



Palvelutalo, Toivakka

Sisäilma ja kosteusvauriotutkimus

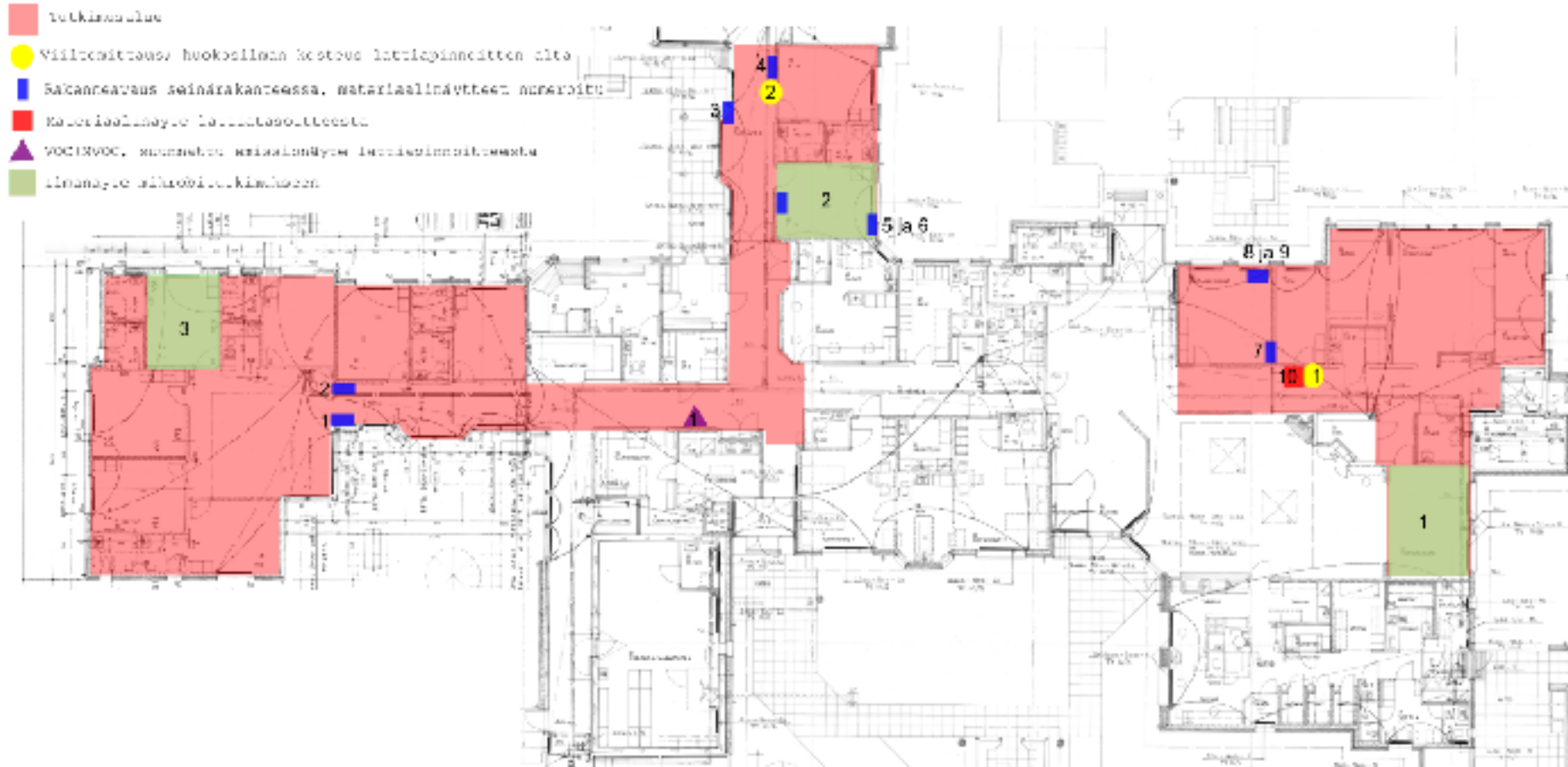


Kosteusvaurio- ja sisäilmatutkimus

- Sisäilmatutkimusten tavoitteena oli selvittää rakennuksessa havaitun oireilun syyt ja tarjota sopivat korjausvaihtoehdot, mikäli syyt johtuvat rakenteellisista vaurioista tai rakenteen huonosta rakennusfysikaalisesta toiminnasta.
- Tutkimuksen tekijät
Vahanen Jyväskylä Oy
Ylistönmäentie 24
40500 Jyväskylä
Kuntotutkijat Tuomo Jarva ja Lassi Uljas
Projektinohjaus Projektipäällikkö Tuomo Kollanen
- Tutkimukset tehtiin helmi-maaliskuussa 2015

- Rakennuksessa tehtiin koko tutkimusalueen kattava aistinvarainen tutkimus, jonka tueksi tehtiin koko alueen kattava pintakosteuskartoitus TS300-mittapää ja Trotec T2000S-lukulaiteyhdistelmää apuna käyttäen. Pintakosteuskartoituksella etsittiin alapohjarakenteesta ja seinien alaosista kosteuspoikkeamia ja saatiin suuntaa-antavaa tietoa rakennekosteuden vaihtelusta. Pintakosteusmittausten tuloksista tehty värillinen pohjakuva on liitteenä 5.
- Pintakosteuskartoituksen perusteella valituissa kohdissa tehtiin kaksi kappaletta kosteusmittauksia lattian päällystemateriaalin ja sen alustan välistä Vaisala HMP 42 mittapäällä ja Vaisala lukulaitteella.
- Rakenneavauksien kautta tutkittiin ulko- ja väliseinärakenteiden kuntoa, mm. puunkosteutta sekä seinä- ja alapohjarakenteen liittymäkohtia ja niiden tiiveyttä mm. merkkisavulla. Rakenneavauksia tehtiin ulkoseiniin 4 kappaletta ja väliseiniin 4 kappaletta.
- Rakenneavauksista otettiin materiaalinäytteitä mikrobitutkimuksia varten yhteensä 10 kappaletta. Myös alapohja päällysrakennetta avattiin yhdestä kohdasta ja siitä otettiin yksi materiaalinäyte mikrobitutkimuksiin. Materiaalinäytteet lähetettiin analysoitavaksi PK Group Ab:n laboratorioon.
- Sisäilmasta kerättiin näytteitä mikrobitutkimuksiin. Sisäilmanäytteet kerättiin 6-vaiheimpaktorilla (Andersen-keräin), Näytteet tutki ISS Proko Oy, Jyväskylä. Näytteenottohuoneet valittiin henkilökunnan haastattelujen perusteella

KARTOITETTU ALUE JA MERKKIEN SELITYKSET



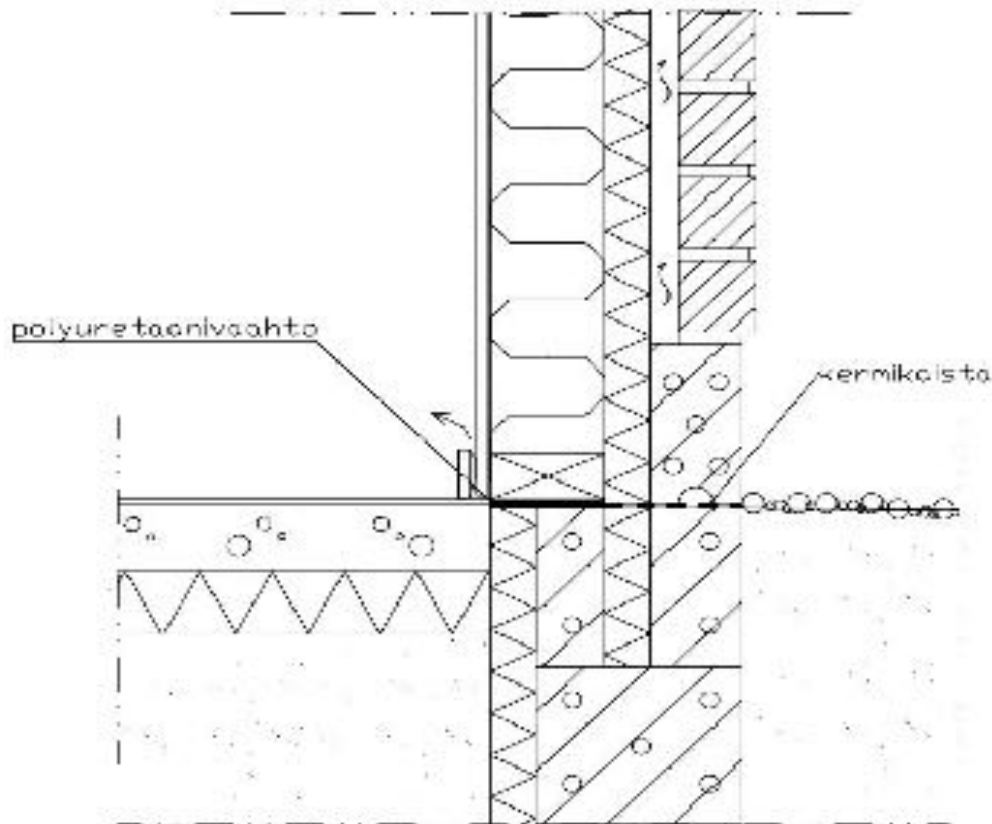
- Kohteessa otetut materiaalinäytteet (kts. taulukko)

näytetyyppi	näyte nro	Materiaali:
MF	1	Alaohjauspuun alapintaa, Ulkoseinä, käytävä
MF	2	Alaohjauspuun alapintaa, väliseinä, käytävä
MF	3	Alaohjauspuun alapintaa, Ulkoseinä, käytävä
MF	4	Alaohjauspuun alapintaa, Väliseinä, käytävä
MF	5	Alaohjauspuun alapintaa, Ulkoseinä, hoituhuone
MF	6	Lasivillaeriste, Ulkoseinä, hoituhuone
MF	7	Alaohjauspuun yläpintaa, Väliseinä Tsto. kotihoitajat
MF	8	Alaohjauspuun alapintaa, Ulkoseinä Toimisto, kotihoitajat.
MF	9	Lasivillaeriste, Ulkoseinä Toimisto, kotihoitajat
MF	10	Tasoite, käytävän lattia

Valokuvia seinärakenteiden avauksista

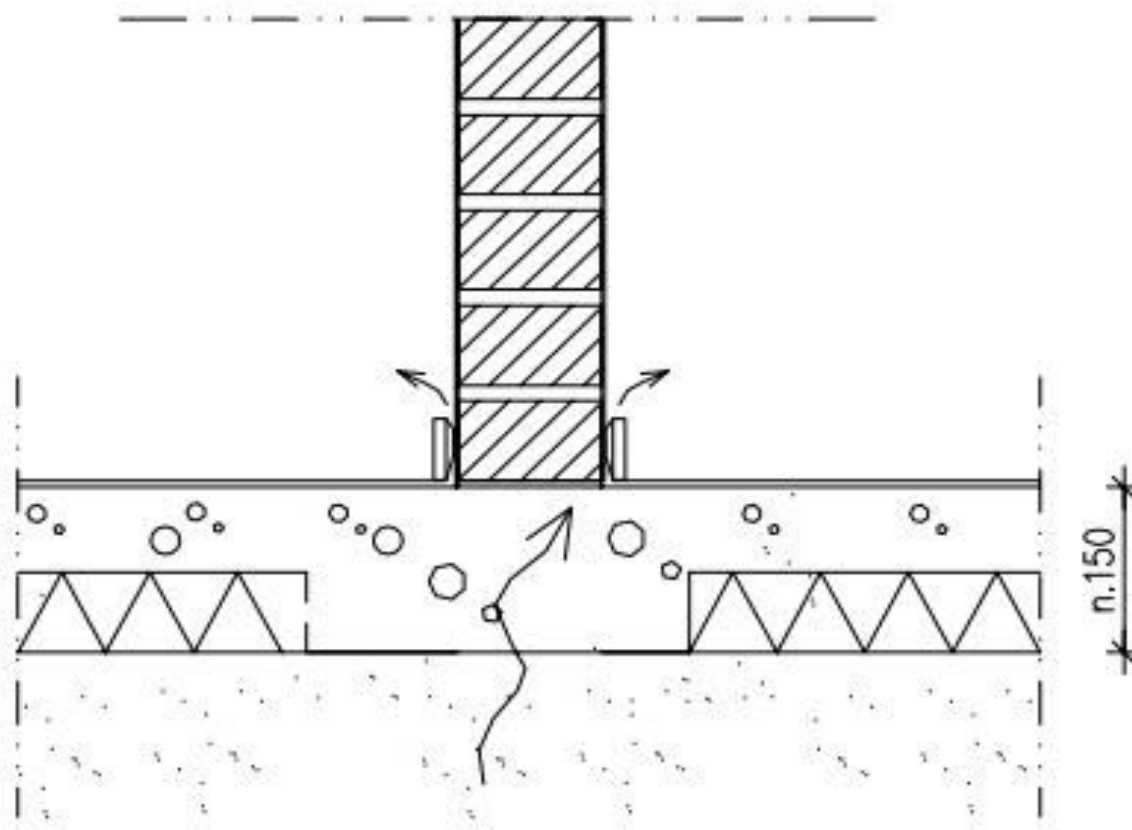
VAHANEN





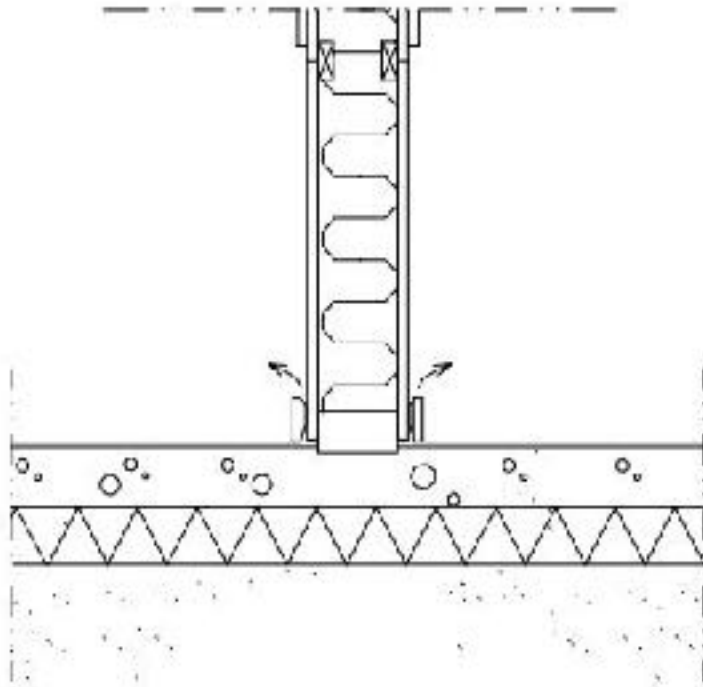
- Lasivillaeristeestä näytteet 6 ja 9
- Alaohjauspuusta näytteet 1,3,5 ja 8

Alapohja / väliseinäleikkaus, Kiviaineiset seinät



Kiviaineisten seinien alaosissa ei esiinny ongelmia, jalkalistat ovat tuulettuvat ja kosteus haihtuu laatoituksen kautta, jolla on korjattu aikaisempi tasoite ja maali

Lattia / väliseinäleikkaus, Puuaineiset



Alaohjauspuu osin kosketuksessa lattiabetoniin
Alaohjauspuusta näytteet 2,4 ja 7

Taulukko 3, Materiaalinäytteiden mikrobi tutkimustulokset:

Näyte nro	Kosteusvaurioita indikoivat mikrobit	Homeiden ja bakteerien kokonaispitoisuus / alustasarja / CFU / g			Elävä määrä/ Mikroskooppilla havaittava esiintymistiheys
		PC Bakt/ Slides	DG18 Home/ Hiiva	MEA Home/ Hiiva	
1	<i>Aspergillus versicolor*</i> <i>Streptomyces spp</i>	1,6x10 ³ 4,4x10 ²	5,3x10 ³ -	3,6x10 ³ -	Kohtalainen kasvu/ Vähäinen esiintymistiheys
2		17 -	5,1x10 ² -	1,7x10 ² -	Vähäinen kasvu / Runsas esiintymistiheys
3		3,8x10 ² -	5,8x10 ² -	- -	Vähäinen kasvu / Runsas esiintymistiheys
4		35 -	- -	- -	Vähäinen kasvu / Runsas esiintymistiheys
5	<i>Streptomyces spp</i>	35 18	- -	- -	Vähäinen kasvu / Runsas esiintymistiheys
6		- -	- -	- -	Ei kasvua/ Vähäinen esiintymistiheys
7		- -	- -	- -	Ei kasvua / Runsas esiintymistiheys
8		- -	1,8x10 ² / -	- -	Vähäinen kasvu / Runsas esiintymistiheys
9		- -	- -	- -	Ei kasvua/ Vähäinen esiintymistiheys
10		- -	- -	- -	Ei kasvua / Runsas esiintymistiheys

* = mahdollisesti toksineja tuottavia mikrobeja

Ilmanäytteiden mikrobitukimustulokset

Taulukko 4, Ilmanäytteiden mikrobitutkimustulokset:

Näyte nro	Tila	Kosteusvaurioita indikoivat mikrobit	Homeiden ja bakteereiden kokonaispitoisuus / alustasarja / pmy / m ³			Tulkinta
			MEA	DG18	THG	
1	Johtajan huone	<i>Botrytis</i> [°]	4	<2	68	Ei poikkeavaa
2	Huone 3	<i>Aspergillus versicolor aktinobakteeri</i>	4	9	313	Ei poikkeavaa
3	Huone 13	<i>Aspergillus restricti Aktinobakteeri</i>	9	4	306	Ei poikkeavaa

[°]= kosteusvaurioindikaattorimerkitys vielä avoin

Aistinvaraisen tutkimuksen perusteella havaittiin vaurioita alapohjarakenteessa. Lattiapinnoite oli paikoitellen irronnut alustasta ja muovimattopinnoitteen saumoissa oli havaittavissa laajentuneita rakoja.

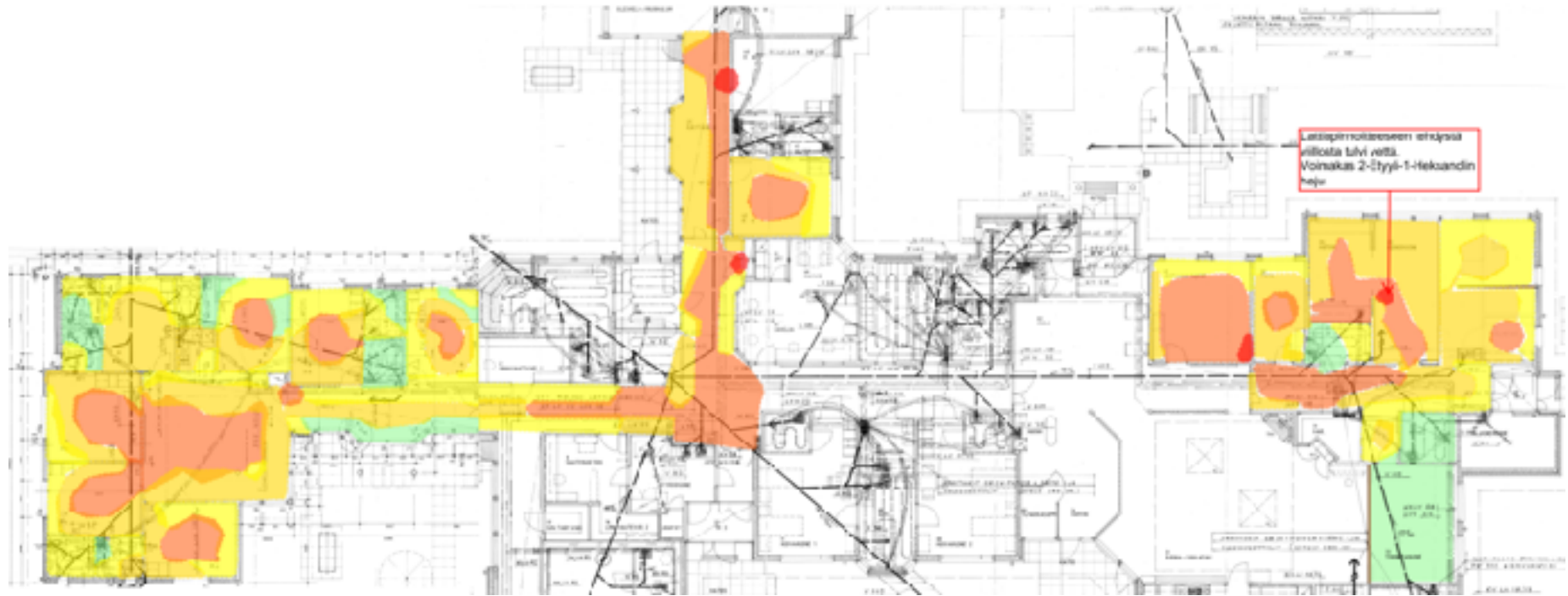


Kuvat 2a ja 2b, päiväkeskuksen kerhohuoneen lattiamaton alle kertynyttä vettä. Värimuutoksia lattiapäällysteessä ja lattiatasoitteessa päiväkeskuksen käytävällä. Käytävän avauksesta otettiin materiaalinäyte lattiatasoitteesta (näyte 10) mikrobi-tutkimuksiin.



***Kuva 2.** Mattoliiman havaittava värinmuutos, voimakan 2-etyyli-1-heksanolin haju sekä vettä mattopinnoitteen alla päiväkeskuksen kerhotilassa.*

Johtajan huoneessa koettuun oireiluun ei löytynyt selitystä sisäilman mikrobinäytteestä (näyte 1). Painesuhteita ja ilmavirtauksia tutkittaessa havaittiin että huoneen oven alitse käy ilmavirta käytävästä huoneeseen päin. Huoneen puolella ilmavirta nousee ylös ja oven alitse lattianrajasta tullut, ilma sekoittuu huoneilmaan. Käytävän lattiassa havaitut vauriot ovat siten myös todennäköinen syy johtajan huoneessa koetulle haitalle.



Vahanan Jyväskylä Oy

Toivakan vanhainkoti ja palvelutalo
Sisäilma- ja kosteusvauriotutkimus
28.02.2015

Liite 4.

Pintakosteudet+viemärit ja
käyttövesi+ lattialämmitys



Vahanan Jyväskylä Oy
 Toivakan vanhainkoti ja palvelutalo
 Sisäilma- ja kosteusvauriotutkimus
 28.02.2015
 Liite 4.
 Pintakosteudet+lämpöputket

Lattioiden tutkimustuloksia VOC ja viiltomittaus

Taulukko 1, Kohdistetun VOC -näytteen tulokset.

VOC-YHDISTEET	Pitoisuus µg/m ³
Aldehydit	
Bentsaldehydi	71,48
Oktanaali	8,18
Nonanaali	28,14
Dekanaali	14,43
Alifattiset ja alisykliset	
1,3 -heksadieni-5-yini	14,17
Aromaattiset	
Bentseeni	7,56
Alkoholit ja fenoleetterit	
2-metyyli-1-propanoli	10,66
2-etyyli-1-heksanoli	17,84
Hapot	
Eikkahappo	48,44
Ketonit	
3-heptanoni	16,81
MVOC-YHDISTEET	
2-heksanoni	275,6
6-metyyli-5-hepten-2-oni	7,9
Summa TVOC	601,4
Summa MVOC	283,5

VOC -näytteiden tarkat analyysitulokset ovat liitteenä 2.

Taulukko 2, viiltomittauksen tulokset

Mittauspiste	Mittapöytä	RH [%]	T [°C]	abs [g/m ³]
1	Vaisala HMP42	97,1	22,6	19,7
2	Vaisala HMP42	94,9	22,6	19,0

Korkea kosteus päällysteen alla mahdollistaa mattoliiman kemiallisen hajoamisen. Liimat olivatkin reagoineet kosteuteen voimakkaasti, mikä ilmeni rakennetta avattaessa havaittavana voimakkaana pistävänä hajuna sekä 2-etyyli-1-heksanolin suureen määrään suunnatussa VOC -näytteessä 1. Myös mikrobikasvuston esiintyminen on mahdollista tietyissä kosteusoloissa. Mikrobiperäisten haihtuvien yhdisteiden määrä VOC -näytteessä olikin suuri 283,5 µg/m³. Alapohjan kosteusjakaumaa kuvaava värillinen pohjakuva on liitteenä 4.

Tulosten tarkastelua

Mikrobinäytteet ilmasta

- Ilmanäytteissä ei yksittäisinä lajikkeina tarkastellen ollut poikkeavaa määrää mikrobeja. Asumisterveysohjeen mukaan on kyseessä poikkeava mikrobilähde, mikäli samaa kosteusindikaattorimikrobia esiintyy useammassa samasta rakennuksesta otetussa näytteessä
- yhdessä näytteessä esiintyvien kosteusindikaattorimikrobien yhteismäärä eri kasvualustoilla ylittää 10 pmy/m³ tai yhdessä näytteessä esiintyy vähintään kolme eri kosteusindikaattorimikrobia.
- Kahdessa eri näytteessä havaittiin pieni määrä aktinobakteeria. Myös huoneesta 3 otetussa materiaalinäytteessä havaittiin pieni (18 CFU/g) määrä aktinobakteeria.
- Kosteusvaurioindikaattori-mikrobien määrä alitti asumisterveysohjeen raja-arvot kaikissa näytteissä.
- Näytteen 2 eri kasvualustoilla kasvaneen *Aspergillus versicolorin* ja aktinobakteereiden yhteismäärä ylittää 10 pmy/m³ arvon.

Tulosten tarkastelua

Materiaalinäytteet

Rakennuksen ulko- ja väliseinistä sekä lattiatasoitteesta otetuissa materiaalinäytteissä ainoastaan näytteessä 1, havaittiin viljelyssä kohtalainen kasvu *Aspergillus versicolor* ja *Aspergillus spp* homeita sekä *Streptomyces* aktinobakteeria. Sekä *Streptomyces* että *Aspergillus versicolor* tuottavat maakellarin hajua muistuttavan VOCin Geosmiinin. Tulokset viittaavat kosteusvaurioon. Muissa näytteissä ei havaittu poikkeavaa määrää elävää mikrobikasvua.

Seitsemässä näytteessä kymmenestä havaittiin kuitenkin mikroskooppitarkastelussa runsas esiintymistiheys kuollutta mikrobikasvustoa ja kolmessa näytteessä vähäinen esiintymistiheys. Kuolleen kasvuston esiintymistiheys määritetään siten, että tutkittavaa näytettä tarkastellaan 500 kertaa suurentavalla mikroskoopilla. Runsas esiintymistiheys tarkoittaa, että rihmoja tai itiöitä on yli 20% näytteen pinta-alasta. Ilmeisesti seinärakenteet ovat joskus kastuneet, mutta kuivuneet myöhemmin, jolloin mikrobikasvu on lakannut tai ainakin vähentynyt.

Lattiatasoitteessa havaittiin vain kuollutta mikrobikasvua, vaikka rakenne oli märkä näytteenottokohdalla näytteenottohetkellä. Selityksenä on todennäköisesti mattoliimojen hajoamisesta syntyvät alkoholiyhdisteet, jotka estävät mikrobikasvun

Liimojen ja muovilaattojen muovin pehmittimien kemiallinen hajoaminen vaatii korkeamman kosteuspitoisuuden, kuin mikrobikasvu, jolloin alhaisemmassa kosteudessa hyvin kehittynyt mikrobikasvu on lakannut kosteuden noustessa niin korkeaksi, että liimojen kemiallinen hajoaminen on alkanut.

Tulosten tarkastelua, kohdistettu VOC ja lattiapäällysteet

- VOC-näytteille ei ole esitetty terveysterveusteisia raja-arvoja. Näytteen tarkoitus oli täydentää aistinvaraisia havaintoja
- Mikrobiperäisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (MVOC=283,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) arvo on poikkeava. Näytteessä olevat 2-heksanoni viittaa mikrobi- ja kosteusvaurioon. Myös muovimattolattioiden kosteusvaurioindikaattorina pidettävän 2-etyyli-1-heksanolin arvo on näytteessä koholla. Havaittu 2-etyyli-1-heksanolin määrä kertoo tässä tapauksessa akryylidispersioliiman hajoamisesta korkean kosteuden seurauksena. Liiman hajoaminen voitiin todeta myös aistinvaraisesti.
- Syitä kosteusvaurioon voivat olla pohjalaatan ja epoksipohjustimen halkeilu, epoksin puutteellinen kerrosvahvuus tai pintalaattoja asennettaessa liian märäksi jäänyt tasoitekerros.

- Tutkimustulosten perusteella voidaan todeta, että muovimatolla päällystetyt lattiarakenteet ovat suurelta osin kosteusvaurioituneet tutkitulla alueella. Kosteusvaurio aiheuttaa mattoliimojen ja maton muovien pehmittimien kemiallista hajoamista, mikä tuottaa kohonneita määriä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä sisäilmaan. Lattiarakennetta lämmittävien käyttövesi- ja lämpöjohtojen aiheuttama diffuusioilmiö nostaa perusmaan kosteutta lattian pintarakenteisiin ja aiemmin kapselointiin käytetty epoksointi ei ole ilmeisesti kaikilta osiltaan kestänyt siitä aiheutunutta höyrynpainetta, vaan kosteutta on päässyt kertymään kerrosten väliin. Tarkempi syy ko. ilmiölle on selvitettävä ennen lopullisia korjaussuunnitelmia.
- Materiaalinäytteissä ei ollut tavanomaisesta poikkeavaa mikrobikasvua lukuun ottamatta näytettä 1. Kuolleen kasvuston (esiintymistiheys) määrä useassa näytteessä viittaa rakenteen ajoittaiseen kastumiseen esim. rakennusvaiheessa. Vaikka elävää mikrobikasvustoa ei ollut monessa näytteessä, voi kuollutkin kasvusto aiheuttaa haittaa Tällainen kuolleen mikrobikasvuston aiheuttama haitta ei näy sisäilman mikrobinäytteessä. Viitteitä siitä voidaan havaita sisäilman VOC -näytteen kohonneissa MVOC -pitoisuuksissa
- Painesuhteet ulkoilmaan nähden olivat koko rakennuksessa normaalit. Rakennus on ulkoilmaan nähden lievästi alipaineinen. Painesuhteet huoneiden ja käytävän välillä vaihtelivat. Osassa tiloista huoneet olivat alipaineisia suhteessa käytävään osassa päinvastoin. Esimerkiksi edellä mainitussa johtajan huoneessa, jossa itsessään ei havaittu syytä oireille, virtasi ilmaa tilan alipaineisuudesta johtuen huoneeseen käytävästä oven alitse. Lattianrajassa liikkuva ilma voi sisältää runsaasti lattiasta havaittuja haihtuvia yhdisteitä. Ilmavirta kääntyi heti oven jälkeen ylöspäin, jolloin oven alitse käytävän lattiapinnasta tullut ilma sekoittuu huoneilmaan.

Tutkimuksissa tehtyjen havaintojen ja mittaustulosten perusteella suositellaan rakennuksessa tehtäväksi ainakin seuraavat toimenpiteet:

Lattiat

- vanhojen muovimattopinnoitteiden poisto
- vanhojen tasoitteiden poisto jyrsimällä
- vanhan epoksikapseloinnin poisto jyrsimällä
- kuivatus ja kosteuden, sekä emissioiden mittausta betonilaatasta (varmistetaan, ettei haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ole imeytynyt betonilaattaan)
- pintarakenteiden uusiminen paremmin kosteutta kestäväillä ja vesihöyryä läpäisevillä materiaaleilla

Samassa yhteydessä olisi suositeltavaa korjata seinien alaosat,

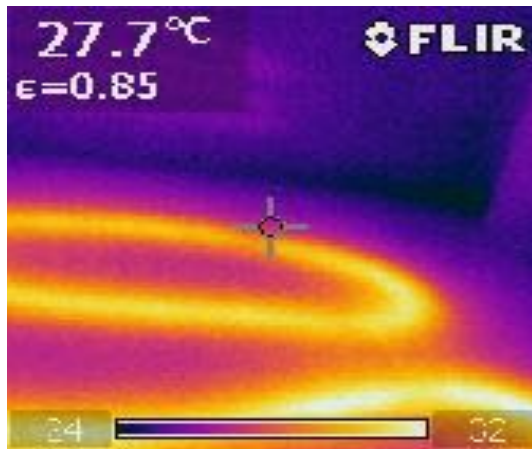
Ulkoseinät ja puurakenteiset väliseinät

- seinien eristeiden ja puurakenteiden uusiminen ikkunoiden alareunan tasosta alaspäin
- kosteuden siirtymisen katkaisevan tiivisteen asentaminen alasidepuun alle
- ulkoseinärakenteen tuulettumisen parantaminen avaamalla ulkoverhouksen tuuletusraot ja poistamalla mahdolliset laastipurseet saumoista.
- Höyryn-/ilmansulkurakenteen kunnostaminen ulkoseinien alareunoissa
- seinä- ja lattiarakenteiden liittymien tiivistys

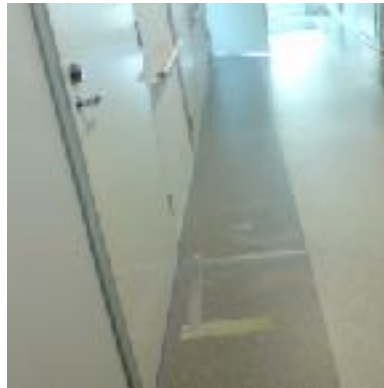
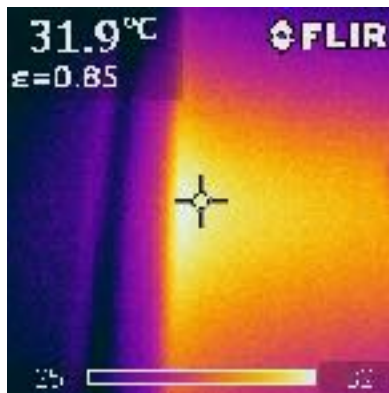
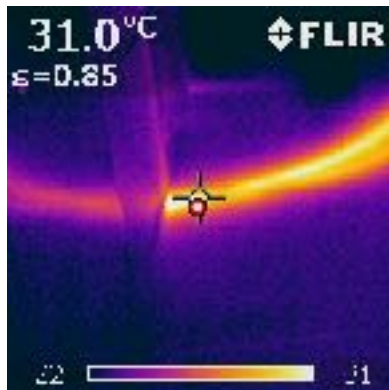
Lisäksi ilmanvaihdon säätöjen takistus

- Jatkotutkimuksia tehtiin rakennukseen toimistopäädyssä
- Tutkimusalueita valittiin aikaisemman tutkimuksen pintakosteuskartoituksen ja havaittujen vaurioiden perusteella.
- Otettujen betoni lieriönäytteiden tarkoituksena oli selvittää aikaisemmista näytteistä havaittujen kemiallisten yhdisteiden eli VOC- yhdisteiden imeytymistä lattiapäällysteiden alla olevaan betonialustaan.
- Lattiarakenteen avauksien ja kosteus-/lämpötilamittausten tarkoituksena oli saada lisävalaistusta vaurioiden syistä
- Myös seinärakenteiden tarkoituksena oli saada lisätietoa vaurioitumisen syyn ja sen poistamisen selvittämiseen
- Lämpöputkien sijaintia tarkasteltiin Flir b50 - lämpökameran avulla, tällä selvitettiin putkien yhteyttä havaittuihin vaurioihin

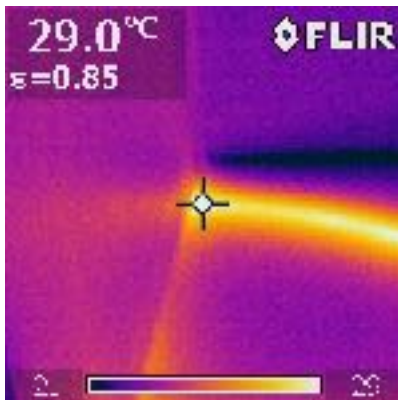
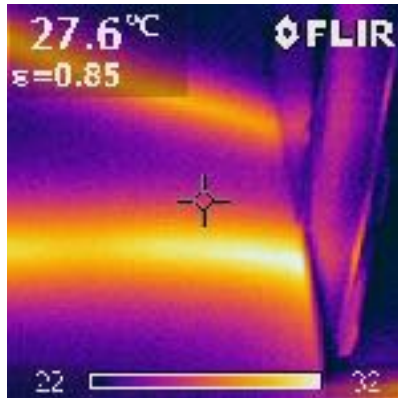
- Lämpökamerakuvauksessa havaittiin käyttövesiputkien nostattama lämpötila huomattavan korkeaksi verrattuna muihin alueisiin.



- *Kuvat 1ja 2. Lattialämmityspotket suihkuhuoneen lattiassa, lattialämmitys on kytketty käyttövesijärjestelmään.*



Kuvat 3-6. Lämpöputket em. suihkuhuoneen edustalla käytävän 1 lattiassa. Putken kohdan ja muun ympäröivän lattia-alan lämpötilaero on huomattavan korkea. Edellisen viereisessä vauriokohdassa (kuva 6, avattu alue) lämpötila on normaali n.22°C.



Kuvat 7-10. Lämpöputket johtajan huoneen oven edustalla, lämpötila on myös korkea putken kohdalla verrattuna ympäröiviin alueisiin (KÄYTÄVÄ 2).

Lämpökamerakuvauksen tarkastelua

- Lämpökamerakuvista havaittiin, että käyttövesiputket lämmittävät läheisen lattian pintalämpötilan hyvin korkeaksi verrattuna sen viereiseen alueeseen. Kuumen käyttöveden lämpötila on yleensä n. 55 °C astetta ja siten huomattavasti korkeampi verrattuna normaaliin lattialämmitykseen n. 22-24 °C astetta. Kuitenkaan johtajan huoneen edustalla olevassa käytävässä lattian päällyste ei ollut irronnut samoin kuin ko. pesutilan viereisen käytävän lattiapäällyste vaikka lämpötilat niissä olivat likimain samat. Yleensäkin lattiapäällysteet kestävät lattiarakenteessa eristeen päällä olevien putkien lämpötilan vaikutuksen.

- Lattiapäällysteen poikkeavan ja keskenään erilaisen käyttäytymisen syyn selvittämiseksi eri käytävässä avattiin kummankin pesuhuoneen vierustalla seinän alaosaa lämpökameralla paikannetun putkilinjan kohdalta (kuvat 13 ja 14). Erona käytävässä 1 on, että pesuhuoneen vastainen väliseinä on rakennettu erilliselle perustukselle (kuva 13) ja käytävässä 2 väliseinä on rakennettu lattialaatan päältä (kuva 14)



- Havaintoja vertailemalla voi päätellä että käytävän lattiarakenteeseen kertynyt ja vauriot aiheutunut kosteus on tullut ensin diffuusiolla maaperästä perustusten kautta ja edelleen päällysteen alle, putkien luovuttaman lämmön vaikutuksesta sen päällä oleva suhteellinen kosteus on pysynyt alle päällysteen kestokyvyn rajalla, mutta sen lähellä viileämmässä kohdassa suhteellinen kosteus on noussut pisteeseen, jossa päällyste on vaurioitunut.
- Epoksinnoite kestää yleensä hyvin betonin kosteutta. Kosteus ei kuitenkaan saisi olla yli 97 RH% (20 °C astetta) eli kapillaarisen kosteuden alueella

Taulukko 1. Kohteessa toteutetut kosteusmittaukset

*)Kosteuslukema > 98RH% osoittaa kosteuden olevan vähintään kapillaarisella alueella ja samalla mittalaitteen lukupään mittausalueen ulkopuolella

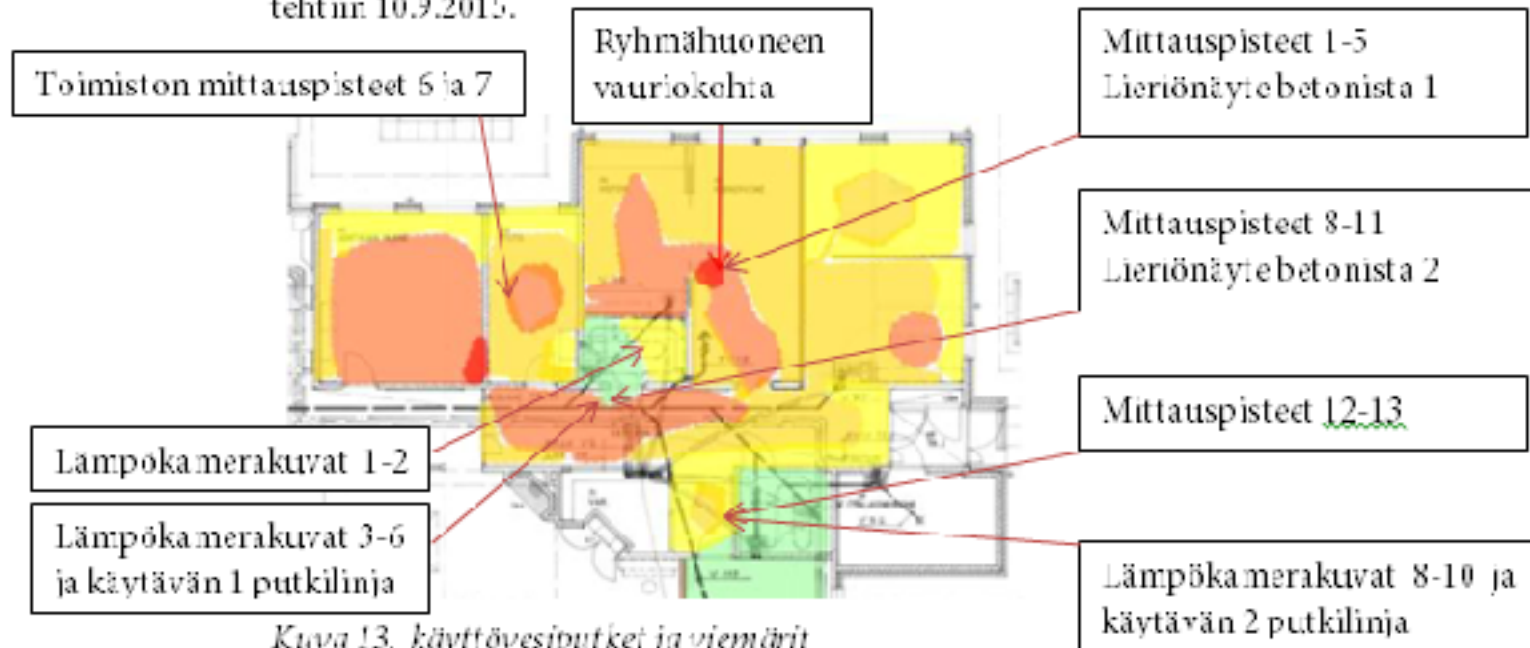
Nro	Paikka	RH%	°C	g / m ³	Syvyys mm.
1	Vaurioalue, ryhmähuone	>98*)	21,0		50
2	Vaurioalue, ryhmähuone	97,2	21,0	17,8	35
3	Vaurioalue, ryhmähuone	97,1	21,0	17,8	35
4	Vaurioalue, ryhmähuone	97,3	21,1	17,9	50
5	Betonin ja eristeen alta	>98*)	20,7		110
6	Toimistohuone, betoni	97,7	21,9	18,8	35
7	Toimistohuone, betoni	91,8	21,7	17,5	35
8	Vaurioalue, betonista, käytävä 1	99,4	21,9	19,2	35
9	Mittaus vinyyliilaatan alta, käytävä 1	95,0	22,8	19,3	2
10	Eristeen ja betonin väli, käytävä 1	>98 *)	22,3		60
11	Eristeen ja betonin alta, käytävä 1	94,6	22,4	18,8	110
12	Mittaus vinyyliilaatan alta, käytävä 2	59,4	28,0	16,1	2
13	Eristeen ja betonin alta, käytävä 2	91,8	23,1	19,0	110

- Korkea lämpötila on todennäköisesti siirtänyt kosteutta myös suihkuhuoneen toisella puolella sijaitsevan ryhmähuoneen lattiarakenteeseen, vauriomekanismi on ilmeisesti osin samantyyppinen ja pesuhuoneen lattialämmityksellä on osuutta asiaan, lämpötilat ryhmähuoneessa mitatuissa pisteissä olivat mittaushetkellä hieman matalammat kuin muualla. Kosteudet olivat koko betonin paksuudella mittaussyvyydestä riippumatta lähes samat ja lähellä kapillaarista kosteutta. Huoneen lattiasta mitattu täyttöhiekan kosteus ja lämpötila (mp5, kapillaarikosteus) poikkesi käytävissä mitatuista kosteuksista (mp 11 ja 13). Patteriputkien osuutta täyttöhiekan korkeaan kosteuteen ei voitu lämpökameralla tutkimushetkellä havaita (tutkimusajankohtana lämmityspatterissa ei ilmeisesti vielä ollut lämmönkierto päällä). Patterin lämpöputket ovat eristeen alapuolella ja niiden paikantaminen ei näissä tutkimuksissa onnistunut.



- **Kuvat 13 ja 14.** Ryhmätila, toimistohuoneen vastaisen väliseinän vierustalla oli runsaasti hiekkaa koko ko. seinän pituudella, ilmeisesti muurahaisten tuomaa. Rakenne avattiin välioventerustalta, seinällä on erillinen perustus ja betonilaatan ja perustuksen väli on epätiivis.
- Väliseinän sokkelirakenteen ja betonilaatan välin tulisi olla ilmatiivis, mutta toisaalta rakenteiden pitää olla erotettu toisistaan erotuskaistoilla niin, ettei kosteuden ja lämmön siirtyminen perustuksien ja lattiarakenteen välillä ole mahdollista.

Lattiapinnoitteesta haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) mitattiin betonista poratuilla 60 mm halkaisijalta olevista lieriöistä, joiden paksuus oli 20-30 mm. Näytteet toimitettiin PK Group Ab:n laboratorioon analysoitavaksi. Lieriönäytteiden otto betonista tehtiin 10.9.2015.



Kuva 13. käyttövesiputket ja viemärit

NÄYTTEIDEN ANALYSOINTIVASTAUKSET

- Näyte 1 ryhmähuoneesta: kokonaispitoisuus TVOC oli 171,7 ja MVOC pitoisuus 8,14 Näytteessä esiintyi suuri määrä kosteusvaurioyhdisteitä grammaa kohti, kuten 2-etyyli-1-heksanolia 2,67 $\mu\text{g/g/m}^3$ ja MVOC yhdisteitä 1- butanolia 7,71 $\mu\text{g/g/m}^3$ sekä 2-heksanonia 0,43 $\mu\text{g/g/m}^3$.
- Näytteessä 2 käytävästä: kokonaispitoisuus TVOC oli 18,8 $\mu\text{g/g/m}^3$ ja MVOC pitoisuus 4,05 $\mu\text{g/g/m}^3$. Näytteessä esiintyi suuri määrä kosteusvaurioyhdisteitä grammaa kohti, kuten 2-etyyli-1-heksanolia 0,70 $\mu\text{g/g/m}^3$ ja MVOC yhdistettä 1- butanolia 4,05 $\mu\text{g/g/m}^3$
- Betonista otettujen näytteiden perusteella kemialliset yhdisteet ovat imeytyneet runsaina pitoisuuksina siinä määrin syvälle betonin huokosiin, että niiden poistaminen edes jyrsimällä ei ole riittävä toimenpide.

- Käytävässä 1 ja siitä haarautuvassa käytävässä 2 tehtyjen vertailevien tutkimusten perusteella lämmön ja diffuusion siirtämä kosteus pyrkii epoksin ja päällysteen väliin. Käytävän alueella ja ryhmähuoneessa kosteus pääsee siirtymään päällysteen alle perustusten kautta. Ryhmähuoneessa kosteus on kapillaarisella alueella myös eristeen alla hiekkakerroksessa. Tässä ja aikaisemmissa tutkimuksissa on havaittavissa, että lämminvesiputkien tulisi kulkea yläkautta käyttöpisteisiin.
- Seinärakenteiden ja alapohjarakenteen liittyminen on monilla tavoin ongelmallinen, mm. epätiiveyksien kautta voivat alapohjan täyttömaassa olevat epäpuhtaudet päästä sisätiloihin esim. ryhmähuoneessa. Käytävässä taas lattian betonilaatta oli kiinni perustuksissa. Alaohjauspuu ja siihen kiinnitetty verhouslevyt ovat toisin paikoin kosketuksissa lattiarakenteeseen.

- Rakennuksen tässä osassa, eli pääsisäänkäynnin ja keittiö/ruokalan eteläpäädyssä on lattiarakenteen vauriokorjaus suositeltavinta tehdä purkamalla alapohjarakenteet ja uusimalla myös sen alla olevat kerrokset, lämpöeristykset ja kapillaarikatkon sora 200-300mm kerroksena. Uusien rakenteiden toimivuus pitää varmistaa toimivilla salaojilla.
- Samalla perustukselle rakennetut väliseinärakenteet voidaan muuttaa tiiveydeltään vastaamaan radonkorjausvaatimuksia, kuten myös ulkoseinien alaosan rakenteet, jolloin rakenteen tiiveys olisi riittävä estämään muidenkin epäpuhtauksien pääsyn sisätiloihin.
- Nämä korjaukseen johtavat tutkimukset koskevat vain ko. rakennuksen päätyosaa pääovelle saakka.
- Korjaustoimenpiteet tehdään erikseen laadittavan korjaustyöselostuksen mukaisesti.

Tutkimusalue, alkuperäisistä piirustuksista (1 osa 1.2 viemäri)

