutkimusten aikana rakennuksen erillispoistoa (wc ja sos.tilat) hoitavan ilmanvaihtokoneen toiminnassa oli puutteita.
- Havaintojen perusteella ryömintätalila voi toimia sisäilman mikrobi- ja hajulähteenä ja tilassa koetujen mikrobihajujen vuoksi ja ilmanvaihdon painevaihtelujen takia.
- Ryömintätalilan ilmatilan olosuhteet ovat hyvänä pidettävällä tasolla lämpötilan ollessa noin +10°C ja suhteellisen kosteuden noin 50%.
- Luokkahuoneiden kosteuskartoitus tehtiin pintakosteudenosoittimella pinnoitteen päältä. Lattian pintamateriaalina on käytetty kumiseoksista lattiamattoa, joka on asennettu tasoitekerroksen päälle. Pintakosteustarkastelussa ei todettu poikkeavaa kosteutta tiloissa. Pintakosteuden mittaukset varmistettiin muutamasta kohdasta viiltokosteusmittauksin ja näissä pinnoitteen ja tasoitteen/betonin välissä kosteus oli normaalilla tasolla (RH 64-66%, T 20°C).
- Tutkimukset ja selvitykset suoritettiin muovimattojen tutkimusohjeen mukaisesti. Rakenneavauskohdissa pinnoitteen alla ei havaittu poikkeavaa värjäytymistä, hajua tai liimassa poikkeavuuksia. Liimaus matossa oli kaikissa avatuissa kohdissa normaali, eikä näin ollen ollut epäilystä esim. kosteuden aiheuttamiin pinnoittein/liimojen vaurioitumisiin. Aistinvaraisia havaintoja tukevat sisäilman VOC ja pinnoitteen päältä otetut FLEC näytteet, joissa ei myöskään todettu poikkeavuuksia.
- Merkkisavukokeella alapohjan ja ulkoseinän liitoksesta ei havaittu virtaavaa ilmaa sisälle luokkatiloihin ja läpivientien kohdalla ei myöskään havaittu ilmavirtausta sisälle päin.



Kuva 20. Perustusten liitoskohdat liikuntasauvojen kohdalla, jossa voi olla puutteita mm. tiiveydessä. Ko. kohdat on tarkastettava ennen korjaussuunnittelua.



Kuva 21. Alapohjan pinnoitteen kosteuskartoitus pinnoitteen alta.



Kuva 22. Kosteusmittauspiste.



Kuva 23. Rakennekosteuden mittatulos RH 64% heti pinnoitteen alapuolella.



Kuva 24. Lattiamatto on tiukasti kiinni alustassaan. Osa tasoitteen pinnasta irtosi mattopalan mukana.



Kuva 25. Ryömintätilan käyntiluukku, jossa puuteita tiivistyksessä ja käyttöturvallisuudessa.



Kuva 26. Yleisnäkymä ryömintätilasta, joka normaalikuntoinen.

- Käsiyöluokan varastohuoneeseen sijoitettu tarkastusluukku ei täytä sille asetettuja määräyksiä. Oppilaiden on mahdollista päästä ryömintätilaan luukun kautta varastotilasta. Luukun asennus on lisäksi epätiivis ja ryömintätilasta tilasta pääsee sen kautta kulkeutumaan korvausilmaan sisätiloihin, kun paine-ero- ja ilmavirtaus on huonetiloihin päin.

Toimenpide-ehdotus

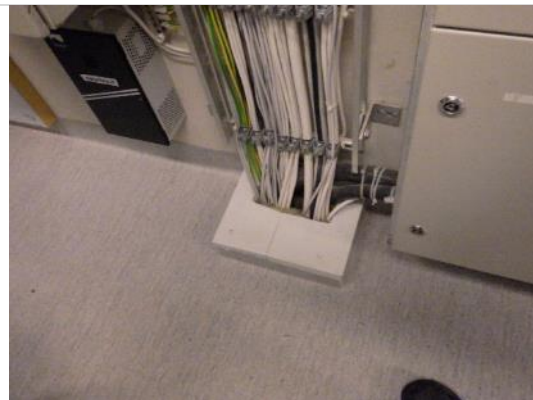
- Ryömintätilan tarkastusluukun vaihtaminen määräysten mukaiseen ja luukun tiiviyden varmistaminen.
- Ryömintätilan ja luokahuoneen välinen paine-eromittaus tulee uusien ilmanvaihtojen kanavamoottorin korjauksen jälkeen ja samassa yhteydessä tulee säätää ilmanvaihtoa siten, että paine-ero on jatkuvasti vähintään 5 Pa ryömintätilaan päin myös ovien avausten yhteydessä, viikonloppuisin tai loma-aikoina.

4.2.4 Välipohja

Rakennuksessa on välipohja ainoastaan IV-konehuoneen alapuolella. Muut tilat ovat yksikerroksisia.

Havainnot ja tulokset

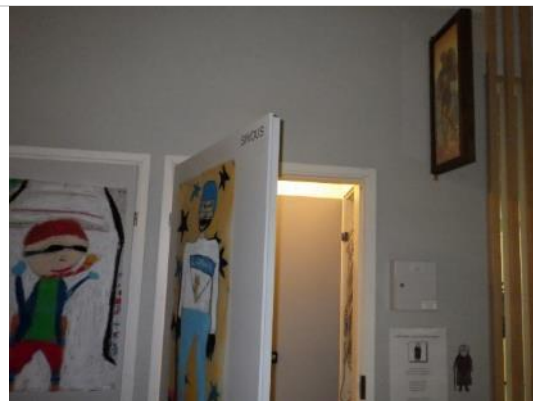
- IV-huoneen kohdalla olevan välipohjan läpiviennit olivat tiivistämättä ensimmäiseen kerrokseen päin.
- Läpivienneissä oli näkyvillä paljasta mineraalivillaa, josta on suora ilmayhteys sisäilmaan.



Kuva 27. IV-konehuoneen välipohjan tiiveys puutteellinen sähköputkisten kohdalla.



Kuva 28. Läpivientiä ei ole tiivistetty ja sen on täytetty mineraalivillalla



Kuva 29. IV-konehuoneen alapuolella oleva siivousvälinevarasto.



Kuva 30. Varastossa olevan IT-jakokaapin yläpuolella on paljasta mineraalivillaa.

4.2.5 Yläpohjat ja vesikatto

Vesikatteenä on konesaumattu pelti, jonka alla rimoitus ja kartonkinen aluskate. Yläpohjan runkona toimivat paikalla rakennetut puiset kattotuolit ja eristeenä puhallettu vuorivillaeriste.

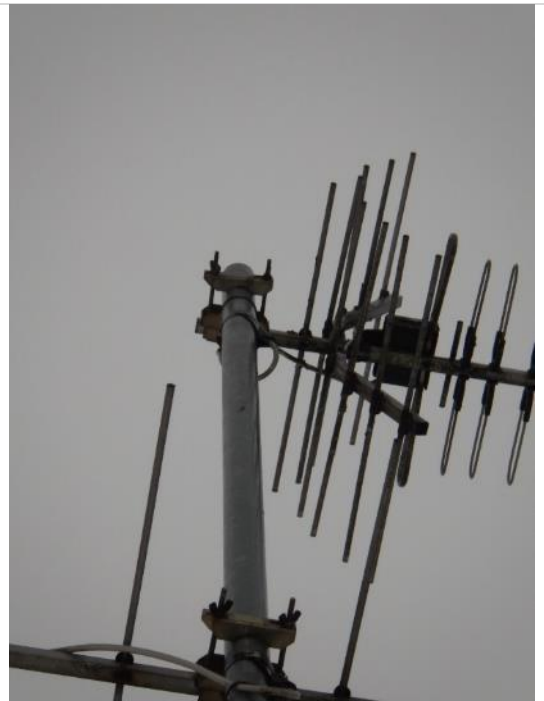
Rakennuksen koko yläpohjan tuuletustilaa ei tutkimusten yhteydessä päästy tutkimaan. Tila on jaettu kahteen osaa palokatkoseinällä, jonka läpi ei ollut kulkuyhteyttä.

Havainnot ja tulokset

- Aluskatteen alapinnassa oli läpivientien ympärillä kosteusjälkiä ja jonkin verran näkyvää mikrobi-kasvustoa. Kosteus johtuu todennäköisimmin vesikatteen pintaan kertyvästä kondenssista.
- Käsityöluokan kohdalla olevan viemärin tuuletusputken läpiviennin kohdalla oli aluskatteessa laaja kosteusjälki, putken alapuolella mineraalivillan seassa jäätä ja avoimen höyrynsulun alapuolisessa puurangossa kosteusjälkiä.
- Antennin runkoputken kohdalla oli kosteusjälkiä kattorakenteissa. Antennijohtojen läpiviennit putken sisälle oli tiivistetty asianmukaisesti, mutta putken yläpää on jäänyt tulppaamatta. Sade-/kondenssivettä pääsee valumaan putken sisäpintaa pitkin yläpohjan rakenteille.
- Tuuletustilassa olevia putkia ei ollut lämmöneristetty asianmukaisesti.
- Yläpohjan höyrynsulkumuovin saumoja, liittymiä tai läpivientejä ei ollut tiivistetty huolellisesti vaan niissä todettiin selviä ilmavuotokohtia huonetilaan päin. Läpivienneissä oli täyttönä mineraalivillaa.



Kuva 31. Yleisnäkymä vesikatteen pinnasta tammi-kuussa.



Kuva 32. Antenniputken pää on auki.



Kuva 33. Yläpohjan tuuletustilan tarkastusluukku.



Kuva 34. Käsityöluokan varastohuoneessa olevaa putkikoteloä pitkin yläpohjaan nousevia putkia.



Kuva 35. Aluskate on kastunut viemärin tuuletusputken vesikatteen läpiviennin kohdalla.



Kuva 36. Putken ulkopintaa pitkin on valunut vettä eristekerrokseen.



Kuva 37. Putken pintaa valunut vesi on jäätynyt.



Kuva 38. Putken alapuolella olevassa koolauksessa näkyy kosteusvauriojälki.



Kuva 39. Höyrynsulkumuovi on auki veden valumakohdassa.



Kuva 40. Höyrynsulun ja väliseinän liittymäkohdat ovat puutteellisia. Höyrynsulku on asennettu vastaavalla tavalla koko rakennuksen alueella ja yläpohjan eristekerroksesta on ilmayhteys luokka- ja oleskelutiloihin.



Kuva 41. Antennin runkoputken alla oleva kosteusvaurio.



Kuva 42. IV-kanavan tiivistämätön läpivienti yläpohjan höyrynsulussa.

- Yläpohjan ja vesikaton rakenteissa oli jonkin verran näkyviä kosteus-/mikrobivaurioita. Höyrynsulun läpiviennit sekä saumat/liittymät olivat tiivistämättä, jolloin yläpohjan vaurioituneilla rakenteilla ja mineraalivillalla on ilmayhteys sisätiloihin.
- Ilmayhteys selittää osassa luokkia todetun ”villan hajun”, joka johtuu mineraalivillassa käytetyistä hartseista. Haju voi aiheuttaa oireita tiloissa oleskeleville.

Toimenpide-ehdotus

- Sisätiloissa suositellaan tehtäväksi seinä-, ja kattopintojen saumojen tiivistämis-toimenpiteet ilmapuotojen estämiseksi yläpohjatilasta huonetiloihin päin. Tiivistystoimenpiteet tulee tehdä höyrynsulkumuovin osalta vesikaton puolelta ja ilmatiiveyden parantamiseksi huone-tilojen puolelta.
- Yläpohjassa olevien kosteusvaurioiden korjaaminen ja kostuneiden materiaalien (eristeet) vaihtaminen.
- Antenniputken pään tulppaaminen.

4.2.6 Sisätilat

Käytävän alakaton alaslaskutila

Alaslaskutilaan on sijoitettu rakennuksen lv-kanavat ja sähköjohtojen kaapelihyllyt. Tila tarkastettiin ilmapuotoreittien ja poikkeavien jälkien löytämiseksi visuaalisesti.

Havainnot:

- Tilassa ja pinnoilla ei näkynyt poikkeavia kosteusrasitukseen viittaavia jälkiä.
- Tilassa olevat johtojen läpiviennit erityisesti yläpohjaan päin olivat tiivistämättä. Läpivienneistä näkyi paljasta mineraalivillaa, jolla voi olla mahdollisuus kulkeutua huoneilmaan paine-erovaihtelun johdosta.



Kuva 43. Yleiskuva alakattotilasta.



Kuva 44. Yläpohjan liitos sähköputkien läpivientien kohdalla epätiivis ja villapölyllä leviämismahdollisuus alakattotilan kautta myös sisäilmaan.



Kuva 45. Sähköjohtojen läpivienti yläpohjan puolelle. Läpivienti on tiivistetty vain osittain.

4.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmä ei toiminut tutkimusten aikana oikein, koska WC-tilojen poistot olivat poissa käytöstä. Syynä oli WC-tilojen poiston rikkoutunut kanavapuhallin. WC:n poistot on kytketty omaan poistokanavaan, eikä kanavistolla ole kytkentää muiden tilojen ilmanvaihtojärjestelmään.

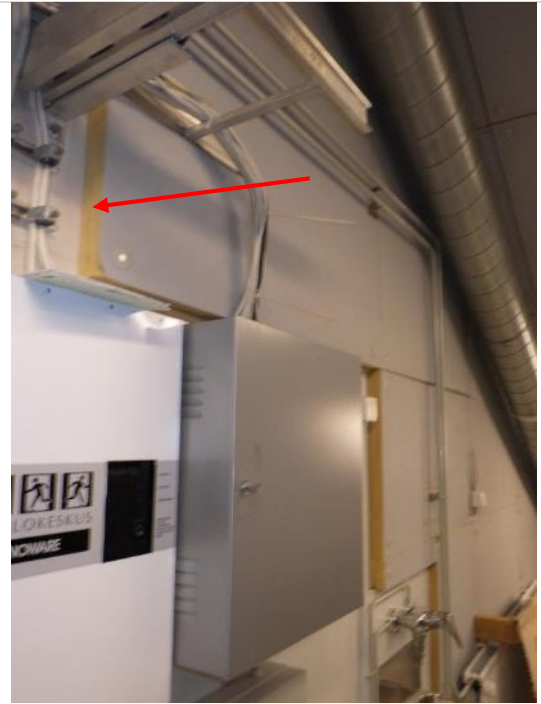
Ilmanvaihdon toimintahäiriöstä johtuen tilojen tulo- ja poistoilmamääriä ei mitattu.

Havainnot ja tulokset

- IV-konehuoneen ilmassa oli voimakas mineraalivillan haju.
- Konehuoneen seinillä olevat äänenvaimennuslevyt olivat mineraalivillaisia. Levyjen leikattuja särmiä ei ollut pinnoitettu, joten huoneessa oli paljon paljasta mineraalivillaa.
- Ilmavaihtokoneen suodattimissa ei todettu merkittäviä ohivuotoja. Ainoat vuotokohdat sijoittuivat suodattimen rungon kulmiin, joissa on valmistustekniikasta johtuen hyvin pieni epätiivis sauma.
- Tuloilmakanavat olivat tarkastetuilta osin puhtaita.
- Tuloilmaventtiilien ääniloukuissa on käytetty mineraalivillaisia vaimennuslevyjä, joiden leikkauspinoissa on paljasta mineraalivillaa. Leikkauspinoista voi irrota mineraalivillakuituja tuloilman mukaan.
- Luokan 101 tuloilman ääniloukkujen vaimennuslevyjen leikkuupinnat oli päällystetty IV-kanavan tiivistyskitillä.
- Luokat olivat pääsääntöisesti alipaineisia ulkoilmaan ja käytävään nähden luokan oven ollessa kiinni. Poikkeuksena luokka 106, joka oli oven ollessa kiinni ylipaineinen ulkoilmaan ja käytävään nähden.
- Luokat muuttuivat ylipaineisiksi ulkoilmaan nähden, kun niiden ovi avattiin.
- Kanavaputkien liitoksissa oli käytetty lisätiivisteinä ilmanvaihtoteippiä. Käytetty teippi ei sovellu kanavien tiivistämiseen ja se tulisi korvata sopivalla teipillä.



Kuva 46. Yleiskuva IV-konehuoneesta.



Kuva 47. IV konehuoneessa äänenvaimennuslevyjen särkeä ei ole pinnoitettu.



Kuva 48. Yleiskuva IV-koneen suodatinyksiköstä.



Kuva 49. Ohivuotokohta suodatinkasettien välissä.



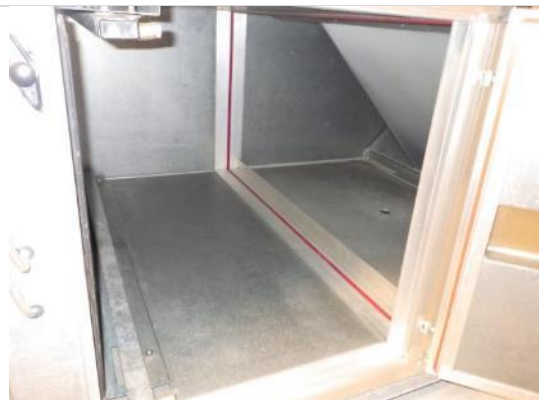
Kuva 50. Ohivuotokohta suodatinkasetin kulmassa.



Kuva 51. Suodatinkasetin kehyksen kulmassa on sauma, jonka kautta ohivuoto tapahtuu.



Kuva 52. Sulkupellit ennen suodattimia ovat likaantuneet.



Kuva 53. Suodattimien jälkeinen tila on pysynyt puhtaana.



Kuva 54. Rikkoutunut kanavapuhallin, joka korjattiin tutkimusten jälkeen.



Kuva 55. Kanavien liitoksia on teipattu ilmastointiteipillä, joka ei täytä vaadittuja asetuksia.



Kuva 56. Ilmanvaihtoteipillä tiivistetty IV-kanavan liitos yläpohjassa.



Kuva 57. Luokkien tuloilmakanavien ääniloukkujen vaimennuslevyt on tehty mineraalivillasta. Levyn reunat on jätetty pinnoittamatta.

Yhteenveto

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä ei rikkoutuneen kanavapuhaltimen vuoksi toiminut oikein tutkimusten aikana. IV-koneen suodattimista ei löytynyt poikkeavia ohivuotoja ja tuloilmakanaviston puhautauden perusteella suodattimet on vaihdettu ajallaan ja riittävän usein.

Kanavissa on käytetty rakentamisen ajankohdalle tyypillisesti mineraalivillaisia vaimentimia, joista voi kulkeutua kuituja tuloilman mukana sisätiloihin. Kanavien saumojen tiivistämisessä on käytetty ilmanvaihtoteippiä, jonka liima kuivuu tavallisesti kahden vuoden kuluessa asentamisesta. Tämän jälkeen teippi ei enää toimi tiivisteenä.

Toimenpide-ehdotus

- Ääniloukkujen pinnoittaminen tai mineraalivillalevyjen korvaaminen pölyämättömällä äänen vaimennuslevyllä

- Kanavien teippausten korvaaminen asetusten mukaisella tiivistyksellä
- WC-tilojen poistojen kanavapuhaltimen korjauksen jälkeen suositellaan ilmanvaihdon tasapainotusta ja mittausta mm. haitallisten vuotoilmareittien hallitsemiseksi

5 Museorakennus

Museorakennuksessa on todettu hajua taukahuoneessa. Hajun syyn selvittämiseksi tilassa tehtiin il-mavuotoreittien kartoitus alapuolisesta kellaritilasta, ulkoseinän ja lattianrajaa tarkasteltiin lämpökameralla ja tehtiin rakenneavaus lattiarakenteen ja sen kunnon selvittämiseksi huoneen ulkonurkkaan (rakenneavaus 2). Lisäksi verrantona tehtiin rakenneavaus käytävän lattiaan naulakkoalueelle (rakenneavaus 3).

Havainnot ja tulokset

- Taukuhuoneen ilmassa oli tutustumiskäynnin aikana voimakas mikrobiperäinen haju. Myöhemmin päälimmäisenä hajuna tuntui kivihilipien, eli kreosootin haju.
- Ilmavuotoreittien kartoituksessa ei todettu ilmayhteyttä kellarin ja huoneen sisäilman välillä.
- Lämpökameran perusteella lämpötila ulkoseinällä lattian rajassa tutkimuksen aikana riittävän matala (+6°C) kondenssin muodostumiselle rakenteeseen. Mittausajankohdan ulkolämpötila oli n. -26°C. Tuloksen perusteella lattian eristetila ulkoseinän läheisyydessä oli käynnin aikana pak-kasen puolella, jolloin osa sisäilman sisältämästä kosteudesta kondensoituu ja jäätyy rakenteisiin.

Havainnot rakenneavauksessa taukuhuoneessa

- Lattiarakenteena on puukorokelattia, joka on perustettu kellarin betoniholvin päältä.
- Lattian eristetilasta on ilmayhteys huoneen sisäilmaan lattialaudoituksen ja seinien välisen raon kautta.
- Lattiarakenne on korjattu aikaisemmin, mutta rakenteeseen on jätetty runsaasti vanhaa elope-räistä materiaalia (mm. turvetta). Vanha lämmöneristemateriaali todettiin silmämääräisesti kos-teus-/mikrobivaurioituneeksi ja siinä todettiin voimakas mikrobiperäisen haju.
- Osa ulkoseinän vierustalla olevasta vanhasta lämmöneristemateriaalista oli jäässä.
- Vanha lämmöneristemateriaali ja korokepuulattian tukirunko on materiaalinäytteiden perus-teella mikrobivaurioituneita.
- Betoniholvin ja ulkoseinien pinnalla oleva pikisively oli kovettunutta ja reikiintynyttä. Rikkoutunut pikisively päästää kosteutta läpi, eikä enää toimi tarkoitettusti kosteuden eristeenä.
- Pikisivelystä otetun näytteen perusteella se sisältää runsaasti PAH-yhdisteitä, joka tulee ottaa huomioon korjaustoimenpiteissä.



Kuva 58. Yleiskuva rakenteiden avauskohdasta.



Kuva 59. Lattialaudoituksen ja seinän välistä on ilmayhteys huonetilaan.



Kuva 60. Avauskohdan pohjalle on aikaisemman korjauksen yhteydessä jäänyt runsaasti vanhaa turvetta ja rakennusjätteitä.



Kuva 61. Alapohjarakenteessa voimakas mikrobiperäinen ja kivihiilitervan hajua.

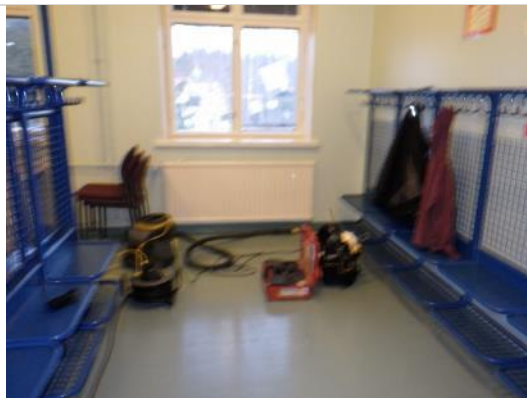


Kuva 62. Alapohjan pohjalla ja osin seinälle nostossa olevan pikisively on kovettunut ja rikkoutunut.

Rakenneavaus vertailutilasta

Havainnot

- Lattiarakenteena on puukorokelattia, joka on perustettu maanvaraisen betonilaatan päältä.
- Lattian lämmöneristekerros on huomattavasti ohuempi kuin kellarin holvin päällä.
- Lattian koolaus on kannakoitu avauskohdassa laastikasan päältä. Puun ja laastin välissä ei ollut kapillaarikatkoa.
- Avauskohdassa ei ollut havaittavissa mikrobiperäistä tai kreosootin hajua.
- Maanvastasiän laatan pinta oli puhdistettu huomattavasti paremmin lattiakorjausten yhteydessä kuin taukokuoneen avauksen kohdalla.
- Laatan pinnassa oleva pikisively oli vanhentunut ja rikkoutunutta.
- Lämmöneristeen alapinnasta otetussa materiaalmikrobinäytteessä todettiin kosteusvauriomikrobistoa ja sädesieniä, joka on huomattavasti vähäisempää kuin taukotilan kohdalla. Tuloksen perusteella on kuitenkin syytä epäillä alapohjan kosteus- ja mikrobiologista kuntoa koko museokoulun alueella.



Kuva 63. Yleiskuva rakenteiden avauskohdasta.



Kuva 64. Avauskohdan tarkempi sijainti.



Kuva 65. Lattian koolaus on tuettu laastikasan päältä.



Kuva 66. Betonilaatan alapuolella on hiekkätäyttö.



Kuva 67. Laatan pinnalla oleva pikisively on kovettunut ja rikkoutunut.

Yläpohjatila

Yläpohjatilaan tehtiin yleiskatsaus vallitsevien olosuhteiden ja mahdollisten jatkoselvitysten arvioimiseksi. Rakenteisiin ei kohdistettu tutkimustoimenpiteitä, koska selvitys oli rajattu alkuperäisen tutkimussuunnitelman ulkopuolelle.

- Yläpohjatila ei tuuleteta riittävästi räystäiden kautta, joka mahdollistaa kosteuden tiivistystä peltikatteen alapintaa ja kosteuden kondensoitumista

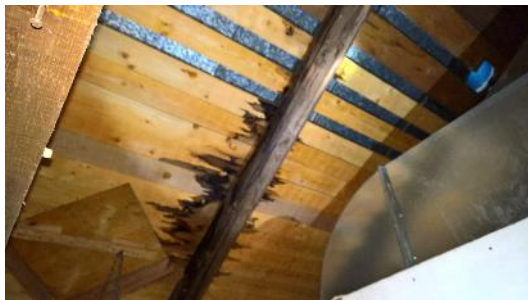
- Yläpohjan palopermannon päällä oli runsaasti näkyviä kosteusrasituksen jälkiä, joiden aiheuttajana peltikatteen kondensoituminen ja katteen vuodot



Kuva 68. Yläpohjatilan tuulettuminen puutteellista räystääiden kautta.



Kuva 69. Eristekerroksen ja palopermannon päällä levyrakenteissa kosteusjälkiä runsaasti.



Kuva 70. Kattorakenteissa kosteusjälkiä kattovuodoista.



Kuva 71. Yleiskuva yläpohjatilasta.

Yhteenveto

Tutkitun taukotilan lattiarakenne poikkeaa verrantoavauksen perusteella muista tiloista. Huoneen alapuolella oleva kellari ja sen paksumpi betoniholvi johtaa lämpöä tehokkaasti ja aiheuttaa rakenteseen kylmäsillan. Huoneen alapuolinen kellaritila pysyy talvisin viileänä, eikä riitä lämmittämään betoniholvin rakenteita riittävästi sen kuivana pitämiseksi. Huoneen lattiassa oleva paksu eristekerros heikentää lämmön siirtymistä sisätiloista alapuolisiin rakenteisiin, jolloin betoniholvin rakenteet pääsevät jäähtymään pitkälle lattian alle. Rakenteen jäähtyttyä riittävästi, se alkaa keräämään kondenssia ympäröivästä ilmasta ja kastua. Mikäli rakenne jäähtyy riittävästi, sen pintaan voi alkaa kerääntymään jäätä, joka rakenteen jälleen lämmitessä sulaa ja kastelee rakennetta. Kun kastuvalle alueelle on jäänyt eloperäistä materiaalia, se toimii mikrobikasvuston alustana ja aiheuttaa tilassa todettuja hajuhaittaa ja mahdollisesti oireita tilassa oleskeleville. Pikikerroksen toistuva kastuminen puolestaan ylläpitää PAH-yhdisteiden haihtumista piestä. PAH-yhdisteet ovat karsinogeenisiä ja voivat aiheuttaa hajuhaitan lisäksi oireita tilassa oleskeleville.

Verrantokohdan perusteella muut lattiarakenteet ovat pysyneet hieman paremmassa kunnossa lattian ohuemman eristekerroksen ja alapuolisen maatyön ansiosta, mutta rakenteessa todettiin viitteitä poikkeavasta mikrobistosta.

Toimenpide-ehdotus

- Museokoulun taukotilan alapohja/välipohjarakenteessa oleva kosteus- ja mikrobivaurioitunut rakenne tulee korjata erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti poistamalla kaikki vaurioituneet rakenteet ja muuttamalla rakenneratkaisua.
- Museokoulun kohdalla suositellaan tehtäväksi kokonaisvaltainen kosteus- ja mikrobiologinen kuntotutkimus alapohjan korjaustarpeen selvittämiseksi koska selvityksessä todettiin viitteitä vaurioista joilla on vaikutusta koulun sisäilman laatuun.
- Yläpohjan toimivuuden ja lämmöneristekerrosten kosteus- ja mikrobiologisen kunnan selvittämi- setä suositellaan tehtäväksi koko rakennuksen alueella. Samalla on suositeltavaa selvittää onko yläpohjan näkyvillä kosteusjäljillä ja mahdollisilla vaurioilla vaikutusta koulutilojen sisäilman laatuun.

6 Sisäilmamittaukset

6.1 Ilmamikrobinäytteet

Ilmanäytteitä otettiin yhteensä 4 kpl. Näytteenottokohdat on esitetty liitteenä olevassa paikannuspiirroksessa. Näytteet otettiin Andersen 6-vaihekeräimellä. Näytteenotto suoritettiin STM:n Asumisterveysohjeen mukaisesti. Näytteet analysoitiin Mikrobioni Oy:n laboratoriossa Kuopiossa.

Kivirakenteisissa kouluissa sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä pienempiä kuin asuntojen sisäilman pitoisuudet ja yleensä alle 50 pmy/m³ (Meklin ym.2008). Yksittäisten, 1-2 näytteen suurempi pitoisuus voi viitata kyseisessä tilassa olevaan poikkeukselliseen mikrobilähteeseen ja vaurioon tai muuhun ns. normaalilähteeseen. Vauriotiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50-500 pmy/m³. Kun rakennuksessa otetaan useita näytteitä, vauriottomien rakennusten näytteiden sienien (homeet ja hiivat) mediaanipitoisuus on alle 12 pmy/m³ ja näytteistä saadaan useita tuloksia, joissa pitoisuudet ovat alle menetelmän määrittämissä raja-arvoissa. Vaurioituneissa koulurakennuksissa sienien mediaanipitoisuus on yleensä yli 20 cfu/m³ (Meklin ym.2008). Bakteeripitoisuus yli 4500 pmy/m³ viittaa tilan käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon (Asumisterveysopas, 2009). Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuustasojen ohella kiinnitetään huomiota myös lajistoon. Ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja voi esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa. Sädesienien esiintyminen yli 10 pmy/m³ pitoisuuksina koulujen sisäilmassa viittaa mikrobikasvuun rakennuksessa.

Sisäilman ilmamikrobinäytteiden perusteella koulun laajennusosan luokkien 105, 106 sisäilman mikrobipitoisuudet olivat määrällisesti normaalilla tasolla, mutta lajistossa oli muutamia kosteusvaurioindikaattoreita ja poikkeavasti sädesienipitoisuudet olivat koholla. Tilan 101 osalla homeiden ja bakteerien pitoisuudet ja lajisto todettiin tavanomaiseksi. Luokkien 105 ja 106 mikrobipitoisuudet johtuvat todennäköisimmin yläpohjan kosteusvaurioista ja osin ryömintätilasta kulkeutuvista epäpuhtauksista.

Museokoulun puolella taukotilan 106 sisäilman mikrobipitoisuudet olivat poikkeavan korkeita ja lajistoltaan näytteessä todettiin kosteusvaurioon indikoivia mikrobisukuja, joita todettiin myös huonetilan alapohjarakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioituneissa rakenteissa.

6.2 Teolliset mineraalikuidut

Teollisten mineraalikuitujen pitoisuutta sisäilmassa tutkittiin laskeumapölynäytteiden avulla. Geelitteippinäytteet otettiin tasopinnoille 14 vrk aikana laskeutuneesta pölystä ja tulokset analysoitiin Asynea Oy:n laboratoriossa.

Ohjearvo teollisten mineraalikuitujen pitoisuudelle kahden viikon kertymässä on alle 0,2 kuituja / cm². Mikäli ohjearvo ylittyy, on syytä selvittää mahdollisuudet kuitupitoisuuden pienentämiseen.

Näytetulosten perusteella sisäilman kuitupitoisuudet ovat tavanomaisella tasolla kaikissa tiloissa ol-
len alle 0,1 kuitua/ cm².

6.3 Pölynkoostumus

Huonepölyn koostumusta selvitettiin analysoimalla tasopinnoille laskeutunutta pölyä. Pölyä kerättiin minigrip-salpapussiin ja analysoitiin Asynean laboratoriossa Helsingissä.

Luokan 101 pölynäyte sisälsi hieman homeitöitä. Muuten näytteet sisälsivät tavanomaista huonepö-
lyä ja karkeaa ulkoilmapölyä. Suuret karkean ulkoilmapölyn pitoisuudet voivat johtua tilojen käytön
luonteesta, jossa käyttäjät käyvät usein ulkona ja tuovat ulkovaatteitaan sisätiloihin. Toisaalta pitoi-
suudet voivat johtua myös rakennuksessa olevista vuotoilmareiteistä.

6.4 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuutta sisäilmassa selvitettiin VOC -näytteenoton avulla.
Ilma-VOC -näytteitä otettiin yhteensä kolmesta tilasta. Ilmanäytteiden lisäksi luokkatilojen linoleumi-
pinnoitteen emissioita selvitettiin suoraan pinnoitteen päältä otettavalta FLEC -näytteellä. FLEC -näyt-
teitä otettiin yhteensä 1 kpl luokasta 104. Otetut näytteet kerättiin Tenax-adsorptioputkeen ja analy-
soitiin kaasukromatografisesti. Näytteet analysoitiin Mikrobioni Oy:n laboratoriossa Kuopiossa. Otet-
tujen näytteiden analyysivastaukset on esitetty kokonaisuudessaan lausunnon liitteenä.

Otettujen VOC-näytteiden perusteella sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet ovat
alhaiset ja tulokset eivät viittaa sisäilman epätavanomaisiin kemiallisiin lähteisiin. Lattiapinnoitteiden
päältä otettujen FLEC-näytteiden TVOC-pitoisuudet ovat vastaavasti alhaiset ja lattiapinnoitteista ei
vapaudu merkittäviä kemiallisia emissioita.

6.5 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)

Materiaalinäytteiden (2 kpl) PAH-analyysi on suoritettu GC-MSD-menetelmällä ja siinä on sovellettu
ISO 18287 menetelmää. Menetelmän määrittäjäraja 2,0 mg/kg. Näytteen perusteella tutkittu pikieriste
sisältää runsaasti PAH yhdisteitä ko. materiaali tulee korjausten yhteydessä RATU-kortissa 82-0381 ku-
vattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisena jätteenä.

Sisäilmatalo Kärki Oy

Joensuussa 30.3.2016

Jukka-Pekka Kärki
rakennusterveysasiantuntija
VTT-C-1449-26-07
a-vaativuusluokan kosteustekninen
kuntotutkija (FISE)

Jussi Mertanen
tutkimusinsinööri, RI
rakenteiden kosteuden mittaaja
VTT-C-10519-24-13

- Viitteet
1. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Finlex 2015.
 2. Asumisterveysohje. 2003. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita. Sosiaali- ja terveysministeriö.
 3. Terveydensuojelulaki 19.8.1994/763. Finlex.
 4. Työturvallisuuskeskus TTK.19.4.2013. http://www.tyoturva.fi/tyosuojelu/lampoolot_ja_sisailma
- Liitteet
- Paikannuspiirrokset
 - Kuvaajat olosuhde- ja paine-eromittauksista
 - Analysivastaukset

Jukka-Pekka Kärki
 Sisäilmatalo Kärki Oy
 Rekkatie 3
 80100 Joensuu



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

NV#12013, Rekola

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Jukka-Pekka Kärki, Sisäilmatalo Kärki Oy, 1.2.2016. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 3.2.2016 ja viljelty 3.2.2016.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia ripoteltiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi. (viite: Asumisterveysopas 2009). Homeet tunnistettiin mikroskoipimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

TULOKSEN TULKINTA:

Tulokset tulkitaan käyttäen Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa sekä Työterveyslaitoksen julkaisemia tuloksia (Reiman ym. 1999).

tulosmerkintä	tulkinta	tulos elatusalustalla
<mr	ei mikrobikasvua materiaalissa	- tulos alle menetelmän määrittäysrajan
+	ei mikrobikasvua materiaalissa	- vähän mikrobeja, sienten pesäkemäärä alustalla <50 - bakteerien pesäkemäärä alustalla <75 - <10 sädesienipesäkettä - korkeintaan 1 indikaattorisieni yksittäisenä pesäkehavaintona
++	epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- vähintään 2 indikaattorisientä, tai yksi indikaattorisieni > 50 % kokonaispesäkemäärästä - sädesienipesäkemäärä 10-20
+++	selvä mikrobikasvu materiaalissa	- paljon mikrobeja, sienten pesäkemäärä alustalla >50 - bakteerien pesäkemäärä >75 - sädesienipesäkemäärä >20

Suoraviljelymenetelmän tulos vastaa Asumisterveysoppaan (2009) laimennossarjanäytteiden tulostulkinnan ohjearvoja siten, että suoraviljelytuloksissa +++ merkintä vastaa homeiden ja hiivojen kokonaispitoisuuden osalta

pitoisuutta yli 10 000 pmy/g, bakteerien kokonaispitoisuuden osalta pitoisuutta yli 100 000 pmy/g ja sädesienien osalta pitoisuutta yli 500 pmy/g. Merkinnät ++ tai + vastaavat pitoisuuksia alle edellä mainittujen laimennossarjamenetelmän ohjearvojen, jolloin tarkastelussa on huomioitu erityisesti myös mikrobilajisto.

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määrittäysraja on 1 pmy/0,5 ml.

YHTEENVETO TULOKSISTA:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	M1, Mineraalivilla, Luokka 104. ulkoseinän ja ikkunan liitos/rivevilla	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	M2, mineraalivilla, Vanha koulu. tila 106. välipohjan lämmöneriste alapinta	paljon homeita, myös indikaattorimikrobeita. Bakteereissa paljon sädesieniä	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M3, puu, Vanha koulu. tila 106. välipohjan puurakenne vasten betonia	paljon homeita ja bakteereita, myös indikaattorimikrobeita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	M4, mineraalivilla, Vanha koulu. tila 103. välipohjan lämmöneriste alapinta. Vertailu	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa

Kuopiossa, 16.2.2016

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

< mr = alle määrittäysrajan

T = maljat täynnä pesäkkeitä, tarkkaa pesäkemäärää ei voitu laskea.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna ja kosteusvaurioindikaattorit tähdellä. Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on lisäksi ilmoitettu havaittu pesäkemäärä.

Näyte: M1, Mineraalivilla, Luokka 104. ulkoseinän ja ikkunan liitos/rivevilla (tutkimustunnus: RM160237)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonaismäärä	++	++	Kokonaismäärä	+
Penicillium sp.	+	+	muut bakteerit	+(YK)
tunnistamaton	+		*sädesienet	<mr
Cladosporium sp.	+	+		
Aspergillus ryhmä Nigri		+		
*Aspergillus versicolor		+(1)		
Aspergillus sp.		+		
steriilit		+		
Geotrichum sp.	+			
*Paecilomyces sp.	+(1)			
*Geomyces sp.	+(1)			

M2-alustalla kaikkia pesäkkeitä ei voitu tunnistaa niiden kasvaessa toisten pesäkkeiden alla.

Näyte: M2, mineraalivilla, Vanha koulu. tila 106. välipohjan lämmöneriste alapinta (tutkimustunnus: RM160238)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+++	+++	muut bakteerit	+(YK)
*Aspergillus versicolor	+(12)	+(8)	*sädesienet	+++ (T)
steriilit	+			
*Aspergillus-ryhmä Restricti		+++ (T)		

Näyte: M3, puu, Vanha koulu. tila 106. välipohjan puurakenne vasten betonia (tutkimustunnus: RM160239)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
Penicillium sp.	+++	+++	muut bakteerit	+++
* Acremonium sp.		+++ (T)	* sädesienet	+++ (T)
Staphylotrichum sp.	+++			
* Ulocladium sp.	+++ (T)			

Näyte: M4, mineraalivilla, Vanha koulu. tila 103. välipohjan lämmöneriste alapinta. Vertailu (tutkimustunnus: RM160240)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	++	++	Kokonaismäärä	+
* Aspergillus-ryhmä Restricti		+(31)	muut bakteerit	+(YK)
Penicillium sp.	+	+	* sädesienet	+(3)
* Chaetomium sp.	+(2)			
steriilit	+			

VIITTEET:

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysopas. Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö ja Terveys-lehti 2009.

Reiman M, Haatainen S, Kallunki H, Kujanpää L, Laitinen S, Rautiala S. Laimennossarja ja suoraviljelymenetelmien käyttö rakennusmateriaalinäytteiden mikrobipitoisuuksien ja mikrobiston määrittämisessä. Sisäilmastoseminaari, Sisäilmayhdistyksen raportti 13, s. 337-342.

Jukka-Pekka Kärki
Sisäilmatalo Kärki Oy
Rekkatie 3
80100 Joensuu



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

NV#12013, Rekolan koulu

NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Raisa Merikoski ja Siim Heinaste, Asynea Oy, 5.1.2016. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 7.1.2016.

ANALYYSIT:

Näytteet otettiin Andersen 6-vaihekeräimellä käyttäen mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustoja homeille ja tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustaa (THG) bakteereille. Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiillisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi (viite: Asumisterveysopas 2009). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle.

TULOKSEN TULKINTA:

Koulurakennuksista otettujen ilmanäytteiden tulkintaohjeet koskevat vain kivirakenteisia kouluja. Ilmanäytteitä ei suositella käytettäväksi puurakenteisen koulun mikrobivaurion toteamiseen (Meklin ym. 2008).

Kivirakenteisissa kouluissa sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä pienempiä kuin asuntojen sisäilman pitoisuudet ja yleensä alle 50 pmy/m³ (Meklin ym. 2008). Yksittäisten, 1-2 näytteen suurempi pitoisuus voi viitata kyseisessä tilassa olevaan poikkeukselliseen mikrobilähteeseen ja vaurioon tai muuhun ns. normaalilähteeseen. Vauriotoiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50-500 pmy/m³. Kun rakennuksessa otetaan useita näytteitä, vauriottomien rakennusten näytteiden sienien (homeet ja hiivat) mediaanipitoisuus on alle 12 pmy/m³ ja näytteistä saadaan useita tuloksia, joissa pitoisuudet ovat alle menetelmän määräysrajan. Vaurioituneissa koulurakennuksissa sienien mediaanipitoisuus on yleensä yli 20 cfu/m³ (Meklin ym. 2008). Bakteeripitoisuus yli 4 500 pmy/m³ viittaa tilan käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon (Asumisterveysopas, 2009). Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuustasojen ohella kiinnitetään huomiota myös lajistoon. Ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja voi esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa. Sädesienien esiintyminen yli 10 pmy/m³ pitoisuuksina koulujen sisäilmassa viittaa mikrobikasvuun rakennuksessa.

MÄÄRITYSRAJA:

Näytteenottoaika vaikuttaa määritysrajaan. Esimerkiksi 10 minuutin näytteenottoajalla määritysraja on 4 pmy/m³ ja 15 minuutin näytteenottoajalla määritysraja on 2 pmy/m³.

YHTEENVETO TULOKSISTA:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä. Tarkemmat analyysitulokset on esitetty raportin lopussa.

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
epäily mikrobilähteestä rakennuksessa
vahva viite mikrobilähteestä rakennuksessa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	1, Mervin luokka 101. pulpetin päältä keskeltä luokkaa	pienet home- ja bakteeripitoisuudet, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobilähteestä rakennuksessa
	2, 105. pulpetin päältä keskeltä luokkaa	pieni homepitoisuus, mutta indikaattorimikrobeita. Bakteereissa suuri sädesienipitoisuus	vahva viite mikrobilähteestä rakennuksessa
	3, 106. pulpetin päältä keskeltä luokkaa	pieni homepitoisuus, mutta indikaattorimikrobia. Bakteereissa suuri sädesienipitoisuus	vahva viite mikrobilähteestä rakennuksessa
	4, Vanha koulu. taukotila. tsto-pöydän päältä	suuri homepitoisuus, myös indikaattorimikrobia. Bakteereissa suuri sädesienipitoisuus	vahva viite mikrobilähteestä rakennuksessa

Lisätietoja:

Yksittäisen näytteen yksittäiset indikaattorimikrobihavainnot voivat olla tavanomaisia ilman, että rakennuksessa on syytä epäillä mikrobivauriota. Kuitenkin, jos saman kohteen eri näytteissä todetaan useita indikaattoreita ja/tai toistuvasti samaa indikaattorimikrobia (tässä Oidiodendron ja sädesienet kaikissa näytteissä), vahvistaa se epäilyä mahdollisesta lähteestä rakennuksessa. Vauriojohtopäätösten tekemiseen tarvitaan aina tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 19.1.2016

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Yksittäisten mikrobisukujen ja/tai lajien osuudet lasketaan osuuksina kokonaispitoisuudesta, joten alla olevassa taulukossa esitetty todellinen kokonaispitoisuus voi laskennallisista syistä poiketa hieman yksittäisten sukujen summasta. Tulokset ilmoitetaan kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Mikrobilähteeseen viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna ja kosteusvaurioindikaattorimikrobit tähdellä.

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

< mr = alle määrittämysrajan

Näyte: 1, Mervin luokka 101. pulpetin päältä keskeltä luokkaa (tutkimustunnus: IA160001)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/m³)	(pmy/m³)		(pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	28	7	Kokonaispitoisuus	39
Penicillium sp.	18		muut bakteerit	32
* Aspergillus versicolor	4		* sädesienet	7
* Oidiodendron sp.	4			
Chrysosporium sp.	4			
Cladosporium sp.		4		
steriilit		4		

Näyte: 2, 105. pulpetin päältä keskeltä luokkaa (tutkimustunnus: IA160002)

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
	(pmy/m³)	(pmy/m³)		(pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	21	14	Kokonaispitoisuus	39
Penicillium sp.	11	11	muut bakteerit	21
hiivat	4		* sädesienet	18
* Aspergillus fumigatus	4			
steriilit	4			
* Oidiodendron sp.		4		

Näyte: 3, 106. pulpetin päältä keskeltä luokkaa (tutkimustunnus: IA160003)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/m³)	DG18 Pitoisuus (pmy/m³)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	25	11	Kokonaispitoisuus	35
Penicillium sp.	11	11	muut bakteerit	18
*Oidiodendron sp.	7		*sädesienet	18
Cladosporium sp.	4			
hiivat	4			

Näyte: 4, Vanha koulu. taukotila. tsto-pöydän päältä (tutkimustunnus: IA160004)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/m³)	DG18 Pitoisuus (pmy/m³)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/m³)
Kokonaispitoisuus	89	82	Kokonaispitoisuus	110
Penicillium sp.	54	29	muut bakteerit	100(YK)
Cladosporium sp.	11	43	*sädesienet	11
*Oidiodendron sp.	21			
steriilit	4	11		

VIITTEET:

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysopas. Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö ja Terveys-lehti 2009.

Meklin, Putus, Hyvärinen, Haverinen-Shaughnessy, Lignell, Nevalainen. Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja 2/2008.

21.1.2016

Sisäilmatalo Kärki Oy
Jukka-Pekka Kärki
Rekkatie 3
80100 JOENSUU

TEOLLISTEN MINERAALIKUITUJEN PITOISUUDEN MÄÄRITYS PINNOILTA

Näytteenottokohde Rekolan koulu
Näytteenottopäivämäärä 21.1.2016
Laskeuma-aika 16 vrk (5.1.2016 – 21.1.2016)

Käsittelijä Siim Heinaste
Vastaanottopäivämäärä 21.1.2016
Analysointipäivämäärä 21.1.2016

Menetelmän kuvaus **Valomikroskopointi (VM)**
Pinnoilta kerättiin mineraalikuitunäyte BM Dustlifter-geeliteipillä. Teollisten mineraalikuitujen pitoisuus näytteessä laskettiin valomikroskoopilla.

Ohjearvot¹ Teolliset mineraalikuidut, kahden viikon kertymä: 0,2 kuitua/cm²

Tulokset

Näyte	Näytteen kuvaus	Tulos > 20 µm kuitua/cm ²	Menetelmä
1	Luokka 101, kaapin päältä	< 0,1	VM
2	Luokka 105, kaapin päältä	< 0,1	VM
3	Luokka 106, kaapin päältä	< 0,1	VM
4	Opettajien huone, kaapin päältä	< 0,1	VM
5	Vanha koulu, toimisto/taukotila, kaapin päältä	< 0,1	VM

¹ Salonen, H., Lappalainen, S., Lahtinen, M. et al. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos, Helsinki. 93-95 (2011).

Tutkimustulokset koskevat ainoastaan tutkittua näytettä. Analyysivastauksen osittainen kopiointi ja julkaisu on sallittu ainoastaan Asynea Oy:n kirjallisella luvalla.

21.1.2016

Allekirjoitus

Asynea Oy
Sisäilmalaboratorio

Siim Heinaste
asiantuntija

¹ Salonen, H., Lappalainen, S., Lahtinen, M. et al. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos, Helsinki. 93-95 (2011).

Tutkimustulokset koskevat ainoastaan tutkittua näytettä. Analyysivastauksen osittainen kopiointi ja julkaisu on sallittu ainoastaan Asynea Oy:n kirjallisella luvalla.

5.2.2016

Sisäilmatalo Kärki Oy
Jukka-Pekka Kärki
Rekkatie 3
80100 JOENSUU

PÖLYNKOOSTUMUSANALYYSI

Näytteenottokohde NV#12013 Rekola
Näytteenottopäivämäärä 29.1.2016

Käsittelijä Siim Heinaste
Vastaanottopäivämäärä 5.2.2016
Analysointipäivämäärä 5.2.2016

Menetelmän kuvaus **Elektronimikroskopiointi (EM)**

Näytteestä valmistettu preparaatti tutkittiin pyyhkäiselektronimikroskoopilla. Näytteessä esiintyneet pölyhiukkaset tunnistettiin ulkomuodon ja/tai alkuainekoostumuksen (SEM/EDS) perusteella.

Näytteessä havaittujen pölyhiukkasten pitoisuudet ilmoitettiin kolmiasteisella asteikolla perustuen silmämääräiseen arvioon: sisältää vähäisiä määriä (+), sisältää kohtalaisesti (++), sisältää runsaasti (+++). Teollisten mineraalikuitujen pitoisuudet ilmoitettiin painoprosentteina.

Tulokset

1. Luokka 101, kattolamppujen päältä vanha pöly		
Pölyhiukkasten laatu	Pitoisuus	Kommentit
Karkea ulkoilmapöly	+++	kiviaines-, siite- ja hiekkapöly
Tavanomainen huonepöly	+++	pääasiassa tekstiili-, paperikuitu- ja hilsepöly
Homeitiöt	+	

2. Luokka 106, kattolamppujen päältä vanha pöly		
Pölyhiukkasten laatu	Pitoisuus	Kommentit
Karkea ulkoilmapöly	+++	kiviaines-, siite- ja hiekkapöly
Tavanomainen huonepöly	+++	pääasiassa tekstiili-, paperikuitu- ja hilsepöly

Tutkimustulokset koskevat ainoastaan tutkittua näytettä. Analyysivastauksen osittainen kopiointi ja julkaisu on sallittu ainoastaan Asynea Oy:n kirjallisella luvalla.

5.2.2016

Allekirjoitus

Asynea Oy
Sisäilmalaboratorio

Siim Heinaste
asiantuntija

Tutkimustulokset koskevat ainoastaan tutkittua näytettä. Analyysivastauksen osittainen kopiointi ja julkaisu on sallittu ainoastaan Asynea Oy:n kirjallisella luvalla.

Jukka-Pekka Kärki
Sisäilmatalo Kärki Oy
Rekkatie 3
80100 Joensuu

TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Rekolan koulu

NÄYTTEET:

Emissionäytteet on ottanut 3.2.2016 Raisa Merikoski, Asynea Oy ja ne on vastaanotettu laboratorioon 5.2.2016. Näytteet on analysoitu 8.2.2016.

ANALYYSIT:

Emissionäytteet kerättiin Tenax TA adsorbenttiin FLEC-laitteistolla NT BUILD 484 (Nordtest method) menetelmän mukaisesti. Analyysit tehtiin kaasukromatografialaitteistolla, johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori (TD-GC-MS). Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto nist02.L). Tolueenin, styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyyraatin (TXIB) pitoisuus laskettiin oman vertailuaineen avulla. Muiden heksaanin ja heksadekaanin väliseltä kiehumispistealueelta löytyneiden yhdisteiden pitoisuudet laskettiin ns. tolueeniekvivalenttina. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (ns. TVOC) saatiin laskemalla kaikkien heksaanin ja heksadekaanin väliltä löytyneiden yhdisteiden tolueeniekvivalenttina määritetyt pitoisuudet yhteen. Näytteiden pitoisuuksista vähennettiin näytteenotto paikalta myös kerätyn nollanäytteen pitoisuudet. Lasketut tulokset muunnettiin lopuksi emissionopeuksiksi [$\mu\text{g}/(\text{m}^2 \times \text{h})$].

TULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

Luokka 104 (tutkimustunnus FL160003)

YHDISTEET	pitoisuus ug/(m²*h)
n-butyyl-etyyli ketoni	1,4
1-Hexanol, 2-ethyl-	5,8 (*7,8)
2-fenoksi etanoli	0,4
tributyylifosfaatti	0,2

YHTEENSÄ **7,8 (*9,8)**

** laskettu omalla vasteella*

TAUSTAA:

VOC tulee englanninkielisestä sanasta Volatile Organic Compound joka tarkoittaa haihtuvaa orgaanista yhdistettä. VOC yhdisteet ovat huoneenlämmössä useimmiten nesteitä, mutta nämä nesteet haihtuvat höyrynpaineidensa mukaisesti ilmaan höyryiksi. VOC-yhdisteiden kiehumispisteet vaihtelevat 50-250°C asteen välissä.

VOC-yhdisteillä on lukuisia lähteitä. Niiden lähteitä ovat sisäilmassa mm. rakennus- ja sisustusmateriaalit, pesu- ja puhdistuskemikaalit, kosmeettiset tuotteet, ruuanlaitto, tupakointi jne. Esimerkkinä mainiten poikkeuksetta kaikki orgaaniset liuottimet (esim. asetoni, alkoholit, alifaattiset ja aromaattiset hiilivedyt) ovat VOC-yhdisteitä.

Normaalissa sisäilmassa voi esiintyä useita satoja VOC-yhdisteitä, joiden yhteispitoisuus (TVOC, total volatile organic compounds) on yleensä verrattain pieni, tavallisesti 10-600 µg/m³. Yksittäisen yhdisteen pitoisuus on tavallisesti alle 15 µg/m³. Työpaikkailmassa, jossa käytetään liuottimia, VOC-pitoisuustasot ovat useita kertaluokkia suurempia.

VOC-päästöihin ja pitoisuuksiin ilmassa vaikuttavat mm. käytetyn liuottimen määrä (pitoisuus), sen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet (yhdisteen höyrynpaine (haihtuvuus), poolisuus) sekä olosuhteet (lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus). VOC-yhdisteen haihtuminen ilmaan lisääntyy lämpötilan kasvaessa.

VOC-yhdisteiden laajasta kirjosta johtuen niistä löytyy hyvin haitallisia yhdisteitä, joilla voi olla merkittäviä terveys ja ympäristövaikutuksia. Ihmisten altistuminen VOC-yhdisteille tapahtuu pääsääntöisesti hengityksen kautta, mutta myös ihoaltistus voi olla hyvin merkittävä altistumisreitti, varsinkin käsiteltäessä liuottimia ilman asianmukaista suojarustusta.

Kuopiossa, 12.2.2016

Jani Mäkelä
Kemisti
Mikrobioni Oy

VIITTEET:

ISO 16000-10, 2006, Indoor air - Part 10: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test cell method, 1-17.

NT BUILD 484, 1998, BUILDING MATERIALS: EMISSION OF VOLATILE COMPOUNDS – On-site measurements with Field and Laboratory Emission Cell (FLEC)

ISO 16000-6, 2004, Indoor air - Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, 1-25.

Järnström H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in Residential buildings, 2007, VTT publications 672.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Sosiaali- ja terveysministeriö. Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fyysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. (2003)

Villberg, K., ym., Sisäilman laadun hallinta, VTT publications 540, Espoo 2004.

Jukka-Pekka Kärki
Sisäilmatalo Kärki Oy
Rekkatie 3
80100 Joensuu



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Rekolan koulu

NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Raisa Merikoski, Asynea Oy, 3.2.2016. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 11.2.2016 ja VOC-analyysit on tehty 11.2.2016.

ANALYYSIT:

Ilmanäytteet kerättiin Tenax TA adsorbenttiin ja analyysit tehtiin standardin ISO 16000-6 mukaisesti kaasukromatografi-massaspektrometrilaitteistolla. Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto NIST11) ja niiden pitoisuudet laskettiin tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). TVOC-pitoisuus määritettiin laskemalla yhteen kaikkien yhdisteiden tolueeniekvivalentteina määritetyt pitoisuudet n-heksaanin ja heksadekaanin väliltä.

Styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatin (TXIB) pitoisuus on laskettu puhtaan vertailuaineen avulla. Yhdisteen omalla vasteella lasketut tulokset on merkitty tulostaulukkoon tähdellä (*).

Tulosraportissa ilmoitetut tulokset perustuvat laboratorioille ilmoitettuun näytteen keräysaikaan.

TVOC-tuloksen mittausepävarmuus ilman näytteenottoa on 30 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat välillä 14 – 30 % riippuen yhdisteestä. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat suurempia ja niiden pitoisuuden määrittäminen on semikvantitatiivinen.

Puhtaiden, vertailuaineen avulla laskettujen yhdisteiden määrittämissrajat on keskimäärin 4 ng/näyte, jolloin se on 10 litran näytteelle 0,4 µg/m³. TVOC-pitoisuudelle määrittämissraja on 10 µg/m³.

TULOKSEN TULKINTA:

Jos haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) toimistossa ylittää 250 µg/m³, viittaa se sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin, joiden selvittäminen on tarpeellista (Työterveyslaitos, 2011).

Asunnoissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja on 400 µg/m³ ja yksittäisen yhdisteen 50 µg/m³ tolueenivasteella laskettuna (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 2015). Asunnoissa yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet ovat tyypillisesti välillä 5-20 µg/m³ ja kokonaispitoisuudet (TVOC) 120-350 µg/m³ (Järnström, 2007).

Tulokset edustavat mittausajankohdan tilannetta.

ANALYYSITULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

* laskettu yhdisteen omalla vasteella.

** akkreditoitu menetelmä.

Näyte: 1, luokka 106. keskellä (tutkimustunnus: VC160021)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³)
TVOC **	34
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
metyylisyklopentaani	4.9
heksadekaani	0.5
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
bentseeni	2.5
tolueeni * **	1.5
ksyleenit (m/p)	1.1
ALDEHYDIT / KETONIT	
nonanaali	6.8
bentsaldehydi	3.2
dekanaali	2.9
heksanaali	1.2
asetofenoni	0.9
heptanaali	0.7
5-asetyyliindaani	0.6
dodekanaali	0.5
ALKOHOLIT / GLYKOLIT / GLYKOLIEETTERIT / ESTERIT	
2-etyyli-1-heksanoli * **	2.2
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyyraatti * **	0.6
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	1.3
dodekametyylisykloheksasiloksaani	0.6
TERPEENIT	
alfa-pineeni	1.2

Tolueeniekvivalenttina: tolueeni 1,8 ug/m³, 2-etyyli-1-heksanoli 2,0 ug/m³, ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyyraatti (TXIB) 1,7 ug/m³.

Näyte: 2, luokka 104. takaosa (tutkimustunnus: VC160022)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³)
TVOC **	45
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
heksadekaani	0.9
tridekaani	0.4
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
bentseeni	2.4
ksyleenit (m/p)	1.4
tolueeni * **	1.4
etylibentseeni	0.7
ALDEHYDIT / KETONIT	
nonanaali	7.0
dekanaali	5.4
bentsaldehydi	3.3
heksanaali	1.6
5-asetyyliindaani	1.0
heptanaali	0.9
dodekanaali	0.9
asetofenoni	0.9
undekanaali	0.7
ALKOHOLIT / GLYKOLIT / GLYKOLIEETTERIT / ESTERIT	
2-etyyli-1-heksanoli * **	3.0
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti * **	1.8
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	8.3
dodekametyylisykloheksasiloksaani	0.9
TERPEENIT	
alfa-pineeni	1.3

Tolueeniekvivalenttina: tolueeni 1,7 ug/m³, 2-etyyli-1-heksanoli 2,5 ug/m³ ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti (TXIB) 3,2 ug/m³.

Näyte: 3, luokka 101. keskeltä (tutkimustunnus: VC160023)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³)
TVOC **	43
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
heptadekaani	0.9
heksadekaani	0.6
nonaani	0.4
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
bentseeni	5.7
tolueeni * **	2.9
ksyleenit (m/p)	1.8
naftaleeni * **	1.2
etyylibentseeni	0.9
styreeni * **	0.7
ALDEHYDIT / KETONIT	
nonanaali	6.5
dekanaali	3.9
bentsaldehydi	3.5
oktanaali	1.7
heksanaali	1.2
5-asetyyliindaani	0.8
heptanaali	0.6
dodekanaali	0.6
undekanaali	0.5
ALKOHOLIT / GLYKOLIT / GLYKOLIEETTERIT / ESTERIT	
2-etyyli-1-heksanoli * **	3.2
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti * **	1.4
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	1.7
TERPEENIT	
alfa-pineeni	0.8

Tolueeniekvivalenttina: tolueeni 3,3 ug/m³, styreeni 0,84 ug/m³, 2-etyyli-1-heksanoli 2,4 ug/m³, naftaleeni 1,4 ug/m³ ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti (TXIB) 2,7 ug/m³.

Kuopiossa, 11.2.2016

Jani Mäkelä

Mikrobioni Oy

TAUSTAA:

VOC tulee englanninkielisestä sanasta Volatile Organic Compound joka tarkoittaa haihtuvaa orgaanista yhdistettä. VOC yhdisteet ovat huoneenlämmössä useimmiten nesteitä, mutta nämä nesteet haihtuvat höyrynpaineidensa mukaisesti ilmaan höyryiksi. VOC-yhdisteiden kiehumispisteet vaihtelevat 50-250°C asteen välissä.

VOC-yhdisteillä on lukuisia lähteitä. Niiden lähteitä ovat sisäilmassa mm. rakennus- ja sisustusmateriaalit, pesu- ja puhdistuskemikaalit, kosmeettiset tuotteet, ruuanlaitto, tupakointi jne. Esimerkkinä mainiten poikkeuksetta kaikki orgaaniset liuottimet (esim. asetoni, alkoholit, alifaattiset ja aromaattiset hiilivedyt) ovat VOC-yhdisteitä.

Normaalissa sisäilmassa voi esiintyä useita satoja VOC-yhdisteitä, joiden yhteispitoisuus (TVOC, total volatile organic compounds) on yleensä verrattain pieni, asunnoissa tavallisesti alle 600 µg/m³ ja toimistoissa alle 250 µg/m³. Asunnoissa yksittäisen yhdisteen pitoisuus on tavallisesti alle 15 µg/m³. Työpaikkailmassa, jossa käytetään liuottimia, VOC-pitoisuustasot ovat useita kertaluokkia suurempia. Toimistotyypisissä tiloissa yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat yleensä alle 5 µg/m³.

VOC-päästöihin ja pitoisuuksiin ilmassa vaikuttavat mm. käytetyn liuottimen määrä (pitoisuus), sen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet (yhdisteen höyrynpaine (haihtuvuus), poolisuus) sekä olosuhteet (lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus). VOC-yhdisteen haihtuminen ilmaan lisääntyy lämpötilan kasvaessa.

VOC-yhdisteiden laajasta kirjosta johtuen niistä löytyy hyvin haitallisia yhdisteitä, joilla voi olla merkittäviä terveys ja ympäristövaikutuksia. Ihmisten altistuminen VOC-yhdisteille tapahtuu pääsääntöisesti hengityksen kautta, mutta myös ihoaltistus voi olla hyvin merkittävä altistumisreitti, varsinkin käsiteltäessä liuottimia ilman asianmukaista suojarustusta.

VIITTEET:

ISO 16000-6, 2004, Indoor air - Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, 1-25.

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Järnström H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in Residential buildings, 2007, VTT publications 672.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Työterveyslaitos. Toimistojen sisäilman tutkiminen. 2011.

Villberg, K., ym., Sisäilman laadun hallinta, VTT publications 540, Espoo 2004.

PAH-ANALYYSI		
Tilaja: Sisäilmatalo Kärki Oy/ Jukka-Pekka Kärki	Tilaus-/ toimituspäivä: 1.2.2016	Kohde/ projektinnumero: NV#12013, Rekola
Menetelmät: Analyysi suoritettiin tilaajan toimittamasta näytteestä GC-MSD-menetelmällä. Analyysissä sovelletaan menetelmää ISO 18287. Menetelmän mittaepävarmuus on 24 % ja määrittämissä on 2,0 mg/kg. Tulokset koskevat vain tutkittua näytettä. Labroc Oy vastaa toimeksiannoista KSE 2013 mukaisesti.		

TULOKSET:

	PAH1 Vanha koulu, luokka 106. Välipohjan ja ulkoseinän liittymän pikieriste
Yhdiste:	[mg/kg]
Naftaleeni	1251
Asenaftaleeni	235
Asenaftyleeni	961
Fluoreeni	1809
Fenantreeni	6938
Antraseeni	3128
Fluoranteeni	6121
Pyreeni	4056
Bentso(a)antraseeni	2804
Kryseeni	3087
Bentso(b)fluoranteeni	2387
Bentso(k)fluoranteeni	1964
Bentso(a)pyreeni	2040
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	1156
Dibentso(a,h)antraseeni	114
Bentso(ghi)peryleeni	946
PAH-yht.*	38997

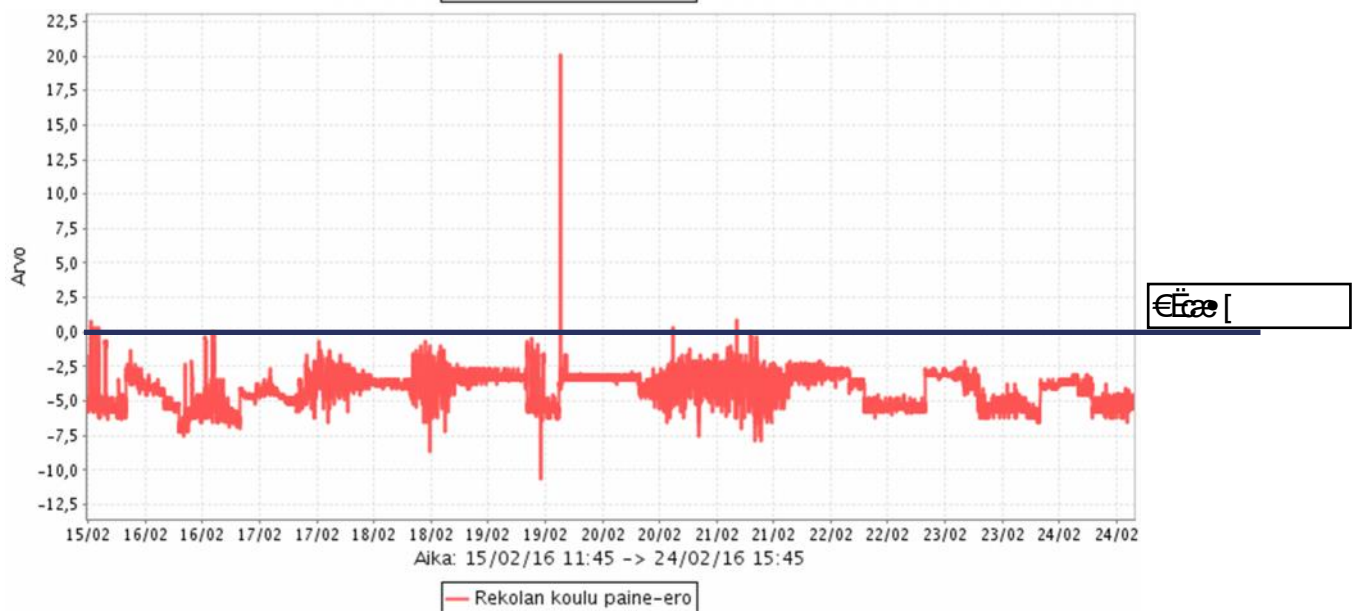
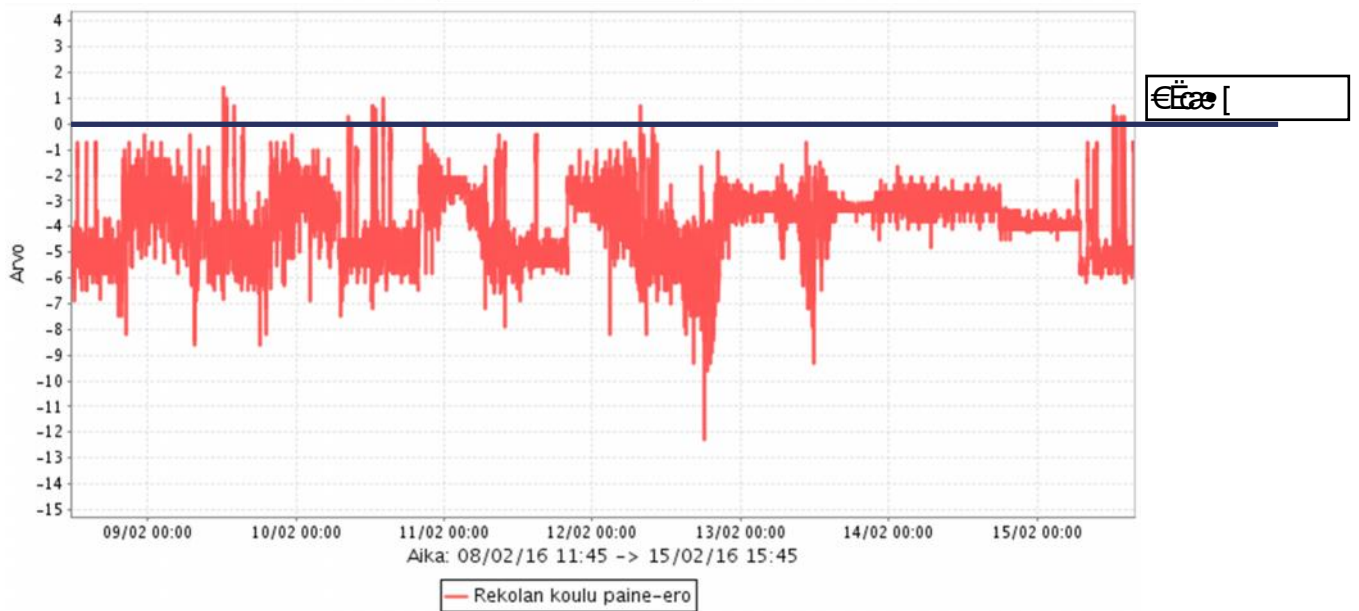
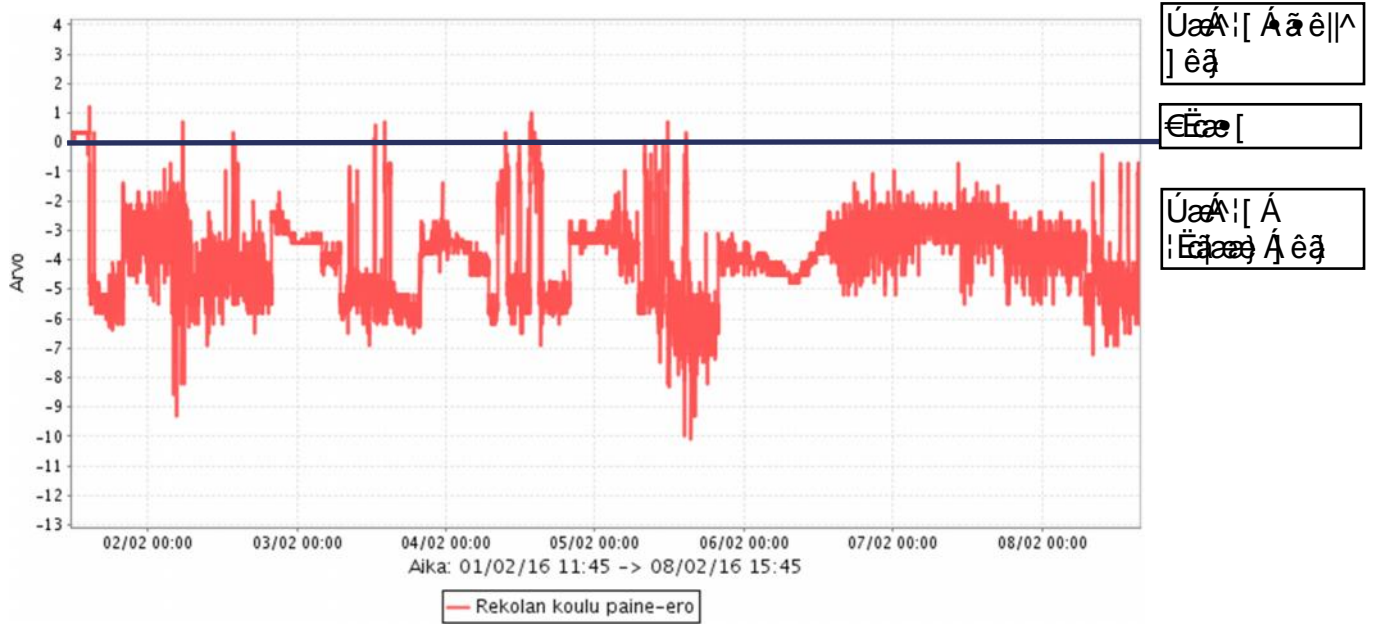
* Vaarallisen jätteen raja-arvon 200 mg/kg (kokonaispitoisuus, 16-yhdistettä) ylittävät tulokset on lihavoitu.

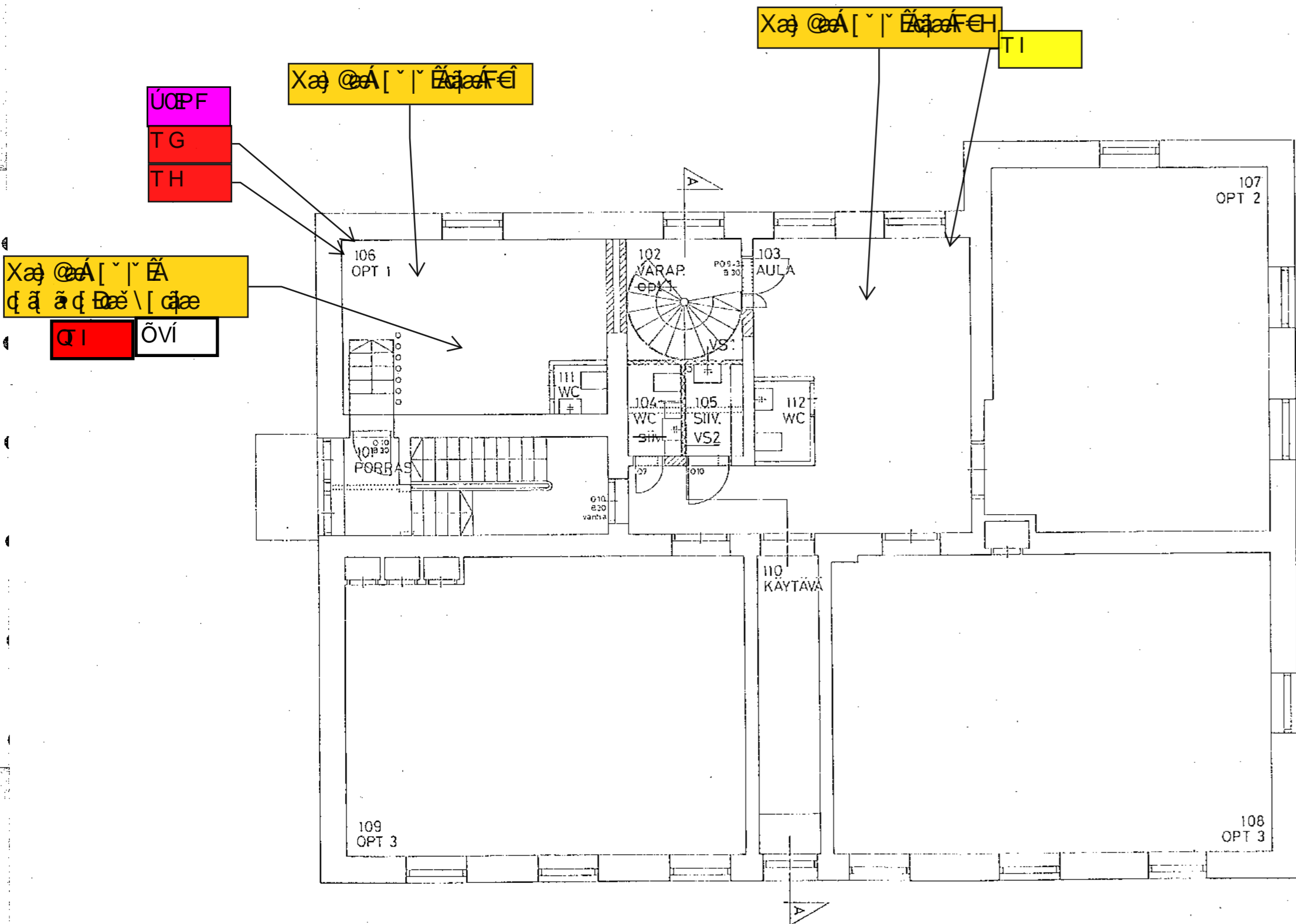
Näytettä PAH1 vastaavat materiaalit tulee käsitellä RATU-kortissa 82-0381 kuvattujen ohjeiden mukaan. Purkujäte on käsiteltävä ja hävitettävä vaarallisena jätteenä.



Petri Perätalo
 tutkija, laboratorioanalyttikko
 puh. 050-340 7810

Úæä ^ È! [{ äæ • Á ÈÄÄG ÈÈÈÈFÎ





Rakennelikkaukset

Väliseinä VS 1 osastoiva B60
 Sasmox-puukipsilevy 12+12 mm
 teräsranka+mineraalivilla 70 mm
 Sasmox-puukipsilevy 12+12 mm

Väliseinä VS 2
 Sasmox-puukipsilevy 12 mm
 teräsranka+mineraalivilla 70 mm
 Sasmox-puukipsilevy 12 mm

Väliseinä VS 3 ja IV-konehuone YP 3
 Sasmox-puukipsilevy 12 mm
 puuranka+mineraalivilla 125 mm
 höyrynsulkumuovi sisäpinnassa
 Sasmox-puukipsilevy 12 mm

Lattia VP 1 yleensä
 pintaverhoitus huoneselosteen mukaan
 Sasmox-puukipsilevy pontattu 19 mm
 tukkoalaus k/k 400 mm+mineraalivilla
 rakennesuunnitelmien mukaan

Alakatto AK 1
 teräsranka
 Sasmox-puukipsilevy 10 mm

Alakatto AK 2
 puuranka+mineraalivilla 30 mm
 Sasmox-puukipsilevy 10 mm

Koko rakennus varustetaan määräysten mukaisella ilmanvaihtolaitoksella

UOPF
 TG
 TH

Xä @Ä | ~ | Ää F E I

TI

ÖVI

QI

Täällä on...

...


...

KOHDE ÜÖSUŠÖPŠUŠVŠVŠÖPÖŠUŠVŠVŠÖŠÜÜ ÜÖSUŠÖPŠVÖÄI €FI €€ÄKÖPŠVÖÖE	TEKIJA T.SI	PÄIVÄYS FI €€€€FI
 SISÄILMATALO KÄRKI OY REKKATIE 3 80100 JOENSUU www.sisailmatalo.fi p. 010 235 2630		PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ ÜÖŠÖPŠVÖÜÖÜÜÜ
ÖÖÄ QVÖŠÖÖÖÖÖÜÖÖ		

Tämä piirustus liittyy Vantaan rakennusvalvonta luposaston päätökseen § 405, 96

Pöytäkirjanpitäjä

Pöytäkirjanpitäjä

K.osa/Kyla REKOLA	Kortteli/Tila 73265	Tontti/Rnoo 4:156	Viranomaisen arkistomerkitintä varten
Rakennusohjelmanpide MUUTOS	Piirustuslaji PÄÄPIIRUSTUS	Juoks. n:o 002	
Rakennuskohteen nimi ja osoite REKOLAN VANHA KOULU	Piirustuksen sisältö POHJA 1. KERROS	Mittakaava 1:100	
REKOLANTIE 67 01400 VANTAA		Työn/piirustuksen numero	
 STUDIO ARKKI Pekanraitti 24.F 00700 HELSINKI Puh. 90-3511812 Telefax 90-3511813		ARK	
Päiväys 22.5.1996			