

Sisällys

1	Yleistiedot.....	3
1.1	Tutkimuskohde.....	3
1.2	Tutkimuksen tilaaja	3
1.3	Tehtävä	3
1.4	Tutkimusajankohta.....	3
1.5	Tutkimuksen tekijä ja projekti.....	4
1.6	Tutkimuskohteen/ -alueen kuvaus ja käytössä olleet lähtötiedot.....	4
2	Tutkimusvälineet ja –menetelmät.....	5
3	Havainnot ja mittaustulokset.....	6
3.1	Aistinvaraiset havainnot 2. kerros.....	6
3.1.1	Kuvataideluokka 221.....	6
3.1.2	Käytävä 201 c.....	8
3.1.3	Pimiö 222a, varastot 229 ja 229a sekä luokat 230 ja 231.....	8
3.1.4	Musiikkiluokan 217 varasto.....	9
3.1.5	Musiikkiluokka 217.....	9
3.2	Aistinvaraiset havainnot 1. kerros ja kellarikerros.....	10
3.2.1	Luokat 113 ja 114, ruokasali 134, käytävä sekä kellarin putkikäytävä.....	10
3.3	Mittaustulokset.....	10
3.3.1	Pintakosteuskartoitus.....	10
3.3.2	Puun kosteuden mittaukset (piikkimittaukset).....	12
3.3.3	Rakennekosteusmittaukset.....	12
4	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset.....	17
4.1	Mittaustarkkuustarkastelut.....	17
4.2	Tulosten tarkastelut ja johtopäätökset.....	17
5	Toimenpide-ehdotukset.....	18
5.1	Kuvataide 221.....	18
5.2	Käytävä 201c.....	18
5.3	Varasto 229.....	19
5.4	Musiikkiluokan 217 varasto ja musiikkiluokka 217.....	19
5.5	Purkutyössä huomioitava.....	20



18.6.2014

1 Yleistiedot

1.1 Tutkimuskohde

Vaskivuoren lukio
Virtatie 4
01600 Vantaa

1.2 Tutkimuksen tilaaja

Vantaan kaupunki, Tilakeskus
Hankepalvelut
Rakennuttaminen
Jouni Räsänen
Kielotie 13
01300 Vantaa

1.3 Tehtävä

Luokan 221 vesivahingon jälkeinen kosteus- ja sisäilmatekninen tutkimus.

1.4 Tutkimusajankohta

25.4.2014 Kenttätyöt kohteessa

- aistinvaraiset tarkastelut
- rakenteiden pintakosteuskartoitus
- rakennekosteusmittaukset (viiltomittaukset, rakenteen lyhytkestoiset suhteellisen kosteuden mittaukset, porareikämittausten porareikien poraukset, putkitukset, puhdistukset, mittapäiden asennukset osaan mittausputkista ja tiivistykset)
- rakenneavauksia

28.4.2014 Kenttätyöt kohteessa:

- aistinvaraiset tarkastelut
- rakenteiden pintakosteuskartoitus
- rakennekosteusmittaukset (viiltomittaukset, rakenteen lyhytkestoisien suhteellisen kosteuden mittaukset porareikämittausten mittapäiden asennus osaan mittausputkista)
- lukemien otto porareikämittauksista
- rakenneavauksia



18.6.2014

29.4.2014 Kenttätyöt kohteessa:

- aistinvaraiset tarkastelut
- rakennekosteusmittaukset (viiltomittaukset, rakenteen lyhytkestoisien suhteellisen kosteuden mittaukset)
- rakenneavauksia

1.5 Tutkimuksen tekijä ja projekti

Vahanen Oy
Linnoitustie 5
02600 Espoo

Eero Salo,
Vanhempi asiantuntija, Rkm
puh. 050-5887028

KOS 3362/ 2

1.6 Tutkimuskohteen/ -alueen kuvaus ja käytössä olleet lähtötiedot

Vaskivuoren lukion toisen kerroksen kuvataideluokassa 221 tapahtui syksyllä 2013 vesivahinko. Luokan vesihana oli jäänyt viikonlopuksi auki ja lavuaarin tukkeutumisen vuoksi vettä oli valunut luokan ja ympäröivien tilojen lattialle sekä alapuoleisen ruokalasin ja käytävän lattioille. Vedenpoiston jälkeen kuvataideluokan kuivatusta on tehty tilakuivaimilla. Jalkalistoja on myös vaihdettu osassa tiloista.

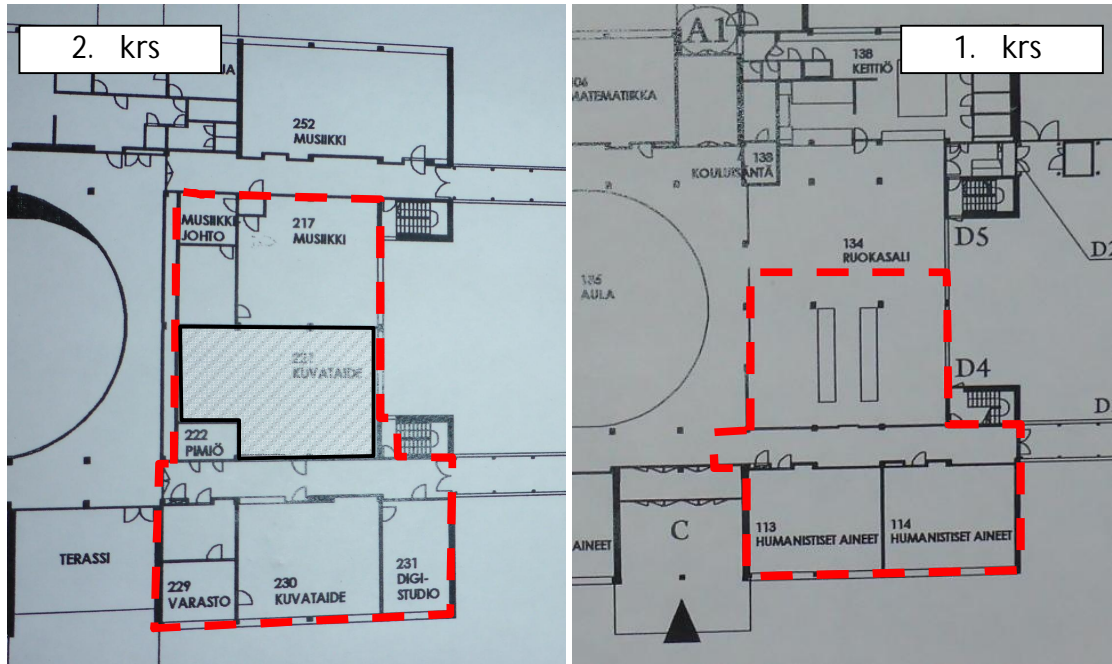
Kouluemäntä oli helmikuussa 2014 havainnut normaalista poikkeavaa hajua ensimmäisen kerroksen ruokasalin viereisellä käytävällä. Kuvataideluokan 221 viereisessä musiikkiluokan varastossa on kohteessa saadun tiedon mukaan havaittu normaalista poikkeavaa hajua.

Ensimmäisen ja toisen kerroksen välipohjarakenteena on käytössä olleiden asiakirjojen perusteella paikalla valettu teräsbetonilaatta ohuella pintabetonivalulla. Ensimmäisen kerroksen ruokalasin alapohjarakenteena on maanvarainen teräsbetonilaatta. Ruokasalin viereisen käytävän lattiarakenteena on kantavan teräsbetonilaatan päällä oleva lämmöneristys (styrox) ja pintavalu (käytävän alapuolella, kellarikerroksessa on putkikäytävä).

Tutkimusalueet on esitetty kuvissa 1 ja 2.



18.6.2014



Kuvat 1 ja 2. Tutkimusalueet on rajattu kuvaan punaisilla katkoviivoilla. Vesivahinko tapahtui syksyllä 2013 toisen kerroksen kuvataideluokassa 221 (tila on esitetty kuvassa 1 rasteroituna). Kuvissa esitettyjen tutkimusalueiden lisäksi tarkastettiin aistinvaraisesti kuvassa 2 luokkien ja ruokasalin välissä olevan käytävän alapuolella, kellarikerroksessa sijaitseva putkikäytävä.

Käytössä olleet asiakirjat:

- kellarikerroksen ja 1. kerroksen osapohjapiirustukset
- osittaisia rakennepiirustuksia.

2 Tutkimusvälineet ja –menetelmät

Kenttätutkimuksissa käytettiin aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä pintakosteusilmaisinta Gann Hydromette LB70 – mittapää ja UNI 1 -lukulaiteyhdistelmää (asteikko: 0-180). Pintakosteudenilmaisimen kohdistettiin suoraan mitattavan rakenteen pintaan. Gann laitteistolla mitatut arvot luettiin mittapäähän kytketyn lukulaitteen näytöstä. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia vertailututkimuksia, missä samasta rakenteesta eri kohdista mitattuja arvoja verrataan keskenään. Näin saadaan kartoitettua alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakorrosumat, teräkset, eri materiaalien koostumukset ja rakenteiden pintaosien vaihtelut.

Puun kosteudenmittauksia tehtiin muutamista kohdista Testo 601 puun kosteuden piikkimittarilla. Mittauksessa piikkimittarin piikit painetaan materiaaliin ja lukemat

18.6.2014

luetaan mittarin näytöltä. Mittaustulokset ovat painoprosentteja noin 5 mm syvyydeltä.

Kohteesta tehtiin rakenteisiin ulottuvia rakennekosteusmittauksia, joissa mitattiin rakenteen suhteellista kosteutta ja lämpötilaa. Samassa yhteydessä mitattiin sisäilman olosuhteet. Rakennekosteusmittauksissa ja sisäilman olosuhteiden mittauksissa käytettiin Vaisala Oyj:n valmistamaa HM44 rakennekosteusmittauslaitteistoa. Mittauslaitteisto koostui HMP42 ja -44 lämpötila-kosteusantureista ja HMI41-näyttölaitteesta. Mittauksissa käytetyt Vaisala Oyj:n valmistamat HMP42 ja -44 kosteus- ja lämpötilamittapää on kalibroitu liitteen 1 mukaisella Vahanen Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmällä. Mittapää kalibroidaan noin kahden kuukauden välein.

Lattiapäällysteen alapuoleisia suhteellisia kosteuksia ja lämpötiloja mitattiin viiltomittausmenetelmällä (liite 2). Mittausta varten lattiapäällysteeseen tehtiin viilto. Viiltoon asennettiin ja tiivistettiin Vaisala Oyj:n valmistama HMP42 kosteus- ja lämpötilamittapäätä. Mittapään annettiin tasaantua päällysteen alla vallinneeseen kosteuspitoisuuteen vähintään 15 minuutin ajan ennen lukemien ottoa Vaisala Oyj:n valmistamalla HMI41 lukulaitteella.

Kevytrakenteisten väliseinien, lattiarakenteen eristekerroksen (lämmöneriste- ja askelääneneristekerrosten) sekä kiintokaappien sokkelitilojen suhteellinen kosteuspitoisuus mitattiin liitteen 3 mukaisella rakenteen lyhytkestoisen suhteellisen kosteuden mittausmenetelmällä käyttäen Vaisala Oyj:n valmistamia HMP42 kosteus- ja lämpötilamittapäitä.

Välipohjan betonirakenteen rakennekosteudet mitattiin liitteen 4 mukaisella porareikämittausmenetelmällä. Porauksen jälkeen reiät puhdistettiin, putkitettiin, mittapäät asennettiin (osaan mittapisteistä) ja tiivistettiin. Kolme vuorokautta aiemmin mittausputkiin asennetuista mittapäistä lukemat kirjattiin ylös. Osassa mittapisteistä, mittapäät asennettiin kolme vuorokautta tasaantuneisiin ja putkitettuihin mittausreikiin ja niiden annettiin tasaantua 1 tunnin ajan ennen lukemien kirjaamista.

3 Havainnot ja mittaustulokset

3.1 Aistinvaraiset havainnot 2. kerros

3.1.1 Kuvataideluokka 221

- tilassa ei havaittu vaurioon viittaavaa hajua
- lattiapäällysteessä ei havaittu vaurioon viittaavaa irtoamista alustastaan (kupruilua)
- lattian rakennekosteusmittausten teon yhteydessä lattiapäällysteen alla havaittiin paikallisesti mattoliiman vaurioitumiseen viittaavaa hajua.

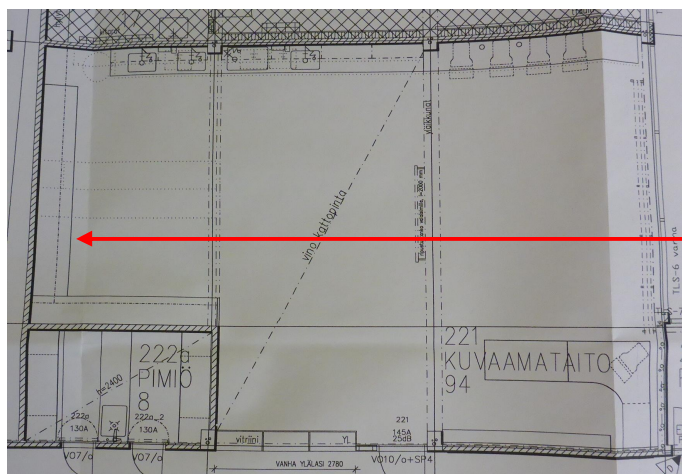


18.6.2014

- luokan 221 ja käytävän 201C välisen vitriinikaapin alasokkelitilassa ei havaittu vaurioon viittaavia tekijöitä, kuten puun muodon- tai värimuutosta tai vaurioon viittaavaa hajua
- luokan kiintoalakaapiston sokkelilevyssä vuotokohdan alapuolella havaittiin veden valumajälkiä (kuva 3).
- luokan koulun aulan suuntaisen seinän kiintoalakaapin välisokkelirakenteen alaosassa on kosteusvaurioitunut (kuvat 4 ja 5).
- luokan ja käytävän 201C väliseinän alaosassa on havaittavissa paikalliset pienet kohdat, joissa seinän maalipinta on irronnut alustastaan (kuvat 6 ja 7).



Kuva 3. Luokan 221 kiintoalakaapin alla, kaapiston takasokkelilevyssä on havaittavissa veden valumajälkiä.



Kuvat 4 ja 5. Luokan 221 koulun aulan suuntaisen seinän kiintoalakaapiston välisokkelirakenne on alaosastaan kosteusvaurioitunut.

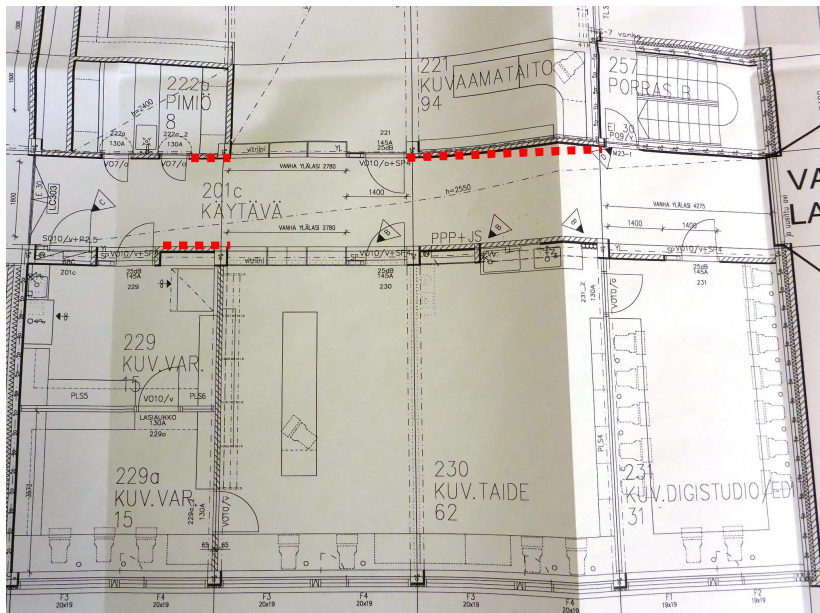
18.6.2014



Kuvat 6 ja 7. Luokan ja käytävän 201C väliseinän alaosan maalipinta on irronnut alustastaan paikallisesti.

3.1.2 Käytävä 201 c

- käytävän osuudelta irrotetuissa jalkalistoissa havaittiin mikrobiperäistä hajua käytävän 201c ja luokan 221, käytävän 201c ja pimiön 222a sekä käytävän 201c ja varaston 229 väliseinien kohdilta (kuva 8)
- runkobetoni-laatalta lähtevän tiiliväliseinän alaosassa (lattianrajassa) havaittiin jalkalistojen poiston jälkeen myös mikrobiperäistä hajua, voimakkaimmin mikrobiperäistä hajua havaittiin käytävän 201c ja luokan 221 väliseinän alaosasta porrashuoneen 257 puoleisessa seinäosassa.



Kuva 8. Käytävän 201C jalkalistoissa ja tiiliseinän alaosissa havaittiin mikrobiperäistä hajua kuvassa punaisella katkoviivalla esitetyissä kohdissa.

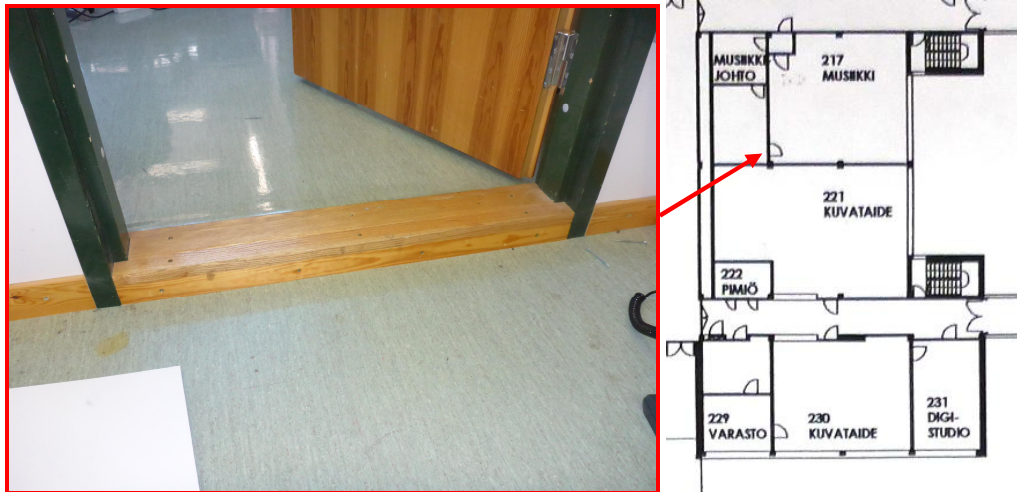
3.1.3 Pimiö 222a, varastot 229 ja 229a sekä luokat 230 ja 231

- tiloissa ei havaittu vaurioon viittaavia tekijöitä.

18.6.2014

3.1.4 Musiikkiluokan 217 varasto

- musiikkiluokan varastossa, luokkaan johtavan oven kynnyksen kohdalla (kuvat 9 ja 10) havaittiin aavistuksen mikrobiperäistä hajua.

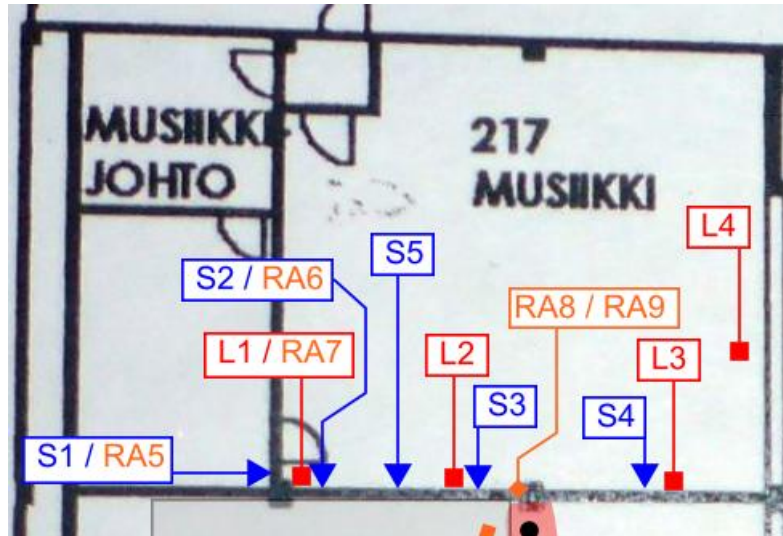


Kuvat 9 ja 10. Musiikkiluokan varastosta musiikkiluokkaan 217 johtavan oven kynnyksen kohdalla havaittiin aavistuksen mikrobiperäistä hajua.

3.1.5 Musiikkiluokka 217

- musiikkiluokan lattian ja seinän akustiikkarakenteiden villoissa (ääneneristyksen vuoksi asennetuissa villoissa) havaittiin rakennevausten yhteydessä aavistuksen pistävää hajua kuvassa 11 esitetyissä kohdissa S1/RA5, S2/RA6 ja L1/RA7. Rakennevauskohdissa ei havaittu kuitenkaan vaurioon viittaavia rakenteiden väri- tai muodonmuutoksia.

18.6.2014



Kuva 11. Musiikkiluokan koolatun lattian ja seinän rakenneavauskohdissa RA5, RA6 ja RA7 havaittiin rakenteissa olevissa villoissa aavistuksen pistävää hajua.

3.2 Aistinvaraiset havainnot 1. kerros ja kellarikerros

3.2.1 Luokat 113 ja 114, ruokasali 134, käytävä sekä kellarin putkikäytävä

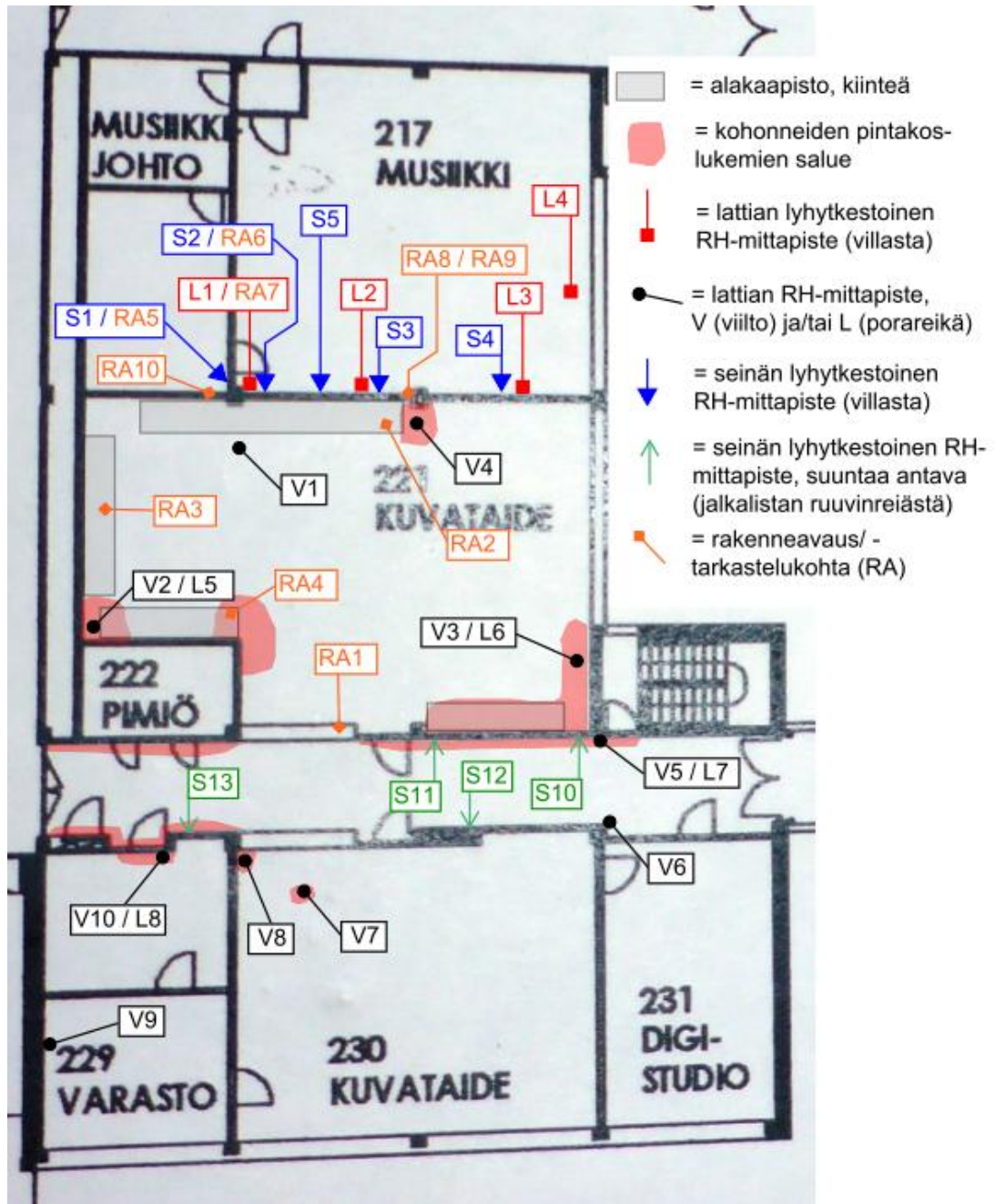
- tiloissa ei havaittu vaurioon viittaavia tekijöitä.
- ruokalasilan 134 ja käytävän välisen lasiseinän puurakenteiseen alaohjauspuuhun poratun reiän porauspuruissa ei havaittu mitään vaurioon viittaavaa hajua.

3.3 Mittaustulokset

3.3.1 Pintakosteuskartoitus

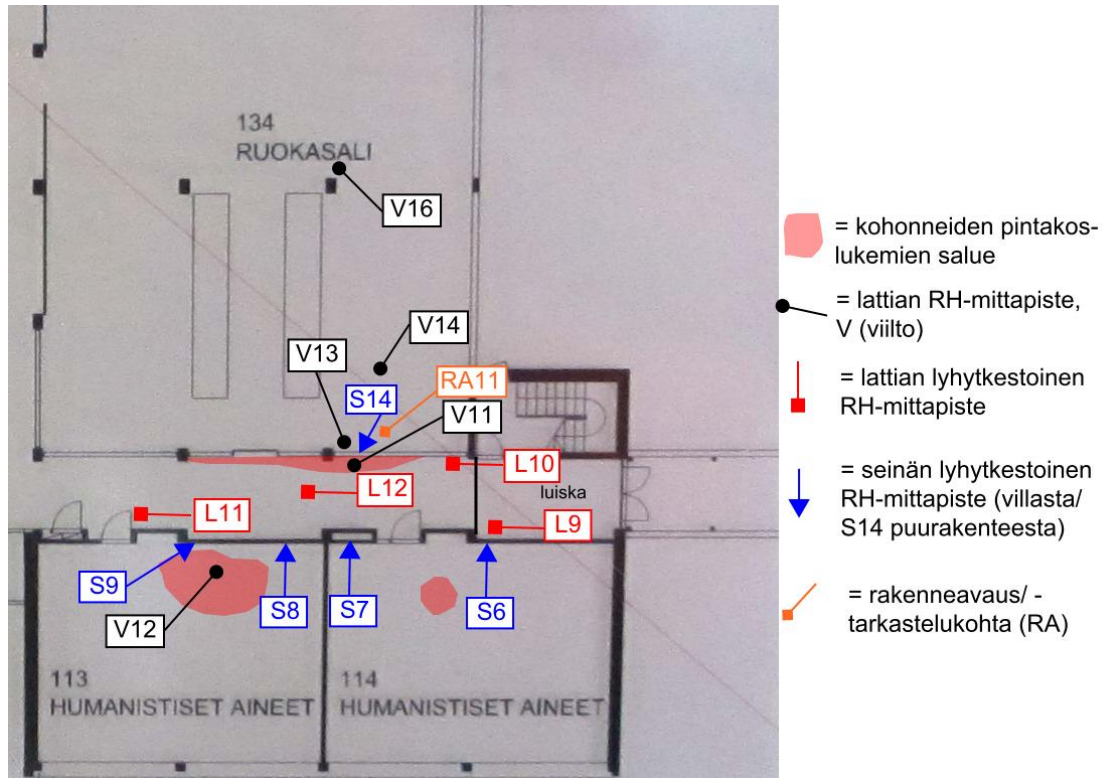
Pintakosteuskartoituksessa todettiin muutamia alueita, joissa lattian pintakosteuslukemat olivat muuta lattiaa korkeammat. Toisen kerroksen muuta lattiaa korkeampien pintakosteuslukemien alueet on esitetty kuvassa 12 ja ensimmäisen kerroksen muuta aluetta korkeampien pintakosteuslukemien alueet on esitetty kuvassa 13.

18.6.2014



Kuva 12. 2. kerroksen pintakosteuslöydökset, rakennekosteusmittapisteiden ja rakenne-tarkastelu kohtien sijainnit (tulostussuositus värillisenä).

18.6.2014



Kuva 13. 1. kerroksen pintakosteuslöydökset, rakennekosteusmittapisteiden ja rakenne-tarkastelukohtien sijainnit (tulostussuositus värillisenä).

3.3.2 Puun kosteuden mittaukset (piikkimittaukset)

Puun kosteuden piikkimittarilla tutkimusalueilta mitattujen jalkalistojen ja muiden puurakenteiden kosteuspitoisuudet olivat alhaiset (< 10 p-%).

3.3.3 Rakennekosteusmittaukset

Rakennekosteusmittapisteiden sijainnit on esitetty aiemmin kuvissa 12 ja 13. Esimerkit rakennekosteusmittauksista on esitetty kuvissa 14, 15 ja 16. Mittaustulokset on esitetty tulostaulukoissa 1 - 4.

Tulostaulukoissa lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella laskettu ilman kosteussisältö (g/m^3) on esitetty suluissa, mikäli suhteellinen kosteus on kapillaarialueella ($\text{RH} > 97\%$). Kaikki kosteus ei kapillaarialueella olevassa suhteellisen kosteuden arvossa näy ja siksi ilman kosteussisältö on epätarkka.

18.6.2014



Kuvat 14 – 16. Esimerkit rakennekosteusmittausten viiltomittauksista (kuva 14), rakenteen lyhytkestoisesta suhteellisesta kosteudesta mittauksista (kuva 15) ja porareikämittauksista (kuva 16).



18.6.2014

Taulukko 1. Lattiapäällysteen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien ja lämpötilojen mittaustulokset 25.4. ja 28.-29.4.2014. Tulostaulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu mittapisteen kohdalta lattianrajasta. Mittapäiden tasaantumisaikat maton alla olivat 15 ... 20 min.

Mittapiste	mittauskohta/ -syvyys	mittapäänro	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
V1 kuvataide 221	<i>sisäilma</i> maton alus	58 H10	21,0 21,2	15,7 40,5	2,9 7,5
V2 , kuvataide 221	maton alus	H9	21,4	88,5	16,6
V3 kuvataide 221	<i>sisäilma</i> maton alus	57 H8	22,5 23,8	17,3 92,5	3,5 19,9
V4 , kuvataide 221	maton alus	H12	21,7	84,6	16,1
V5 , käytävä 201c	<i>sisäilma</i> maton alus	H8 H9	21,3 21,7	15,3 91,1	2,7 17,3
V6 , käytävä 201c	maton alus	H10	22,0	25,4	4,9
V7 , kuvataide 230	<i>sisäilma</i> maton alus	58 H12	21,3 21,7	18,6 81,6	3,5 15,5
V8 , kuvataide 230	maton alus	H9	22,1	66,2	12,9
V9 , varasto 229	<i>sisäilma</i> maton alus	57 H10	22,0 21,7	18,0 66,2	3,5 12,6
V10 , varasto 229	<i>sisäilma</i> maton alus	H8 H9	22,2 21,9	16,6 86,6	3,2 17,0
V11 , käytävä	<i>sisäilma</i> maton alus	H8 H9	21,5 21,7	14,2 72,8	2,7 13,9
V12 , humanistiset aineet 113	<i>sisäilma</i> maton alus	H8 H12	21,0 21,4	13,4 62,5	2,5 11,7
V13 , ruokala 134	<i>sisäilma</i> maton alus	H9 H8	21,9 21,8	21,4 86,4	4,1 16,6
V14 , ruokala 134	maton alus	H10	21,7	68,4	13,1
V15 , ruokala 134	<i>sisäilma</i> maton alus	H12 H9	20,8 21,5	29,5 70,5	5,4 13,2
V16 , ruokala 134	<i>sisäilma</i> maton alus	H10 H8	20,3 21,1	30,9 74,7	5,4 13,8

18.6.2014

Taulukko 2. Seinärakenteiden (ääneneristysvillojen, tiiliseinän sekä puisen alajuoksun) lyhytkestoisten suhteellisten kosteuksien ja lämpötilojen mittaustulokset 25.4. ja 28. – 29.4.2014. Tulostaulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu mittapisteen kohdalta lattianrajasta.

Mittapiste	mittauskohta/ -syvyys	mittapäänro	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
S1 , musiikkiluokan varasto	sisäilma seinän villa	58	17,4	54,0	8,0
		H10	19,2	48,1	7,9
S2 , musiikki 217	seinän villa	H10	20,9	19,6	3,6
S3 , musiikkiluokka 217	sisäilma seinän villa	58	22,1	27,2	5,3
		H8	22,1	24,4	4,8
S4 , musiikki 217	seinän villa	H9	21,8	23,7	4,5
S5 , musiikki 217	seinän villa	H12	21,4	20,8	3,9
S6 , humanistiset aineet 114	sisäilma seinän villa	H10	20,9	12,7	2,3
		H9	21,6	17,5	3,3
S7 , hum. 114	seinän villa	H8	21,1	15,8	2,9
S8 , humanistiset aineet 113	sisäilma seinän villa	H8	20,9	13,3	2,4
		H9	21,3	26,0	4,8
S9 , hum.aineet 113	seinän villa	H10	21,5	26,0	4,9
S10 , käytävä 201c	sisäilma tiiliseinä *	H10	21,4	17,8	3,3
		H9	21,8	52,5	10,1
S11 , käytävä 201c	tiiliseinä *	H12	21,8	40,2	7,7
S12 , käytävä 201c	tiiliseinä *	H8	22,2	21,4	4,2
S13 , käytävä 201c	tiiliseinä *	H9	23,1	39,5	8,2
S14 , ruokala 134	alajuoksu	H8	21,8	51,2	9,8

* = mittaus irrotetun jalkalistan ruuvin rei'ästä

18.6.2014

Taulukko 3. Lattiarakenteen (ääneneristysvillojen, lämmöneristeen ja täyttökerroksen) lyhytkestoisten suhteellisten kosteuksien ja lämpötilojen mittaustulokset 25.4. ja 28. – 29.4.2014. Tulostaulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu mittapisteen kohdalta lattianrajasta.

Mittapiste	mittauskohta/ -syvyys	mittapäänro	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
L1, musiikkiluokka 217	sisäilma	58	22,1	27,2	5,3
	lattian villa	H12	21,2	29,5	5,5
L2, musiikki 217	lattian villa	H8	21,5	26,8	5,1
L3, musiikki 217	lattian villa	H9	21,6	29,0	5,5
L4, musiikki 217	lattian villa	H10	23,1	21,8	4,5
L9, käytävä	sisäilma	H10	21,3	15,2	2,8
	lattian ilmatila	H12	22,6	20,7	4,2
L10, käytävä	sisäilma	H12	21,6	28,3	5,3
	lattian eriste	H10	23,8	26,7	5,7
L11, käytävä	sisäilma	H10	21,4	30,6	5,7
	lattian eriste	H8	23,1	27,9	5,7
L12, käytävä	sisäilma	H8	21,2	27,8	5,1
	lattian eriste	H10	23,4	24,0	5,0
L13, ruokala 134	alapohj. täyttö	H10	21,0	95,5	17,5

Taulukko 4. Lattiarakenteen suhteellisten kosteuksien ja lämpötilojen mittaustulokset 29.4.2014. Tulostaulukossa on esitetty myös lämpötilan (t) ja suhteellisen kosteuden (RH) mittaustulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt (abs). Sisäilman olosuhteet on mitattu porareikämittapisteiden kohdilta.

Mittapiste	mittauskohta/ -syvyys	mittapäänro	t (°C)	RH (%)	abs (g/m ³)
L5 kuvataide 221	sisäilma	40	21,2	25,1	4,7
	1,5 cm	58	21,2	93,8	17,4
	3 cm	258	21,2	96,9	17,9
	6 cm	57	21,4	95,3	18,0
L6 kuvataide 221	sisäilma	51	22,5	22,7	4,5
	1,5 cm	307	22,3	98,7	(19,5)
	3 cm	318	22,8	97,5	(19,8)
	6 cm	305	23,1	88,8	18,3
L7 käytävä 201c	sisäilma	56	21,4	21,6	4,0
	1,5 cm	169	21,4	92,6	17,4
	3 cm	163	21,5	92,9	17,5
	6 cm	52	21,6	93,6	17,7
	9cm	50	21,9	94,4	18,2
L8 varasto 229	sisäilma	165	21,5	18,4	3,5
	1,5 cm	107	22,1	90,7	17,7
	3 cm	55	22,2	85,7	16,8
	6 cm	317	22,3	79,4	15,7

4 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

4.1 Mittaustarkkuustarkastelut

Lattiapäällysteen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien (viiltomittausten) mittapäiden tasaantumisaikat olivat mittausten edellyttämien tasaantumisaikojen mukaiset. Lattiarakenteen porareikämittaukset tehtiin RT –kortin 14-10984 mukaisesti.

Lattiapäällysteen alapuoleisten suhteellisten kosteuksien mittauksiin mittapisteesä V3, V15 ja V15 kohdistui hieman mittavirhettä rakennetta viileämmästä sisäilmasta johtuen. Tämän vuoksi lattiapäällysteen alta mitattu lämpötila oli näissä mittauskohdissa aavistuksen todellista alhaisempi ja mitattu suhteellinen kosteuspitoisuus aavistuksen todellista korkeampi.

Rakenteen lyhytkestoisen suhteellisen kosteuden mittauksissa, sisäilman olosuhteet mittausten aikana on mitattu vain tilakohtaisesti. Mitatuissa tiloissa sisäilman olosuhteet vaihtelevat jonkin verran ja siten esimerkiksi lämpötiloissa on selkeitä vaihteluita. Musiikkiluokan kevytrakenteisten seinien ja lattian sekä 1. kerroksen käytävän lattian osalta sisäilman ja rakenteen väliset suuremmat lämpötilaerot aiheuttavat mittavirhettä mitattuihin lämpötiloihin ja suhteellisiin kosteuspitoisuuksiin, mutta niiden tulosten perusteella lasketut ilman kosteussisällöt ovat kuitenkin hyvin lähellä todellisia kosteussisältöjä, joten merkittävää haittaa sisäilman ja rakenteen välisistä lämpötilaeroista mittauksiin ei ole aiheutunut. Toisen kerroksen käytävän tiiliväliseinien mittauksiin ei kohdistunut sisäilman ja rakenteen välisiä lämpötilaeroista aiheutuneita mittavirheitä. Kyseisiä tiiliseinän mittauksia voidaan pitää ns. suuntaa antavina mittauksina, koska mittaukset tehtiin jalkalistojen kiinnitysrei'istä poraamalla uusia mittausrei'kiä. Tiiliseinämittauksilla selvitettiin kosteuspitoisuustasot kastuneen ja kastumattoman tiiliseinän välillä.

Porareikämittauksiin ei kohdistunut mittavirhettä aiheuttaneita tekijöitä.

4.2 Tulosten tarkastelut ja johtopäätökset

Aistinvaraisten havaintojen ja mittaustulosten perusteella toisen kerroksen kuvataiteen luokan 221 lattian reuna-alueilla on paikallisia alueita, joissa lattiarakenne on syksyllä 2013 tapahtuneen vesivuodon seurauksena kastunut ja kosteuspitoisuus on edelleen korkea. Luokan lattian kosteuspitoisuus porrashuoneen 257 väliseinän läheisyydessä on rakenteen pintaosasta kapillaarialueella ja täysin ei voida pois sulkea mahdollisen lämmityspatteriverkoston putkivuotoa.

Kuvataideluokassa 221 todettiin myös paikallinen alakaapiston sokkelirakenteen kosteusvaurio sekä paikalliset maalipintavauriot luokan ja käytävän 201c väliseinärakenteen alaosassa.

Käytävän 201c lattiarakenne on myös tapahtuneen vesivuodon seurauksena kastunut ja käytävän lattian kosteuspitoisuus on luokan 221 väliseinän läheisyydessä korkea.



18.6.2014

Käytävän 201c ja ympäröivien tilojen välinen tiilirakenteinen väliseinä on myös tapahtuneen vesivuodon seurauksena kastunut alaosaan ja jalkalistat ovat osittain mikrobivaurioituneet. Myös tiiliseinien alaosissa havaittiin mikrobiperäistä hajua, joka todennäköisesti johtuu seinärakenteen kastumisesta.

Toisen kerroksen varaston 229 lattiarakenne on kastunut paikallisesti käytävälle 201c johtavan oven edustalta.

Musiikkiluokan 217 ääneneristysrakenteissa (seinässä ja lattiassa) sekä musiikkiluokan 217 ja sen viereisen väliseinän villassa havaittiin aavistuksen pistävää hajua, joka viittaa rakenteiden vaurioitumiseen paikallisesti. Rakenteiden kosteuspitoisuudet olivat nyt mittaushetkellä kuitenkin alhaiset.

Ensimmäisen kerroksen aistinvaraisten tarkastelujen ja mittaustulosten perusteella ei ole viitteitä rakenteiden kosteusvaurioitumisesta.

5 Toimenpide-ehdotukset

5.1 Kuvataide 221

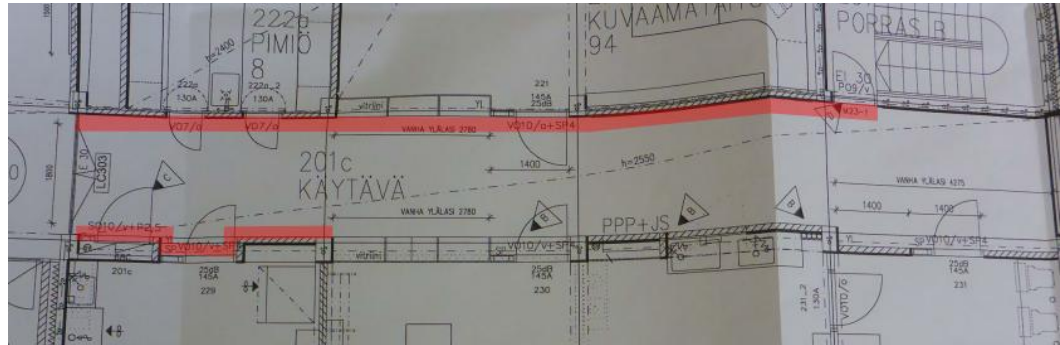
- 1) lattiapäällysten ja lattiatasoitteen poisto sekä rakenteen kuivatus kuvassa 12 esitetyiltä kohonneiden pintakosteuslukemien alueilta (vähintään 20 cm vaurioitumattoman rakenteen puolelle). Tämä edellyttää pimiön 222a väliseinän edustalla olevan kiintoalakaapiston irrotusta.
 - rakenteen riittävä kuivuminen varmistettava luotettavilla rakennekosteusmittauksilla ennen uusien pintarakenteiden ja –materiaalien asentamista
- 2) mahdollisen lämmityspatteriputkivuodon olemassaolon selvitys
- 3) luokan ja käytävän 201c väliseinältä jalkalistojen poisto sekä maali- ja tasoitepinnan poisto alakaapiston alapuoleiselta osalta. Lisätoimenpiteet arvioidaan lattian kuivatuksen jälkeen (toimenpidevaihtoehdot on esitetty kohdan 5.2. kohdassa 4).
- 4) kuvissa 4 ja 5 esitetyn alakaapiston välisokkelirakenteen uusiminen
- 5) luokan kynnyksen irrotus, kunnon tarkastus ja tarvittaessa kynnyksen uusiminen

5.2 Käytävä 201c

- 1) jalkalistojen poisto kuvassa 8 katkoviivoilla esitetyistä kohdista
- 2) lattian reunimmaisen kvartsvinyylilaatan poisto kuvassa 17 esitetystä laajuudesta



18.6.2014



Kuva 17. Käytävän 201c lattian reunimmaisen kvartsivinyylilaattarivin poisto kuvassa punaisella rasteroidulta alueelta.

- 3) lattian kuivatus poistetuilta kvartsivinyylilaatta-alueilta
 - rakenteen riittävä kuivuminen varmistettava luotettavilla rakennekosteusmittauksilla ennen uusien pintarakenteiden ja –materiaalien asentamista
- 4) tiiliseinien alaosien toimenpiteitä arvioidaan lattiarakenteen kuivatuksen jälkeen, vaihtoehtoiset toimenpiteet
 - tiiliseinän alaosan mekaaninen puhdistus/ hionta, jonka yhteydessä tiilimuuraussaumojen poistetaan muurauslaastia
 - tiilimuurauksen alaosan kapselointi tiiviillä pinnoitteella (esim. Ardex EP2001W tai TKR-pinnoitteella, huomioitava seinän alaosan muuttuminen ulkonäöllisesti)
- 5) porrashuoneen 257 kynnyksen irrotus, kunnon tarkastus ja tarvittaessa kynnyksen uusiminen.

5.3 Varasto 229

- 1) lattiapäällysten poisto käytävälle 201c johtavan oven edustalta noin 2 m (leveys) x 1 m (syvyys) alueelta ja lattian kuivatus (kuivatus voidaan tarvittaessa tehdä ilman kuivatusta tehostavia toimenpiteitä ns. vapaana kuivumisena sisäilmaan, sillä vain rakenteen pintaosan kosteuspitoisuus koholla)
 - rakenteen riittävä kuivuminen varmistettava luotettavilla rakennekosteusmittauksilla ennen uusien pintarakenteiden ja –materiaalien asentamista
- 2) kynnyksen irrotus, kunnon tarkastus ja tarvittaessa kynnyksen uusiminen

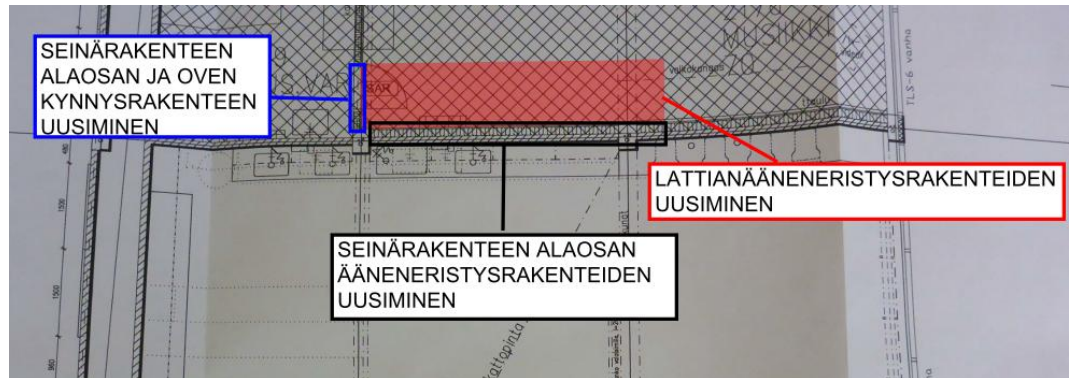
5.4 Musiikkiluokan 217 varasto ja musiikkiluokka 217

- 1) varaston ja musiikkiluokan 217 väliseinän alaosan uusiminen kuvassa 18 esitetyistä kohdasta
- 2) varaston ja musiikkiluokan 217 oven kynnyksrakenteen uusiminen



18.6.2014

- 3) musiikkiluokan 217 lattian ja seinän ääneneristysrakenteiden uusiminen kuvassa 18 esitetystä laajuudesta
- purkutöiden yhteydessä purettujen alueiden rakenteiden kunto tarkastettava vähintään aistinvaraisesti ja tarvittaessa purkutyötä laajennettava.



Kuva 18. Musiikkiluokan 217 varaston ja musiikkiluokan toimenpide- ja -laajuusehdotukset.

5.5 Purkutyössä huomioitava

Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden ja materiaalien purkutyössä tulee noudattaa Ratu kortin 82-0383; Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkuohjetta.

Espoossa 18.6.2014

Vahanan Oy

Eero Salo
Vanhempi asiantuntija, Rkm

tarkastanut: Marko Leskinen
Asiantuntija, Ins. Amk

Liitteet

Liite 1: Vahanan Oy:n mittapäiden kalibrointijärjestelmä

Liite 2: Suhteellisen kosteuden (RH) mittaus lattiapinnoitteen alta ns. viiltomittausmenetelmällä

Liite 3: Rakenteen lyhytkestoisen suhteellisen kosteuden (RH) mittausmenetelmä

Liite 4: Betonin suhteellisen kosteuden (RH) mittaus porareikämenetelmällä

VAHANEN OY:N KALIBROINTIJÄRJESTELMÄ



Kaikki Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan vähintään 2 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteuspitoisuuteen säädetyillä (75 %RH ja 97 %RH) HMP233 lämpötila- kosteuslähettimillä. Referenssilähettimeiden oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan sertifioitujen suolaliuosten avulla. Tämänhetkiset sertifikaattien numerot ovat K008-P01834, K008-Q00094 ja K008-P01579.

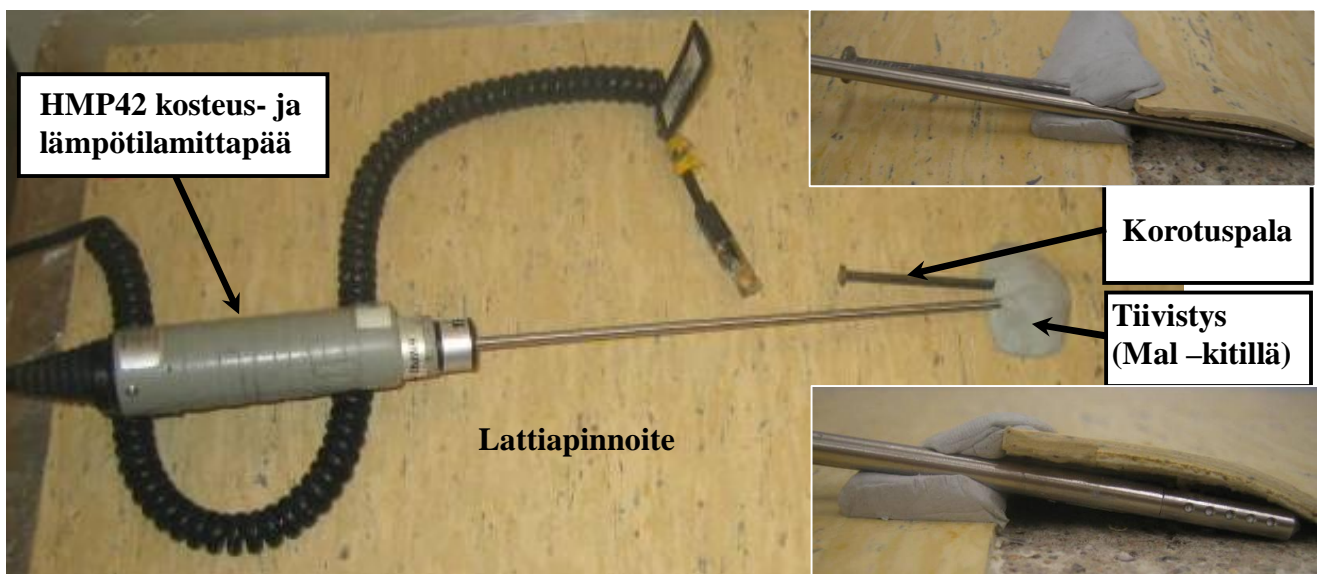
Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP44 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,5$ °C. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.

Suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seurantamittaukseen käytettävät Tinytag ja Tinyview tiedonkeruulaitteet kalibroidaan kahden kuukauden välein. Paine-eron seurantamittaukseen käytettävät Tinytag tiedonkeruulaitteet kalibroidaan vuosittain tarkkuusmanometrin avulla. Hiilidioksidin seurantamittaukseen käytettävät tiedonkeruulaitteiden tuloksia verrataan määräajoin toisiinsa. Mikäli tulokset poikkeavat toisistaan mittalaitteet korjataan tai tarvittaessa poistetaan käytöstä.

SUHTEELLISEN KOSTEUDEN (RH) MITTAUS LATTIAPINNOITTEEN ALTA NS. VIILTOMITTAUKSELLA

1. Lattiapinnoitteeseen tehdään viilto halutulle kohdalle.
2. Lattiapinnoite irrotetaan mittapään vaatimalta matkalta alustastaan.
3. Lattiapinnoitetta kohotetaan asentamalla viiltoon korkeudeltaan 5 – 15 mm korotuspalat (esimerkiksi kumitulppa tai naula).
4. Viiltoon asennetaan joko Vaisala Oy:n valmistama \varnothing 4 mm HMP42 tai \varnothing 12 mm HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapää.
5. Tehty viilto sekä viillon ja mittapään rajapinta tiivistetään Mal-kitillä siten, että tehty viilto on täysin vesihöyryntiivis.
6. Mittapään annetaan tasaantua päällysteen alla vallitseviin olosuhteisiin vähintään 15 minuuttia.
7. RH ja lämpötila (T) luetaan HMI41 näyttölaitteella ja arvot kirjataan ylös mittapäännumeroineen.
8. Mikäli käytetään HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäitä kirjatut RH arvot korjataan kunkin anturin yksilöllisillä kalibroitikorjauskertoimilla. HMP42 mittapäät säädetään kalibroinnin yhteydessä kohdalleen, joten luettuihin arvoihin ei tule kalibroitikorjauksia.



Kaikki Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan enintään 3 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteuspitoisuuteen säädetyllä (75 %RH ja 97 %RH) HMP233 lämpötila- kosteuslähettimellä. Referenssilähettimeiden oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan kalibroituja suolaliuosten avulla.

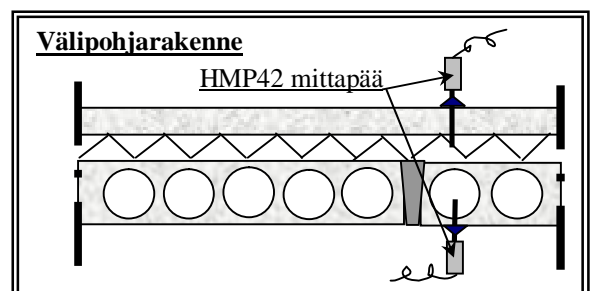
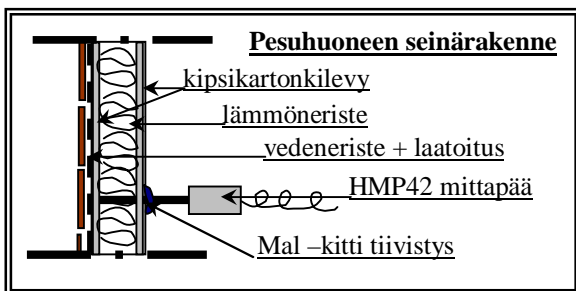
Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

Mittalaitevalmistajan ilmoittama HMP44 ja HMP42 mittapään mittaustarkkuus $+20\text{ °C}$ lämpötilassa on $\pm 2\text{ %RH}$ (0...90 %RH) ja $\pm 3\text{ %RH}$ (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,5\text{ °C}$. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.

RAKENTEEN LYHYTKESTOINEN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN (RH) MITTAUS

Rakenteen lyhytkestoista suhteellisen kosteuden mittausta voidaan käyttää rakenteissa, joihin ei kohdistu mittausta valmisteltaessa tai mittauksen aikana mittavirhettä aiheuttavia tekijöitä. Rakenteen lyhytkestoisen suhteellisen kosteuden mittausta voidaan tehdä esim. ala-, väli- ja yläpohjan lämmöneristeistä, ontelolaattojen ontelotiloista, ulkoseinäarakenteiden lämmöneristeistä ja kevytrakenteisista väliseinäarakenteista (esimerkkinä kuvissa pesuhuoneen seinärakenne ja ontelolaatta-väli-pohjarakenne, jossa eristekerros).

1. Pintarakenteen läpi porataan \varnothing 5 – 16 mm reikä halutulle kohdalle. Reiän halkaisija riippuu mittauksissa käytetystä kosteus- ja lämpötilamittapästä. Yleisimmin rakenteen lyhytkestoisessa suhteellisen kosteuden mittauksessa käytetään Vaisala Oy:n valmistamaa HMP42 kosteus- ja lämpötilamittapäätä, jonka \varnothing on 4 mm. Mittauksissa voidaan käyttää Vaisala Oy:n valmistamaa \varnothing 12 mm HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäätä, jolloin mittareian \varnothing voi olla 12 mm tai 16 mm (mikäli mittausta edellyttää mittausputkitusta, mittareian \varnothing on 16 mm). Joissakin tapauksissa on mahdollista työntää mittapää rakenteeseen ilman porausta.
2. Reikä puhdistetaan reikään mahtuvalla suuttimella imuroimalla tai puhaltamalla. Poratun reiän ympäristö puhdistetaan pölystä mittapään tiivistyksessä käytetyn Mal –kitin kiinni pysyvyyden varmistamiseksi.
3. Mikäli mittauksissa käytetään Vaisala Oy:n valmistamaa HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäätä, voidaan reikään asentaa \varnothing 16 mm sähköputki mitattavalle syvyydelle. Sähköputken ja pintarakenteen rajapinta tiivistetään täysin vesihöyryntiiviiksi Mal –kitillä. Tarvittaessa sähköputki imuroidaan puhtaaksi.
4. Reikään asennetaan Vaisala Oy:n valmistama \varnothing 4 mm HMP42 tai \varnothing 12 mm HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapää.
5. Pintarakenteen ja mittapään rajapinta tiivistetään täysin vesihöyryntiiviiksi Mal –kitillä.
6. Mittapään annetaan tasaantua rakenteessa vallitseviin olosuhteisiin vähintään 15 minuuttia.
7. RH ja lämpötila (T) luetaan HMI41 näyttölaitteella ja arvot kirjataan ylös mittapäännumeroineen.
8. Mikäli käytetään HMP44 kosteus- ja lämpötilamittapäitä kirjatut RH arvot korjataan kunkin anturin yksilöllisillä kalibrointikorjauskertoimilla. HMP42 mittapäät säädetään kalibroinnin yhteydessä kohdalleen, joten luettuihin arvoihin ei tule kalibrointikorjauksia.



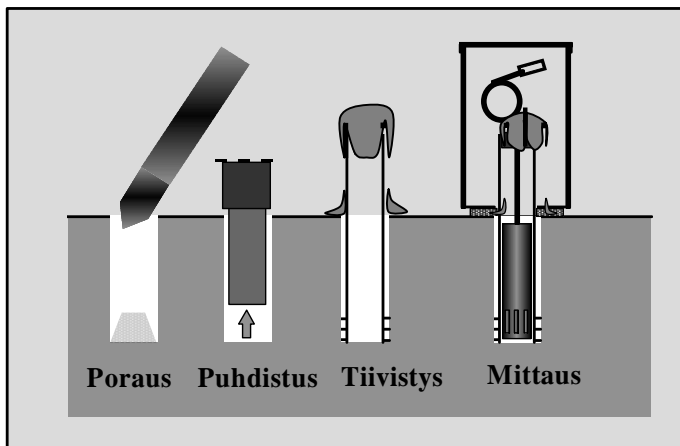
Kaikki Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan enintään 3 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteus-pitoisuuteen säädettyllä (75 %RH ja 97 %RH) HMP233 lämpötila- kosteuslähettimellä. Referenssi-lähettimeen oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan kalibroittujen suolaliuosten avulla.

Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP44 ja HMP42 mittapään mittaustarkkuus $+20$ °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,5$ °C. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.

BETONIN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN (RH) MITTAUS PORAREIÄSTÄ

1. Rakenteeseen porataan iskuporakoneella $\varnothing 16$ mm reikä mittaussyvyydelle.
2. Reikä puhdistetaan porauspölystä imuroimalla käyttäen suutinta, joka mahtuu reikään.
3. Reikään asennetaan sivuiltaan tiivis mittaosputki, joka ulottuu reiän pohjaan saakka. ($\varnothing 16$ mm sähköputki tai Vaisalan 19266HM asennusputki)
4. Mittausputken ja betonin rajapinta tiivistetään Mal-kitillä.
5. Mittausputki imuroidaan puhtaaksi.
6. Mittausputken pää tiivistetään Mal-kitillä.
7. Tarvittaessa mittaosputki suojataan Vaisalan 19268HM asennussuojalla tai muulla tavalla.
8. Reiän annetaan tasaantua tiivistettynä vähintään 3 vrk.
9. Mittaus suoritetaan Vaisala Oy:n valmistamalla HM44 kosteusmittauslaitteistolla. Lämpötila-kosteusmittapää HMP44 asennetaan mittaosputken siten, että putken pään tiivistys avataan mittapään putken laittamisen ajaksi. Tämän jälkeen putken pää tiivistetään kitillä mittapään johtoon. Mittapään annetaan tasaantua mittaosputkessa vähintään 1 tunti ennen lukemien ottamista. Vaihtoehtoisesti mittapää asennetaan mittaosputken jo porauksen yhteydessä, jolloin mittapään tasaantumisaika reiässä on vähintään 3 vuorokautta.
10. RH ja lämpötila (T) luetaan HMI41 näyttölaitteella ja arvot kirjataan ylös mittapäännumeroineen.
11. Arvot korjataan kunkin anturin yksilöllisillä kalibrointikorjauskertoimilla.



Kaikki Vahanen Oy:n mittapäät kalibroidaan enintään 3 kk välein Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaalilaboratoriossa kuhunkin kosteuspitoisuuteen säädetyllä (75 %RH ja 97 %RH) HMP233 lämpötila- kosteuslähettimellä. Referenssilähettimeiden oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan kalibroituja suolaliuosten avulla.

Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP44 mittapään mittaustarkkuus $+20$ °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on $\pm 0,5$ °C. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.