
TUTKIMUSSELOSTUS

SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS



PASAAPELIN KOULU

LAMMINRAITTI 35, LAMMI

22500612.004

25.7.2016 (TÄYDENNETTY 5.4.2017)

YHTEENVETO

Pasaapelin koulu on rakennettu 1969 ja siinä on osat A, B ja C. Rakennus on peruskorjattu 2004-2005. Rakennukseen tehtiin sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus sisäilmaan laatuun vaikuttavien tekijöiden arvioimiseksi.

Alapohjat on arvioitu kuiviksi viittä yksittäistä tilaa lukuun ottamatta. Tiloissa 101c, 121, 106, 122b ja 313 lattiapinnoitteen alla havaittiin poikkeavaa hajua, mikä on viite muovimaton tai sen alapuolisten liima ja tasoiteaineiden kemiallisesta hajoamisesta kosteuden vaikutuksesta. Aulassa 101c lattiapinnoitteen alla havaittiin myös mikrobiperäistä hajua. Kosteuden syyksi on arvioitu maaperästä alapohjarakenteeseen siirtyvä kosteus, joka on vaurioittanut em. tilassa lattiapäällysteitä ja väliseinien alaosien maali- ja tasoitepintoja. Puukorokelattioissa aulassa 101c ja 310 ei havaittu mikrobivaurioita. Lattiapäällysteet suositellaan vaihdettavaksi kosteutta paremmin kestäville lattiamateriaaleille tiloissa 101c, 121, 106, 122b ja 313.

Alapohjarakenteista todettiin ilmavuotoja rakenneliittymien ja putkiläpivientien kautta. Alapohjassa on betonirakenteinen putkikanaali. Putkikanaalin tarkastusluukut eivät ole ilmatiiviitä ja putkikanaali tulisi puhdistaa orgaanisesta aineksestä. Alapohjan liittymien ja läpivientien tiivistystyöt esitetään käynnistettäväksi ensisijaisesti tiloissa, joissa tehdään lattiapäällysteiden uusimisia. Lisäksi tiivistetään putkikanaalin luukut. Muutoin tiivistyskorjaukset suositellaan tehtäväksi viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa tai tilaan kohdistuvien suurempien korjaustöiden yhteydessä.

Välipohjarakenteiden kuntoa on selvitetty rakennuksessa A. Välipohjarakenne ja sen pintamateriaalit ovat kunnossa, eivätkä edellytä laajoja kiireellisiä korjaustoimenpiteitä. Välipohjan liittymät ja läpiviennit suositellaan tiivistettäväksi kantaviin väliseiniin ja ulkoseiniin viimeistään seuraavan peruskorjauksen yhteydessä. Kylmävaraston (VP4) katon bitumi- ja mineraalivillaeristeet suositellaan poistettavaksi. Välipohjan läpivientien tiivistys tai sulkeminen ilmatiiviiksi suositellaan tehtäväksi tiloissa 206, 211 ja 220.

Ulkoseinärakenteiden pinta- ja sisäosat olivat tutkituilta osin kuivia, eikä niissä havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä. A-osan luokan 118 ulkoseinän eristetilassa havaittiin mikrobiperäistä hajua sekä mineraalivillaeristeessä aktinomykeettikasvua. Ulkoseinän alaosa on ko. kohdassa ulkopuolisen maanpinnantason alapuolella, mikä on rasittanut ulkoseinän alaosa etenkin ennen sokkelin ulkopuolisen vedeneristeen asentamista.

Ulkoseinän sisäkuori ei ole ilmatiivis, jolloin eristetilassa olevat epäpuhtaudet pääsevät siirtymään sisäilmaan ja heikentävät sisäilman laatua. Tilassa 118 tulee poistaa vaurioitunut lämmöneristemateriaali, asentaa rakenteeseen uusi lämmöneriste ja ilmatiivis sisäkuori. Muutoin ulkoseinien liittymät ja läpiviennit suositellaan tiivistettäväksi viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa. Jokaisen ulkoseinälinjan kohdalta tarkastetaan pistokoeluoontoisesti lämmöneristeiden (sokkelihalkaisu, ulkoseinän alaosan lämmöneristeet) kunto ennen tiivistystyön aloitusta. Tiivistyskorjausten toteuttamista jo aiemmin voidaan harkita käyttöön liitettyjen kokemusten perusteella tai tilaan kohdistettavien korjaustoimenpiteiden yhteydessä.

Yläpohjarakenteiden ilmatiiveys on heikko pirstaleisesti asennetun ilmansulkupaperin / höyrynsulun takia. A-osassa sisäpuolelta tarkasteltuna yläpohjarakenteissa ei todettu kosteuden aiheuttamia vaurioita tiloja 202 ja 213 lukuun ottamatta. Tiloissa 202 ja 213 yläpohjarakenne on mahdollisesti kastunut paikoin vanhojen vesikattovuotojen myötä. Yläpohjan ilmavuotojen myötä rakenteesta on havaittu kulkeutuvan poikkeavaa hajua. Yläpohjarakenteiden ilmatiiveyttä suositellaan lisättävän asentamalla rakenteeseen uusi ilmatiivis höyrynsulkumuovi. Tiloissa 202, 213 ehdotetaan tarkastettavaksi ensin laajemmin mahdollisen vaurion laajuus ja yläpohjan kantavuus mm. kattopalkit ennen tarkemman korjaustavan valintaa. Lähtökohtaisesti tiloissa 202 ja 213 yläpohjan kastuneet materiaalit poistetaan ennen ilmatiiveyden parantamista. Muissa tiloissa korjaustyön kiireellisyyttä vähentää se, ettei yläpohjan kosteusteknisessä kunnossa ole havaittu laajasti kosteuden aiheuttamia vaurioita.

Liikuntasalin ja kuvataideluokan välinen oviaukko on levytetty umpeen. Seinän yläpuolisista ikkunoista oli aiemmin valunut vettä rakenteeseen. Väliseinän levyrakenteessa (sasmox) havaittiin paikallinen mikrobivaurio.

Rakennuksen ja ulkoilman väliset paine-erot olivat epätasapainossa. Tuloilmamäärät eivät useissa luokkatiloissa täyttäneet rakentamismääräysten vähimmäisvaatimuksia, eikä tulo- ja poistoilmamäärät olleet tasapainossa. Tuloilmakanavien pölyn määrä oli aistinvaraisesti arvioituna vähäinen. Tuloilmakanavissa havaittiin mineraalikuituja sekä homeitiöitä ja bakteereita, mikä voi viitata suodattimien ohivirtauksiin. Suodattimien ohivirtaus lyhentää ilmanvaihdon puhdistusväliä. Äänenvaimentimissa on käytetty mineraalivillaa sisältäviä materiaaleja, joista voi irrota mineraalikuituja sisäilmaan. Tulo- ja poistoilmamäärät tulee tasapainottaa kaikkien ilmanvaihtokoneiden palvelualueilla. Tuloilmaa suositellaan lisättävän kotitalousluokkaan 114, käsityöluokkaan 133 sekä luokkiin 313 ja 211.

Sisäilman laatu oli sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) ja pinnoille laskeutuvien kuitujen osalta normaali. Sisäilman hiilidioksidipitoisuus oli normaalilla tasolla, mikä viittaa, että ilmanvaihto on ollut käyttöön nähden tutkituissa tiloissa normaali.

Luokassa 118 lattiapinnoite on liimattu mustalla liimalla, joka sisältää asbestia. Mustaa liimaa on voitu käyttää myös muissa tiloissa, mikä on otettava huomioon lattiapinnoitteita purettaessa.

Portaikön alapuolinen tila tulee tyhjentää tavarasta ja tila suositellaan alipaineistamaan siivousvälinevarastoon nähden esim. poistoilmapuhaltimen avulla.

Painovoimaisesti toimivat alipainetuuletusventtiilit suositellaan jatkettavaksi vesikatolle, jotta niistä ei aiheudu takaisinvirtauksia huonetilaan päin.

B-osan varastossa 319 kastunut putkikotelorakenne tulee avata, korjata putken tiiveys ja kunto ja uusia kotelorakenne kastuneilta osin.

Aulan 101C pystykuilussa olevien putkien pahvieriste on mikrobivaurioitunut. Pystykuilut ovat epätiiviiä (luukut ja kuilujen yläosat), jolloin epäpuhtaudet pääsevät siirtymään kuilurakenteista sisäilmaan.

Toimenpide-ehdotukset kiireellisyysjärjestyksessä sisäilman kannalta:

- Entisen kylmävaraston (VP4-alue) katon bitumi- ja mineraalivillaeristejäänteet poistetaan puhtaaseen betonipintaan asti
- tilan 118 ulkoseinän vaurioituneen lämmöneristeen poistaminen, uuden lämmöneristeen ja ilmatiiviin sisäkuoren asentaminen
- tilan 319 kastuneen kotelorakenteen poistaminen, läpiviennin huolto- ja korjaus ja uuden kotelorakenteen asentaminen
- tiloissa 202 ja 213 poistetaan yläpohjan vaurioituneet materiaalit, asennetaan uudet kuivat lämmöneristemateriaalit, ilmatiivis höyrynsulkumuovi ja uusi sisäkattorakenne. Ennen korjaustavan tarkentamista tilojen 213 ja 202 alakatto ja muut yläpohjarakenteet puretaan havaittujen vaurioiden alueelta tarvittavassa laajuudessa. Korjaustavan tarkempi suunnittelu edellyttää tietoa rakenteen kantavuudesta
- rakennusosien A, B ja C yläpohjarakenteisiin suositellaan yleisesti asennettavaksi uusi ilmatiivis höyrynsulku / ilmansulku, jonka liittymät ja läpiviennit asennetaan ilmatiiviisti. Yläpohjan ilmatiiveyden parantaminen voidaan käynnistää esimerkiksi A-osan tiloista 202 ja 213 sekä B-osan puutyöluokasta 303
- painovoimaisesti luokkatiloihin asennettujen alipainetuuletusventtiilien jatkaminen vesikatolle.
- väliseinän sasmox-levy ja kangastaulut kosteusvaurioalueella kuvataideluokassa 225a uusitaan
- putkikanaalien tarkastusluukut tiivistetään ilmatiiviiksi ja kanaali puhdistetaan orgaanisesta aineksesta
- mikrobivaurioituneet pahvieristeet aulan 101c nousukuilusta poistetaan
- nousukuilun 101a yläosa tulee tiivistää ilmatiiviiksi ja nousukuilu puhdistaa
- tiloissa 101c, 121, 106, 122a ja 313 lattiapinta kuivataan ja kastuneet lattiapäällysteet uusitaan. Tilojen ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden sekä läpivientien tiivistyskorjaukset on suositeltava tehdä korjaustyön yhteydessä
- mineraalivillapintaist äänenvaimentimet pinnoitetaan tai vaihdetaan
- suodatinkotelon kehykset tiivistetään seuraavan suodatinvaihdon yhteydessä
- iv-konehuoneen alla ontelobetonilaattojen läpivientien tiivistys välipohjan rakenneliittymien ja putkiläpivientien tiivistys tiloissa 206, 211 ja 220
- A-osan kantavien väliseinien alaosien vaurioituneet pinnoitteet uusitaan vesihöyryn läpäisevällä pinnoitteella kosteusvaurioalueella
- tulo- ja poistoilmamäärät tulee tasapainottaa kaikkien ilmanvaihokoneiden palvelualueilla. Tuloilmaa suositellaan lisäävän kotitalousluokkaan 114, käsityöluokkaan 133, luokkaan 313 ja 211, jotta ilmamäärät täyttäisivät rakentamismääräysten vaatimukset. Suodatinkotelon liittymien ohivirtaukset voivat lyhentää kanaviston puhdistusväliä. Vaihtoehtoisesti ilmanvaihokoneisto voidaan puhdistaa ehdotetun säätötyön yhteydessä.
- portaikon alapuolinen tila tulee tyhjentää tavarasta ja tila suositellaan alipaineistamaan siivousvälinevarastoon nähden esim. poistoilmapuhaltimen avulla

Sisältö

1	YLEISTIEDOT	7
2	KÄYTETTY MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET	8
3	ALAPOHJAT	9
3.1	RAKENNETYYBIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN	9
3.2	RAKENTEEN KOSTEUS	10
3.3	ILMATIIVEYSTUTKIMUKSET	10
3.4	RAKENTEIDEN PAINESUHTEET	11
3.5	MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO	11
3.6	RAKENNUSMATERIAALIEN HAITTA-AINEET	12
3.6.1	ASBESTI.....	12
3.6.2	PAH-YHDISTEET	12
3.7	JOHTOPÄÄTÖKSET	13
3.8	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	13
4	VÄLIPOHJAT, RAKENNUSOSA A	14
4.1	RAKENNETYYBIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN	14
4.2	RAKENTEEN KOSTEUS	16
4.3	RAKENTEEN ILMATIIVEYS	16
4.4	MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO	16
4.5	muut havainnot	17
4.6	MATERIAALIEN HAITTA-AINEET	17
4.6.1	PAH-YHDISTEET	17
4.7	JOHTOPÄÄTÖKSET	18
4.8	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	18
5	ULKOSEINÄT	19
5.1	RAKENNETYYBIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN	19
5.2	RAKENTEEN KOSTEUS	20
5.3	RAKENTEEN ILMATIIVEYS	20
5.4	MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO	20
5.5	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
5.6	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	22
6	VÄLISEINÄT	22
6.1	RAKENNETYYBIT	22
6.2	RAKENTEEN KOSTEUS	22

6.3	RAKENTEEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO	24
6.4	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
6.5	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	25
7	YLÄPOHJA	25
7.1	RAKENNETYYPIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN	25
7.2	RAKENTEEN KOSTEUS	26
7.3	RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS	28
7.4	JOHTOPÄÄTÖKSET	30
7.5	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	30
8	KUILURAKENTEET	31
8.1	PYSTYKUILUT	31
8.2	PUTKIKANAALIT	32
8.3	JOHTOPÄÄTÖKSET	33
8.4	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	34
9	MUUT HAVAINNOT	34
9.1	JOHTOPÄÄTÖKSET	37
9.2	TOIMENPIDE-EHDOTUKSET	37
10	ILMANVAIHTO	37
10.1	palvelualueet	37
10.2	ILMANVAIHDON ILMAVIR RAT	38
10.3	ULKO- JA SISÄILMAN VÄLINEN PAINE-ERO	38
10.4	TULOILMAKANAVIEN PUHTAUS JA PÖLYN KOOSTUMUS	38
10.5	JOHTOPÄÄTÖKSET	39
10.6	TOIMENPITEET	40
11	SISÄILMAN LAATU	40
11.1	SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANIS ET YHDISTEET	40
11.2	PINNOILLE LASKEUTUVAT KUIDUT	40
11.3	HIILIDIOKSIDIPITOISUUDEN SEURANTA	40
11.4	ALASLASKETTUJEN KATTOLEVYJEN YLÄPUOLISTEN TILOJEN AISTINVARAINEN ARVIOINTI	41
11.5	JOHTOPÄÄTÖKSET	42
12	LIITTEET	42

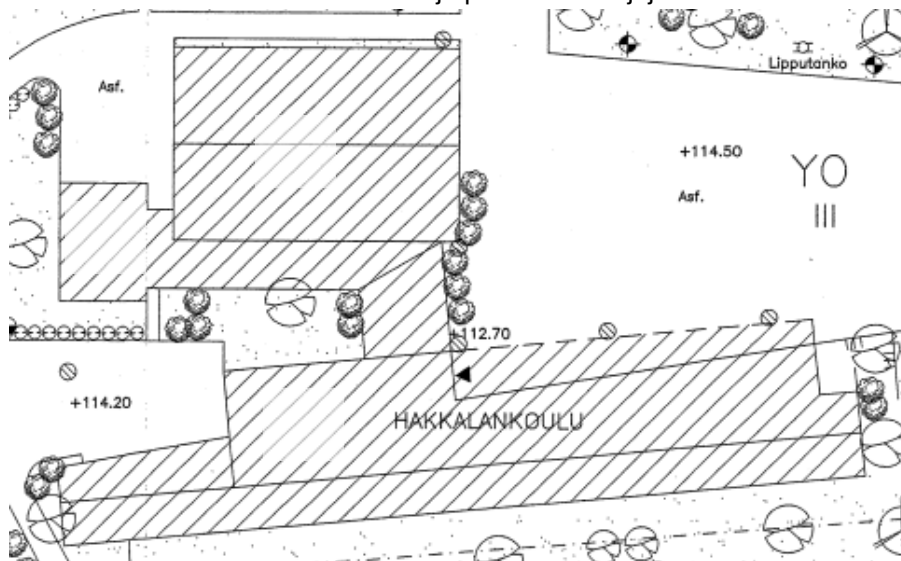
SISÄILMASTO JA KOSTEUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS

1 YLEISTIEDOT

Tutkimuskohde:
Pasaapelin koulu
Lamminraitti 35, Lammi

Lähtötiedot:

Pasaapelin koulurakennus on rakennettu vuonna 1969. Rakennuksessa on A, B ja C-osa. A-osassa tiloja on kahdessa tasossa, B- ja C-osa ovat yksikerroksisia. Rakennus on peruskorjattu 2004-2005, jolloin A- ja B-osat yhdistävä aulatila rakennettiin ja siivet peruskorjattiin. Etenkin A-osassa on koettu sisäilmaan viittaavaa oireilua ja poikkeavia hajuja.



Kuva 1. Asemapiirustus

Tilaaaja:
Mika Metsäälho
Linnan tilapalvelut, Hämeenlinna

Tutkimusryhmä:
Tutkimuksen tekijöinä olivat Sanna Pohjola, Hanna Kuitunen ja Milla Mattila.
Tutkimukset kohteessa tehtiin 16.5-6.6.2016. Lisäkäynti tehtiin 2.3 ja tekijöinä olivat Anna-Liisa Laukkanen ja Elisa Koskinen

Tutkimustavoite:
Tutkimus tarkoituksena oli tutkia sisäilman laatua ja laatuun vaikuttavia riskitekijöitä. Tutkimuksessa on selvitetty sisäilman laadun epäpuhtauksia sekä pistokoeluentoisesti rakenteiden kosteutta ja kosteusteknistä kuntoa rakenneavauksilla sekä rakenteiden ilmatiiveyttä.

Piirustukset:

Rakennepiirustuksia. Insinööritoimisto Nirsilä Ky 24.1.1967 - 12.2.1968
Muutos. Arkkitehtitoimisto Tulonen 3.5.2001
Vesijohdot ja viemärit. LVIS_Insinööritoimisto Timo Vättö Oy 20.5.2001
Saneeraus, Lämpö. Insinööritoimisto Granlund Lahti Oy 14.2.2003
Muutos- ja korjaustyöt, pääpiirustukset. Arkkitehtitoimisto Satu Päivärinne Oy
24.09.2004

Kohteesta on ollut käytettävissä yksittäisiä piirustuksia vuodelta 1968 ja 2001, 2003-2004. Rakennetyyppien sijaintikaavio puuttuu.

2 KÄYTETYT MITTA- JA NÄYTTEENOTTOLAITTEET

Mikrobipumppu	Thomas VTE 10 ja Andersen 6-vaihekeräin
VOC pumppu	SKC Model 222-3
Lämpötila- ja kosteusmittari	Vaisala HM40, anturi HMP110
Paine-eromittari	TSI Airflow PVM610, Tinytag 550942 Dwyer-paine-eromittari ja Tinytag-tiedonkeruujärjestelmä
Pintakosteusilmaisim	Gann hydrotest LG 1
Kosteusmittari	Vaisala HMP41, mittapää HMP44
Merkkiainelaitteisto	Wika GIR-10
Alipaineistaja	Blowerdoor
Ilmamäärämittari	SwemaFlow 125D

3 ALAPOHJAT



Kuva 2. Alapohjarakenteet ovat pääosin maanvaraisia.

3.1 RAKENNETYYBIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN

Alapohjarakenteeseen tehtiin rakenneavaukset luokkaan 118 ja 113 sekä opettajan työtilaan 106 ja 310. Avauspaikat on merkittynä pohjakuviin liitteeseen 2. Rakennetyypit olivat ylhäältä alaspäin seuraavat:

AP1, AV7 luokassa 118 ja AV12 tilassa 113
muovimatto, musta liima luokassa 118 (ASB1), vaalea liima tilassa 113
tasoite
100 mm teräsbetoni
100 mm kevytsorabetoni (MR1)
muovi
ilmatila (n. 2 cm)
hiekkasora

AP2, entinen kylmiö AV11 opettajan työtilassa 106
muovimatto, vaalea liima
tasoite
95 mm teräsbetoni
bitumisively (PAH1)
100 mm kevytsorabetoni
muovi
ilmatila (n. 2 cm)
sora/hiekka



Kuva 3. AP1 Rakenneavaus luokassa 118

AP3, AV15 opettajan työtilassa 310 ja AV16 aulassa 101c

muovimatto

23 mm lastulevy

puukoolaus, ilmatila

vanha betonilattia



Kuva 4. AP2 rakenneavaus tilassa 106. Tilassa ollut aiemmin kylmiö. Alapohjan kevytsorabetonin päällä bitumisively.

3.2 RAKENTEEN KOSTEUS

Alapohjarakenteiden kosteus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella koko rakennuksessa. Pintakosteudenilmaisimella havaittiin kohonneita kosteuskertoimia paikoin siivouskaapissa/varastossa 121 ja 122a fysiikka/kemian varastossa sekä aulassa 101c. Kohdat on merkitty pohjakuvaan liitteessä 3.

Lattiapinnoitteiden alapuolinen kosteus tarkastettiin ns. viiltomittausmenetelmän avulla 9 eri tilassa. Tulokset on esitetty liitteessä 1. Aulassa 101c, siivouskaapissa/varastossa 121, opettajien työtilassa 106, sekä biologian luokassa 313 havaittiin kohonneita kosteuskertoimia lattiapinnoitteen alla (RH 93,5-96,4 %, t 19,7-21,6°C). Kemian/fysiikan varastossa 122b suhteellinen kosteus lattiapinnoitteen alla oli 89,8 %. Ko. kohdilla havaittiin lattiapinnoitteen alla pistävää hajua sekä aulassa 101c mikrobiperäistä hajua.

Lisäksi lattiarakenteen rakennekosteus mitattiin eri rakennesyvyyksiltä kolmesta eri tilasta. Mittaukset tehtiin fysiikan/kemia varastossa 122a, opettajien työtilasta 106 sekä biologian luokasta 313. Tulokset on esitetty liitteessä 1. Betonilaatan kosteus oli kohonnut kaikissa mittauspisteissä eri rakennesyvyyksissä (RH 94,8-99,3 %, t 19,4-21,3°C).

3.3 ILMATIIVEYSTUTKIMUKSET

Alapohjien ilmatiiveyttä tutkittiin fysiikka/kemian luokassa 118 (AP1), opettajien työtilassa 106 (AP2) ja kotitalousluokassa 114 (AP1) merkkiainekaasun ja kaasuanalysaattorin avulla. Merkkiainekaasu laskettiin maatayttyöön alapohjaan

poratun reiän kautta. Tilat alipaineistettiin rakenteisiin nähden noin 10 Pascalin alipaineeseen. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 4.

Fysiikka/kemian luokassa 118 ilmavuotoja havaittiin paikoin ulkoseinän ja alapohjan liittymissä, väliseinän ja alapohjan liittymissä sekä putkiläpivienneissä (liite 4.4). Opettajien työtilassa 106 ilmavuotoja havaittiin väliseinän ja alapohjan liittymässä sekä alapohjan ja pilarin liittymissä (liite 4.7). Kotitalousluokassa ilmavuotokohtia havaittiin alapohjan ja ulkoseinän liittymissä, alapohjan ja pilarin liittymässä, alapohjan ja väliseinän liittymissä sekä putkiläpivienneissä (liite 4.8).

3.4 RAKENTEIDEN PAINESUHTEET

Alapohjan ja sisäilman välisiä painesuhteita seurattiin jatkuvatoimisilla seurantamittalaitteilla noin kahden viikon ajan tilassa 106. Seurantamittauskäyrät on esitetty graafisesti liitteessä 5.3.

Alapohja oli mittausten perusteella koko mittausjakson ajan ylipaineinen sisäilmaan nähden, jolloin alapohjalaatan alapuoliset epäpuhtaudet eivät pääse siirtymään sisäilmaan.

3.5 MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO

Alapohjarakenteissa AP1 ja AP2 ei ole orgaanisia materiaaleja. Kevytsorabetonista otettiin luokassa 118 materiaalinäyte mikrobiviljelyä varten (MR1). Näytteessä kasvoi alle määritysrajan homesieni-itiöitä, bakteereita ja aktinomykeettejä.

Alapohjan betonilaatan päälle on rakennettu puukoolattu portaikko aulassa 101C sekä puukorokelattia opettajan työtilassa 310 (AP3). Rakenteisiin tehtiin avaukset ja materiaalien kuntoa arvioitiin aistinvaraisesti. Opettajan työtilassa puukorokelattia oli rakennettu vanhan muovimaton päälle. Puumateriaaleissa ei havaittu avauskohdissa kosteuden aiheuttamia jälkiä tai poikkeavaa hajua.

Aulassa 101c oli lattiapinnoitteen alla sekä alapohjan betonilaatassa havaittu kohonneita kosteuslukuarvoja. Koolauspuusta, joka oli betonilaattaa vasten, otettiin materiaalinäyte mikrobiviljelyä varten (MR15). Näytteessä kasvoi alle määritysrajan bakteereita ja aktinomykeettejä ja vähäisiä määriä homesieniä. Näyte on viljelytuloksen perusteella kunnossa.



Kuvat 5 ja 6. Puukorokelattia opettajan työtilassa 310 rakennettu vanhan muovimaton päälle (vasemmalla). Portaikko rakennettu aulassa 101c betonilattian päällä (oikealla). Puurakenteissa ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä tai poikkeavaa hajua.

3.6 RAKENNUSMATERIAALIEN HAITTA-AINEET

3.6.1 ASBESTI

Luokassa 118 lattiapinnoitteena oli muovimatto, jonka alapuolella oli musta liima. Mustasta liimasta otettiin näyte asbestisisällön määrittämistä varten. Näyte sisälsi asbestia (krysotiiliasbesti), mikä on otettava huomioon rakennetta purettaessa. Tilassa 113 muovimatto oli kiinnitetty vaalealla liimalla.

3.6.2 PAH-YHDISTEET

Kevytsorabetonilaatan yläpinnassa on bitumisively entisen kylmiön alueella (AP2). Rakenneavauskohdasta 11 (opettajan työtila) määritettiin bitumisivelyn sisältämät PAH-yhdisteet. PAH-yhdisteet analysoitiin Metropolilabissa GC/MS menetelmällä. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Bitumisively sisälsi PAH-yhdisteitä 2 mg/kg PAH-yhdisteitä, mikä alittaa kaatopaikkakelpoisen purkujätteen raja-arvon (150 mg/kg).

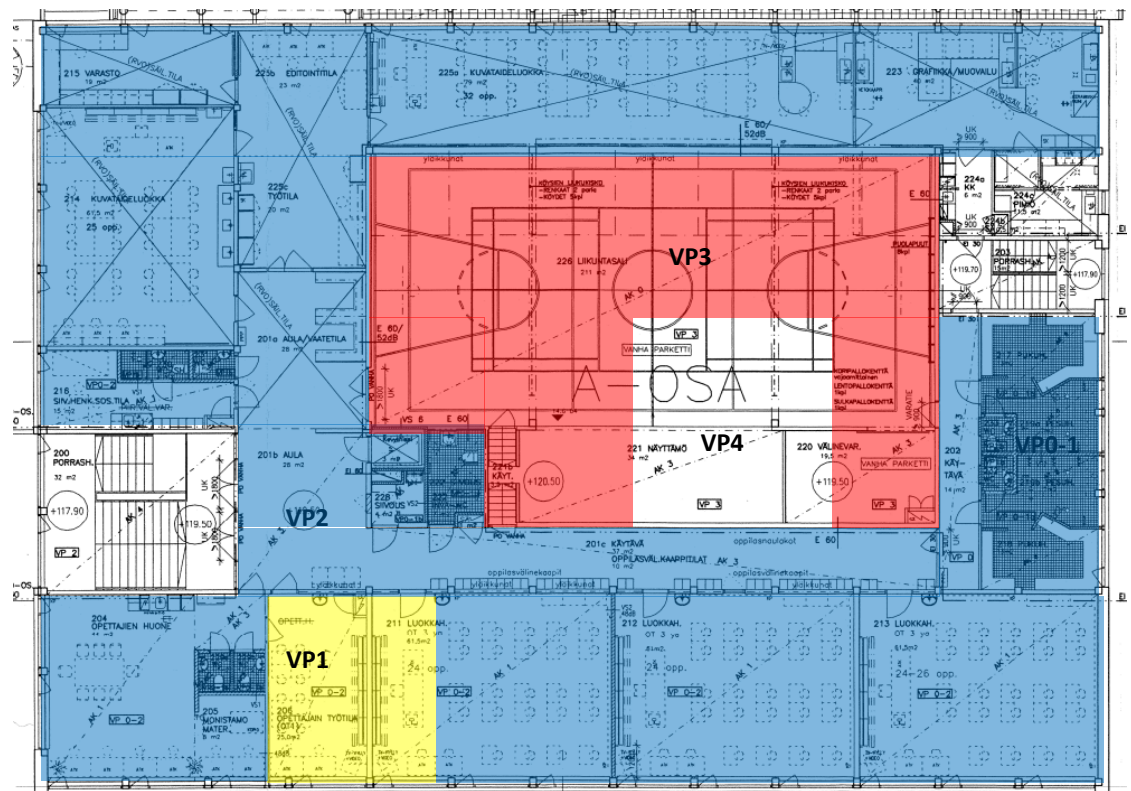
3.7 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Rakennusosien alapohjarakenteet on arvioitu pääosin kuiviksi. A-osan tiloissa 101c, 121, 106 ja 122a sekä B-osan tilassa 313 on todettu poikkeavaa kosteutta muovipintaisten lattiapäällysteiden alla ja alapohjarakenteessa. Tiloissa 101c ja 313 kosteus on rajoittunut n. 2 m² alueelle. Kosteuden on arvioitu siirtyvän tiiviiden muovimattojen alle maaperästä. On myös mahdollista, että tilan 106 käyttö kylmävarastona on aiheutunut rakenteeseen kosteutta.
- Tilojen 101c, 121, 106, 122b ja 313 kohdilla lattiapinnoitteen alla on havaittu poikkeavaa hajua. Aulassa 101c lattiapinnoitteen alla havaittiin myös mikrobiperäistä hajua. Alustabetonin pitkään jatkuva kosteus voi aiheuttaa liima- ja tasoiteaineiden hajoamisreaktioita ja päästöjä sisäilmaan sekä edistää mikrobikasvun syntymistä lattiapinnoitteen alapinnalle.
- Alapohjarakenteiden liittymät ulkoseiniin, kantaviin välisseiniin ja läpivientikohdat eivät ole ilmatiiviitä, jolloin maaperän epäpuhtaudet voivat kulkeutua huoneilmaan ja heikentää sisäilman laatua.

3.8 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Lattiapäällysteet uusitaan kauttaaltaan tiloissa 121, 122a/b ja 106 sekä kosteaksi havaituilta kohdin tiloissa 101c ja 313. Tilassa 101c puretaan koolatut levyrakenteet alapohjalaatan päältä ja rakenne uusitaan tarvittaessa kosteutta kestävillä materiaaleilla. Lattiapinnoitteeksi suositellaan vesihöyryn läpäisevää pinnoitetta.
- Alapohjan liittymien ja läpivientien ilmatiiveyttä suositellaan lisättävän tiloissa 101c, 121, 106, 122a ja b, 313, joissa uusitaan lattiapäällysteet.
- Muutoin alapohjarakenteiden AP1-AP3 tiivistyskorjaukset tehdään viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa. Jos yksittäisiin tiloihin tehdään esimerkiksi ulkoseinien tiivistyskorjauksia jo aiemmin, on suositeltavaa tiivistää samassa yhteydessä myös alapohjan rakenneliittymät ja läpiviennit ilmatiiviiksi.

4 VÄLIPOHJAT, RAKENNUSOSA A



Kuva 7. Välipohjan mahdolliset rakennetyypit, 1. kerros

Välipohjan rakennetyypit ja niiden sijainti on arvioitu tehtyjen avausten perusteella.

4.1 RAKENNETYYPIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN

Ensimmäisen ja toisen kerroksen väliseen välipohjaan tehtiin rakenneavaukset neljässä eri tilassa. Rakenne on avausten perusteella ylhäältä alaspäin seuraava:

VP1, AV1 tila 206
 muovimatto, vaalea liima
 tasoite (MR10)
 vesieriste
 65 mm teräsbetoni
 5 mm mineraalivilla (MR8)
 teräsbetoni

VP2, AV3 käytävä
 muovimatto, vaalea liima
 tasoite
 65 mm teräsbetoni
 pahvi (MR9)
 5 mm mineraalivilla
 teräsbetoni

Kuva 8. Rakenneavaus 1 tilassa 206 (VP1). Tilassa on aiemmin tapahtuneen vesivahingon seurauksena uusittu lattiapinnoite ja asennettu lattiapinnoitteen alle vesieriste.



VP3, AV6 välinevarasto 220

30 mm pontattu lauta

120 mm koolaus, osin mineraalivilla (MR11)
teräsbetoni



Kuva 9. Rakenneavaus 3 käytävällä (VP2)



Kuvat 10 ja 11. VP3 välipohjatyypin. Rakenne tarkastettiin välinevarastossa 220.

Tekstiililuokan varastotilassa 110 avattiin alaslaskettua kattoa, jotta nähtiin yläpuolinen rakenne. Tila sijaitsee vanhan kylmiön alueella. Alaslasketun katon yläpuolella oli kantavan teräsbetonilaatan alapinnassa bitumisively. Rakenne alhaalta ylöspäin:

VP4, entinen kylmiö AV10 varasto 130

alaslaskettu katto
ilmaväli
bitumisively (PAH2)
kantava teräsbetoni



Kuva 12. Rakenneavaus 10 varaston 130 kattoon. Tilan 106 katossa on myös paikoin vanhaa mineraalivillaeristettä kiinni bitumisivelyssä. Opettajan työtilassa 106 havaittiin mikrobiperäistä hajua. Tila sijaitsee entisen kylmiön alueella. Käyttäjät ovat valittaneet poikkeavasta hajusta myös tekstiilityön luokan yhteydessä olevassa varastossa 130.

4.2 RAKENTEEN KOSTEUS

Välipohjarakenteen kosteus kartoitettiin kaikissa tiloissa pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita kosteuslukemia ei havaittu.

Lattiapinnoitteiden alapuolinen kosteus tarkastettiin ns. viiltomittausmenetelmän avulla 5 eri tilassa. Tulokset on esitetty liitteessä 1. Kohonneita kosteuslukemia lattiapinnoitteen alla ei havaittu (RH 34,2-78,6 %, t 21,0-23,4°C). Mittauspisteissä ei lattiapinnoitteen alla havaittu poikkeavaa hajua.

4.3 RAKENTEEN ILMATIIVEYS

Välipohjan ilmatiiveyttä tutkittiin opettajien työtilassa 206 merkkiaineakaasun ja kaasuanalysointilaitteen avulla. Tila alipaineistettiin rakenteeseen nähden noin 10 Pascalin alipaineineeseen tutkimuksen ajaksi. Merkkiaineakaasu päästettiin välipohjarakenteen eristetilaan poratusta reiästä. Tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 4.

Opettajien työtilassa ilmapuotoja havaittiin lattian ja väliseinän liittymässä (liite 4.1).

4.4 MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO

Välipohjan rakennusmateriaaleista otettiin rakenneavauskohdissa materiaalinäytteitä mikrobiviljelyä varten (MR8-10). Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Rakennusmateriaaleissa (mineraalivilla, pahvi, tasoite/vesieriste) kasvoi alle määräysrajan sieni-itiöitä ja aktinomykeettejä. Rakennusmateriaalit ovat viljelytuloksen perusteella kunnossa.

4.5 MUUT HAVAINNOT

Kotitalousluokassa 114 havaittiin välipohjan teräsbetoni-alaan alapuolella vanhoja muottilautoja. Näissä ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 13. Välipohjan muottilaudoitusta tilassa 114.



Kuva 14. Välinevarastossa 220 oli vanhat käytöstä poistetut putket tiivistämättä.

4.6 MATERIAALIEN HAITTA-AINEET

4.6.1 PAH-YHDISTEET

Vanhan kylmiön alueella on bitumisively katossa betonilaatan alapuolella. Tilan 130 katosta otettiin bitumisivelystä näyte PAH-yhdisteiden määrittämistä varten. Tulos on esitetty liitteessä 1.

Bitumisively sisälsi PAH-yhdisteitä 51 mg/kg PAH-yhdisteitä, mikä alittaa kaatopaikkakelpoisen purkujätteen raja-arvon (150 mg/kg).

4.7 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Välipohjarakenteet olivat tutkimusten mukaan kuivia. Rakennepintojen kunto oli yleisesti tyydyttävä.
- Entisten kylmiötilojen (VP4) kattopinnoilla on jäljellä bitumisively ja tilan 106 kohdalla jäänteitä mineraalivillaeristeistä. Mineraalivillaeristeissä oli havaittavissa voimakasta mikrobiperäistä hajua, mikä heikentää sisäilman laatua merkittävästi.
- Välipohjien läpivientejä on jätetty paikoittain tiivistämättä. Esimerkiksi välinevarastossa 220 on tiivistämättömiä läpivientejä, joiden kautta voi kulkeutua epäpuhtaampaa ilmaa huonetilaan päin.
- Välipohjarakenteissa VP1-VP3 on ohut mineraalivillaeriste ääneneristeenä. Eristekerroksesta on todettu ilmavuotoja huoneilmaan päin. Eristemateriaalin kosteusteknisessä kunnossa ei ole todettu poikkeavaa, joka vähentää välipohjien liittymien tiivistämisen kiireellisyyttä.

Tilan 206 lattiaan on asennettu vedeneristys lattiapinnan alle. Lattiapäällysteenä on nykyään muovimatto. Pintabetonivalu on kahden tiiviin rakennekerroksen välissä, mikä on rakennefysikaalinen riskitekijä.

4.8 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Tilojen käyttäjäkokemusten perusteella välipohjan liittymien tiivistäminen tehdään tiloissa 206 ja 211 muiden rakenneliittymien tiivistystyön yhteydessä. Tilan 220 käytöstä poistetut putket suljetaan ilmatiiviisti. Kaikki välipohjan läpiviennit ja välipohjan liittymät suositellaan tiivistettäväksi viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa.
- Entisen kylmävaraston (VP4-alue) katon bitumi- ja mineraalivillaeristejäänteet poistetaan puhtaaseen betonipintaan asti. Työ tehdään ns. kiireellisenä korjaustoimenpiteenä.
- Tilan 206 muovipintainen lattiapinta poistetaan. Tilalle asennetaan uusi vesihöyryä läpäisevämpi lattiapäällyste esimerkiksi kuivapuristelaatat.

5 ULKOSEINÄT

5.1 RAKENNETYYBIT RAKENNEAVAUSTEN MUKAAN

Ulkoseinärakenteeseen tehtiin rakenneavauksia rakennetyyppien ja rakenteen kunnon selvittämiseksi. Avaukset tehtiin ensimmäisen kerroksen luokkiin 118, 114, 135 ja 313 sekä toisen kerroksen tilaan 206. Rakennetyypit ovat avausten perusteella sisältä ulospäin seuraavat:

US1, A-osa AV8 ja AV9 luokka 118 ja AV13 tila 114

maali
30 mm rappaus
100 mm tiili
50 mm mineraalivilla (MR3-5)
bitumisively
30 mm kevytsorabetoni
80 mm teräsbetoni
sokkelihalkaisu 50 mm korkki

US2, A-osa 2. krs AV2 tila 206

maali
30 mm rappaus
100 mm tiili
50 mm mineraalivilla (MR6)
100 mm tiili

US3, B-osa AV14 luokka 313

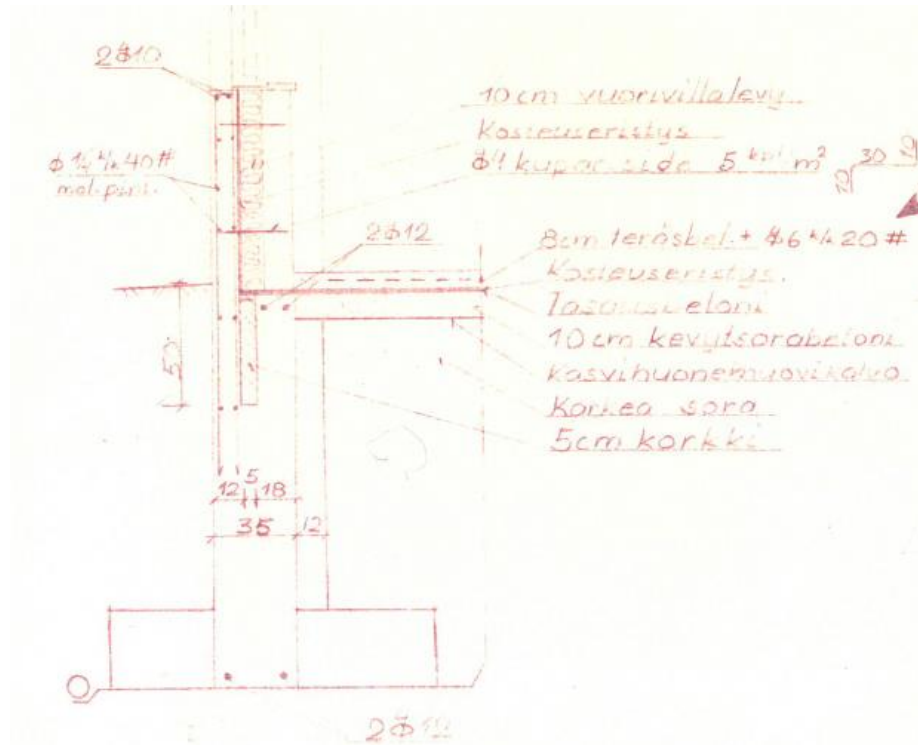
100 mm maalattu tiili
100 mm mineraalivilla (MR7)
bitumisively
betoni



Kuva 15. US1 rakenneavaus luokassa 118. Valesokkelin sisäpinnalla bitumisively.



Kuvat 16 ja 17. Rakenneavaus 2 tilassa 206 (US2). Ulkoseinätiilen sisäpinnalla ei ole bitumisivelyä.



Kuva 18. Sokkelihalkaisueristeenä on käytetty korkkia. Sokkelihalkaisusta on ilmayhteys ulkoseinän eristetilaan.

5.2 RAKENTEEN KOSTEUS

Ulkoseinärakenteiden kosteus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita kosteuslukuarvoja ei havaittu.

5.3 RAKENTEEN ILMATIIVEYS

Ulkoseinärakenteen ilmatiiveyttä tutkittiin fysiikan/kemian luokassa 118, kotitalousluokassa 114 ja opettajan työtilassa 206 merkkiainekaasun ja kaasuanalysaattorin avulla. Tilat alipaineistettiin rakenteeseen nähden noin 10 Pascalin alipaineineeseen tutkimuksen ajaksi. Tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 4.

Ilmavuotoja havaittiin tutkituissa tiloissa ulkoseinän ja alapohjan liittymässä sekä ikkunaliittymissä. Pistemäisiä vuotokohtia havaittiin patteri- ja putkikannakkeiden kohdilla, pilarin ja ulkoseinän liittymissä sekä välipohjan ja ulkoseinän liittymässä. Ilmavuotokohtia havaittiin myös tilassa 118 seinän yläosassa olevassa liikuntasaumassa (liite 4.6).

5.4 MATERIAALIEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO

Ulkoseinän mineraalivillaeristeestä otettiin seinän alaosista kaikista avauskohdista materiaalinäytteet mikrobiviljelyä varten (MR3-7). Tulokset on esitetty liitteessä 1. Luokan 118 avauskohdasta 8 otetussa näytteessä (MR3) havaittiin

aktinomykeettejä 500 kpl/g. Ko. näytteessä kasvoi bakteereita yli ohjearvon ja vähäisiä määriä sieni-itiöitä. Rakenneavauskohdassa 8 havaittiin avauskohdassa mikrobiperäinen haju. Avauskohta 8 sijaitsi kohdassa, jossa ulkopuolinen maanpinnan taso oli ylempänä kuin näytteenottoa. Muissa mineraalivillaeristenäytteissä aktinomykeettejä kasvoi alle määritysrajan. Muissa näytteissä ei todettu poikkeavaa hajua.

Avauskohta 9 sijaitsi samassa luokassa kuin avauskohta 8, mutta kohdassa, jossa maanpinta oli alempana kuin näytteenottoa. Näytteessä (MR4) kasvoi sieni-itiöitä jonkun verran ja niiden joukossa havaittiin vähäisiä määriä *Aspergillus versicolor*- kosteusvaurioindikaattorilajia. Ohjearvot eivät ylittyneet.

Kotitalousluokasta 114, opettajain työtilasta 206 ja luokasta 313 otetuissa mineraalivillaeristenäytteissä ei havaittu poikkeavaa mikrobikasvua.

Sokkelihalkaisussa on käytetty eristeenä 50 mm korkkia. Rakenneavaus 17 tehtiin luokan 135 ulkoseinän alaosaan (lattiapinnan alapuolelle) ulkokautta ja korkkieristeestä otettiin materiaalinäyte (MR2) mikrobiviljelyyn. Näytteessä kasvoi yli ohjearvon aktinomykeettejä ja jonkin verran myös *Acremonium*-kosteusvaurioindikaattorilajia. Viljelytuloksen perusteella korkkieriste on mikrobivaurioitunut.

5.5 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Ulkoseinien lämmöneristeiden kuntoa on tutkittu tarkemmin A-osan tiloissa 114, 118 ja 206 sekä B-osan tilassa 313. Sokkelieristeen kuntoa on tutkittu A-osan tilan 135 kohdalta. Ulkoseinien kosteusteknisessä kunnossa ei ole todettu poikkeavaa tilaa 118 lukuun ottamatta.
- Tilassa 118 ulkoseinän US1 kosteustekninen kunto on heikentynyt ulkoseinien nurkkauksessa, jossa mineraalivillaeristemateriaaleissa todettiin poikkeavaa mikrobiperäistä hajua ja poikkeavaa mikrobikasvustoa. vaurioitumiseen on voinut vaikuttaa maaperästä siirtyvä kosteus ja / tai rakenteeseen kohdistuvat sade- ja sulamisvedet. Rakenteessa havaittua mikrobiperäistä hajua on voinut aiheuttaa myös sokkelin orgaaninen korkkieriste. Vastaavia havaintoja ei tehty muiden rakenneavausten kohdalla. Sisäilman laadun kannalta tilassa 118 ulkoseinänurkkauksen lämmöneristeet suositellaan uusittavaksi vaurioituneilta osin.
- Sokkelin korkkieristeessä on todettu mikrobiperäisiä epäpuhtauksia tilan 135 kohdalta tutkittuna. Orgaaninen korkkieriste vaurioituu herkästi liiallisesta kosteudesta. Tutkitussa eristemateriaalissa ei todettu kuitenkaan kosteuden aiheuttamia väri- tai rakennemuutoksia. Sokkelin korkkieristeen mikrobiperäiset epäpuhtaudet voivat liittyä mm. maaperän epäpuhtauksiin. Sokkelin korkkieristeestä kulkeutuu mikrobiperäisiä epäpuhtauksia sisäilmaan tiivistämättömien rakenneliittymien kautta.
- Ulkoseinien liittymät ja läpiviennit eivät ole ilmatiiviit, jolloin ulkoseinän lämmöneristeistä (mineraalivillaeristeestä, korkkieristeestä) voi kulkeutua epäpuhtauksia huoneilmaan. Hyvän sisäilman laadun kannalta rakenteiden

liittymien ja läpivientien tulisi olla ilmatiiviitä. Ulkoseinien liittymät ja läpiviennit suositellaan tiivistettävän ilmatiiviiksi.

5.6 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- tilassa 118 uusitaan ulkoseinän alaosan lämmöneristemateriaalit ulkoseinänurkkauksen alueelta. Tarkempi korjauslaajuus ja korjaustapa arvioidaan purkutyön yhteydessä. Rakenteeseen asennetaan uusi lämmöneristemateriaali ja ilmatiivis sisäkuori.
- Ulkoseinät tiivistetään alapohja- ja sokkelirakenteita vasten olevissa tiloissa. Tiivistystoimenpiteiden toteuttamista ja niiden kiireellisyysjärjestystä mm. toisen kerroksen tiloissa voidaan arvioida tilojen käyttäjäkokemusten perusteella. Ennen tiivistyskorjausten käynnistämistä ulkoseinän alaosan lämmöneristetilän kosteus on tarkastettava porareikämenetelmällä. Kaikki ulkoseinät tiivistetään viimeistään seuraavassa peruskorjauksessa.

6 VÄLISEINÄT

6.1 RAKENNETYYPIT

VS1, kantavat väliseinät yleensä
maalattu betoni/tiili

VS2, AV5 kuvataideluokassa 225a
13 mm sasmox
13 mm kipsilevy
200 mm mineraalivilla

Liikuntasalin ja kuvataideluokan välinen oviaukko oli levytetty umpeen. Muutoin väliseinät olivat rakennuksessa betoni- tai tiilirakenteisia. Kantavien väliseinien sijaintia ei ole tutkimuksessa määritetty tarkemmin.

6.2 RAKENTEEN KOSTEUS

Väliseinärakenteiden kosteus kartoitettiin pintakosteudenilmaisimella. Kohonneita kosteuslukuarvoja havaittiin seinän alaosassa fysiikan ja kemian varastossa 122a. Väliseinän tasoite ja maalipinta kupruili tällä kohden.



Kuva 19. Fysiikan ja kemian varaston 122a:n pintakosteudenilmaisimella mitattu kostea väliseinä.

Vaatetilan 301b väliseinässä havaittiin tiilessä maalipinnan hilseilyä. Kohonneita kosteuskulukarvoja ei tällä kohdin kuitenkaan havaittu.



Kuva 20. Vaate-tilan 301b väliseinässä havaittiin tiilessä maalipinnan hilseilyä.

Väliseinärakenteen kosteus tarkastettiin fysiikan ja kemian varaston 122a:n kohdalla porareikämenetelmän avulla kahdelta eri syvyydeltä (30mm ja 60 mm). Rakenne oli tällä kohdin molemmilla syvyyksillä mitattuna kostea (RH 94,8 – 95,8 %, lämpötila 21,0 – 21,3 °C).

Kuvataideluokan ja liikuntasalin välin oviaukko oli levytetty umpeen (VS2). Levyseinän yläpuolella oli ikkunat, joista oli aiemmin pääsy vuotamaan vettä rakenteeseen. Kuvaamataidon luokan puolella oli nähtävillä vanhoja kosteuden aiheuttamia jälkiä kangastaulussa (Kuva 17). Eristetilan suhteellinen kosteus tarkastettiin. Rakenne oli kuiva (39,4 %).



Kuva 21. Vanhoja kosteuden aiheuttamia jälkiä kangastaulussa



Kuva 22. B-osan eteisen 301a kohdalla tiiliseinien väliä ei ole peitetty laskettujen kattojen takana.

6.3 RAKENTEEN MIKROBIOLOGINEN KUNTO

Kuvataideluokan VS2 väliseinärakenteen kunto tarkastettiin rakenneavauksesta 5. Sasmox-levyssä havaittiin seinän sisäpuolen puolella vanhoja kosteuden aiheuttamia jälkiä (Kuva 18). Ko. kohdasta otettiin näyte mikrobiviljelyä varten (MR13). Tulos on esitetty liitteessä 1. Näytteessä kasvoi erittäin runsaasti homesieniä. Avauskohdasta otetussa mineraalivillaeristeessä ei havaittu viitteitä mikrobivauriosta (MR12).



Kuva 23. Sasmox-levyssä vanhoja kosteuden aiheuttamia jälkiä. Kipsilevyn pahvissa ei havaittu tummumaa.

6.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- A-osan ensimmäisessä kerroksessa äliseinien alaosissa havaittiin paikoin kosteutta, joka nousee maaperästä.
- Liikuntasalin ja kuvataideluokan välinen oviaukko on levytetty umpeen. Seinän yläpuolisista ikkunoista oli aiemmin valunut vettä rakenteeseen. Väliseinän levyrakenteessa (sasmox) havaittiin mikrobivaurio.

6.5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- A-osan ensimmäisen kerroksen väliseinien alaosat suositellaan pinnoittamaan vesihöyryn läpäisevällä pinnoitteella alueella, joissa havaittiin kosteuden aiheuttamia pinnoitevaurioita.
- Väliseinän sasmox-levy ja kangastaulut kosteusvaurioalueella kuvataideluokassa 225a tulee poistaa.

7 YLÄPOHJA

7.1 RAKENNETYYBIT RAKENNEAVALUSTEN MUKAAN

Yläpohjarakennetta on uusittu peruskorjauksen yhteydessä 2000-luvun puolivälissä vesikatteen ja sisäkattolevyjien osalta. A- ja B osien Ilmanvaihtokonehuoneiden kohdalla on teräsbetoniset ontelobetonilaatat

Lähtökohtaisesti rakennusosien A, B ja C vesikattorakenteet on uusittu 2000-luvulla tehdyssä peruskorjauksessa. Yläpohjan alkuperäinen rakenne toistuu rakennetyypikuvauksen mukaisesti. Alakattorakenteita on asennettu eri aikakausina ja ne vaihtelevat tilakohtaisesti. Yläpohjarakenteiden korjaustyöselostusta, sijaintikaaviota, kattokannattajien sijaintikaaviota ei ole ollut piirustuksina saatavilla. Kattoon on kiinnitetty sähkö- ja taloteknisiä läpivientejä. Yläpohjarakenteet on esitetty tutkituilta osin liitteessä 8.

Yläpohjarakenne yleensä (esimerkkinä tila 213):

	1	KERMIKATE JA ALUSLAUDOITUS, RAKENNE EI TIEDOSSA	}	uusittu vesikatto
	2	ILMATILA/KATTOKANNATTAJAT		
	3	PUHALLUSVILLA/KATTOKANNATTAJAT, RAKENNEPAKSUUS EI OLE TIEDOSSA		
~4 mm	4	TUNTEMATON RAKENNUSLEVY	}	alkuperäinen yläpohja
~130 mm	5	LASIVILLAERISTE		
25 mm	6	KOOLAUS 25x100 K ?		
	7	RAKENNUSPAPERI, ILMANSULKU		
13 mm	8	ALAPINNALTA PINNOITETTU KIPSILEVY		
22 mm	9	MAALATTU HARVALAUDOITUS	}	alakattorakenteet vaihtelevat tilakohtaisesti
	10	HÖYRYNSULKUMUOVI		
13 mm	11	KIPSILEVY		
22 mm	12	KOOLAUS 22x100 K~400		
22 mm	13	KOOLAUS 22x100 K~300		
13 mm	14	REIITETTY ALAKATTOKIPSILEVY		



Kuva 24. Vesikate oli silmämääräisesti tarkastettuna siisti ja ehjä. Huopakatteen pinnalle kertynyt sammal suositellaan poistettavan.

7.2 RAKENTEEN KOSTEUS

Yläpohjarakenteen kosteutta tutkittiin ilmanvaihtokonehuoneen alapuolisissa tiloissa pistokoeluoontoisesti pintakosteudenilmaisimella. Muutoin yläpohjarakenteen kosteutta on arvioitu tehtyjen pienimuotoisten rakenneavausten perusteella sisäkautta.

A-osan toisen kerroksen katossa ilmanvaihtokonehuoneen kohdalla ontelobetonilaatan pinnalla ja putkiläpiviennin ympärillä havaittiin kosteuden aiheuttamia vanhoja kosteusjälkiä aulatilassa 201b ja tilassa 206. Rakenteissa ei todettu kohonneita pintakosteuslukuarvoja.



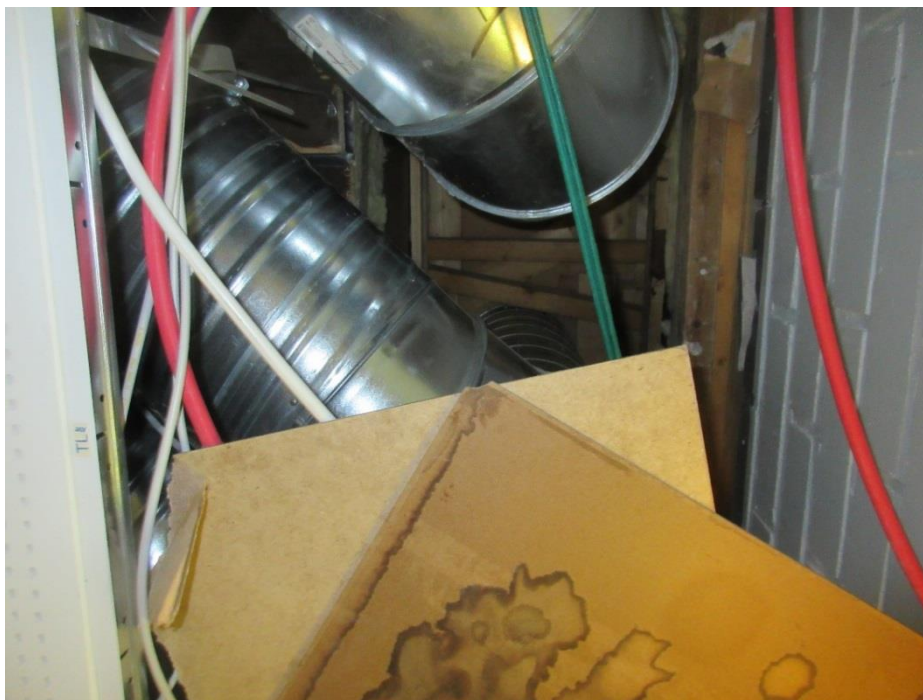
Kuva 25. Aulan 201b katossa ontelobetonilaattapinnoilla ja läpivientien ympärillä on vanhoja kosteusjälkiä, jotka ovat muodostuneet onteloon kertyneen veden tyhjennysreitteinä rakentamisen yhteydessä. Jäljillä ei ole laajempaa merkitystä sisäilman laatuun.



Kuva 26. A-osan luokkatilan 213 ja käytävän 202 alueella yläpohjan alapinnalta pinnoitetussa kipsilevyssä todettiin selvää mikrobiperäistä hajua ja värimuutoksia. Rakenteen vaurioitumista on voinut aiheuttaa mahdolliset aiemmat vesikattovuodot ennen peruskorjauksessa uusittua vesikatetta. Yläpohjatilaa ei ole tarkastusluukkua vesikatolta. Kuva käytävältä 202



Kuva 27. Käytävän 201c päädyssä, joka on tilan 213 vieressä havaittiin, että laskettujen kattolevyjen takana olevissa levyrakenteissa on epätasaisesti värjäytynyttä levyä. Levyrakenteen takana ilmansulkupaperissa tai lämmöneristeissä ei todettu kosteuden aiheuttamia väri- tai rakennemuutoksia. Levyjen pintaan on mahdollisesti tapahtunut väri- tai rakennemuutoksia jo työmaaolosuhteissa rakentamisen aikana.



Kuva 28. B-osan puutyöluokan 303 katossa ei ollut lämmöneristettä putkiläpivientien kohdalla noin 1 m² alueella. Yläpohjan sisäkattolevyjen tilalla oli vanerilevyjä, joissa oli vanhoja kosteusvalumajälkiä. Puutyöluokan yläpohjan taloteknisten läpivientien kohdalta on koettu kulkeutuvan kylmää ilmaa etenkin kohdepoistojen ollessa toiminnassa.

7.3 RAKENTEIDEN ILMATIIVEYS

Yläpohjan ilmatiiveyttä on arvioitu opettajan työtilassa 206 merkkiaineakaasun ja kaasuanalysaattorin avulla. Muutoin yläpohjarakenteiden ilmatiiveyttä arvioitiin rakennusosissa A, B ja C helmikuussa 2017 tehtyjen korjaustöiden yhteydessä tehtyjen rakenneavausten perusteella.

Ilmanvaihtokonehuoneen alla ontelobetonilaatan läpi johdetut putkiläpiviennit eivät ole ilmatiiviitä.



Kuva 29. Rakenneavausten perusteella on todettu, että yläpohjan ilmansulkua ei ole asennettu ilmatiiviisti. Ilmansulkupaperi tai höyrynsulku on pirstaleinen, eikä siinä ole yhtenäistä tiivistä pintaa, jonka voisi limittää tai asentaa ilmatiiviisti.



Kuva 30. Ontelobetonilaattojen läpiviennit ovat tiivistämättä. Kuva tilasta 206.

B-osan puutyöluokan 303 oviaukon yläpuolella yläpohjasta puuttuu kokonaan lämmöneristeet ja rakenne on kylmä. Sisäkaton kohdalle oli asennettu vanerilevy, jossa oli vanhoja kosteusjälkiä. Puutyöluokan yläpohjan ilmapuodot voimistuivat, kun tilan poistoilmamurit käynnistettiin.

B-osan tilan 319 kohdalla katon läpiviennin kohdalla havaittiin kosteusvalumajälki kotelorakenteessa, mikä voi viitata viemäriiliitoksen vuotoon.

7.4 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Rakennusosien A, B ja C yläpohjarakenteiden kosteustekninen kunto on tyydyttävä, mutta ilmatiiveys on heikko. Rakenteen ilmansulkupaperi tai perusparannuksessa asennettu höyrynsulkumuovi on monesta osasta koottu ja pirstaleinen sekä liittymistä kiinnittämättä, jolloin se ei toimi yhtenäisenä ilmatiiviinä kerroksena.
- Yläpohjan heikon ilmatiiveyden takia yläpohjan lämmöneristeestä on ilmayhteydet sisäilmaan, jolloin yläpohjan eristemateriaalien epäpuhtaudet mm. villapöly voivat kulkeutua sisäilmaan. Yläpohjan ilmapuodot huoneilmaan ovat sisäilman laatua heikentävä tekijä. Korjaustoimenpiteiden kiireellisyyttä vähentää yleisesti se, ettei vesikatteen kunnossa ja yläpohjan lämmöneristeissä ei ole todettu laajoja kosteuden aiheuttamia väri- tai rakennemuutoksia tiloja 213, 202 ja 319 lukuun ottamatta.
- Tilojen 202 ja 213 kohdalla yläpohjarakenteen kosteustekninen kunto on heikentynyt havaitun mikrobiperäisen hajun ja tilan 202 katon kipsilevyssä havaittujen värimuutosten takia. Rakenteiden vaurioitumiseen on voinut vaikuttaa vanhat vesikattovuodot rakennuksen käyttöhistorian aikana. Tilassa 319 puuttuu paikallisesti lämmöneristeet ja alakattolevyissä on vesivuotojälkiä.
- Alkuperäiseen yläpohjarakenteeseen asennettujen sisäkattorakenteiden asennustapa vaihtelee tilakohtaisesti ja tilan sisällä eri kohdissa. Erilaisia alakattorakenteita on todennäköisesti tehty rakennuksen eri aikoina tehtyjen korjaustöiden yhteydessä.
- Alakattopintoihin on nykyisellään kiinnitetty uudet alakattorakenteet, taloteknisiä ja sähkötekniisiä laitteita. Ennen yläpohjarakenteisiin kohdistettavia laajempia korjaustöitä yläpohjan kantavuus tulee selvittää. Yläpohjan kantavuudesta mm. kattokannattimien väleistä ei ole rakennepiirustuksissa tietoja
- Ilmanvaihtokonehuoneiden kohdalla ontelobetonilaatan läpiviennit on suositeltava tiivistää hyvän sisäilman laadun varmistamiseksi.

7.5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Tiloissa 202 ja 213 poistetaan yläpohjan vaurioituneet materiaalit, asennetaan uudet kuivat lämmöneristemateriaalit, ilmatiivis höyrynsulkumuovi ja uusi sisäkattorakenne. Ennen korjaustavan

tarkentamista tilojen 213 ja 202 alakattorakenteet puretaan havaittujen vaurioiden alueelta tarvittavassa laajuudessa

- Rakennusosien A, B ja C yläpohjarakenteisiin suositellaan asennettavaksi uusi ilmatiivis höyrynsulku / ilmansulku, jonka liittymät ja läpiviennit asennetaan ilmatiiviisti. Yläpohjan ilmatiiveyden parantaminen voidaan käynnistää esimerkiksi A-osan tiloista 202 ja 213 sekä B-osan puutyöluokasta 303. Osissa A ja B ilmanvaihtokonehuonetta vasten olevat läpiviennit tiivistetään ilmatiiviiksi

8 KUILURAKENTEET

8.1 PYSTYKUILUT

Aulassa 101c on nousukuilu, jonka tarkastusluukku avattiin (Kuva 22). Kuilun pohjalla oli viemäriputki, joka aiemmin oli ollut tulppaamatta. Nyt kuilussa ei havaittu poikkeavaa hajua. Putket oli eristetty pahvilla, josta otettiin näyte mikrobiviljelyä varten (MR 14). Tulos on esitetty liitteessä 1. Näytteessä kasvoi ohjearvon ylittävä määrä aktinomykeettejä.



Kuvat 31 ja 32. Aulan 101c nousukuilu. Putken pahvieriste mikrobivaurioitunut.

Vaateaulassa 101a on pystyputkikuilu, josta on suora ilmayhteys alaslasketun katon päälle. Kuilun pohjalla havaittiin rakennusjätettä (Kuva 25).



Kuva 33 ja 34. Vaateaulan 101a putkikuilusta oli suora ilmayhteys alaslasketun katon päälle.



Kuva 35. Putkikuilun 101a pohjalla oli havaittavissa rakennusjätettä.

Kattokaivojen viemärit kulkevat rakennuksen sisällä koteloissa. Luokassa 211 kotelorakennetta avattiin. Kuilussa ei havaittu mineraalivillaeristeissä kosteuden aiheuttamia jälkiä eikä kuilussa poikkeavaa hajua (Kuva 26).



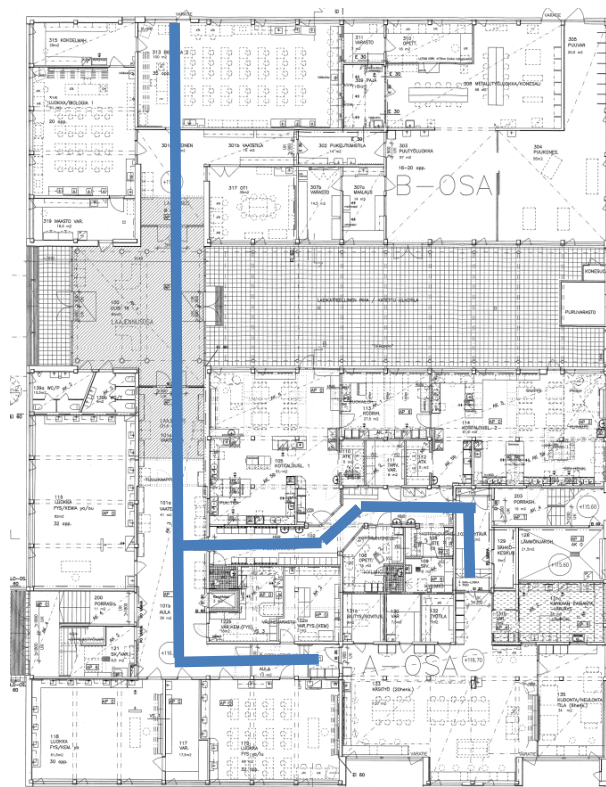
Kuva 36. Kotelorakenne luokassa 211.

8.2 PUTKIKANAALIT

Rakennuksen alapuolella kulkee putkikanaali (Kuva 28). Putkikanaaliin on useita tarkastusluukkuja. Kanaalin kunto tarkastettiin avaamalla tarkastusluukku käytävällä 103. Putkikanaalissa havaittiin rakennusjätettä ja puumateriaaleja. Putkikanaalissa ei havaittu poikkeavaa hajua. Tarkastusluukut eivät olleet aistinvaraisesti arvioiden ilmatiiviitä.



Kuvat 37 ja 38. Putkikanaali kuvattuna käytävältä 103.



Kuva 39. Putkikanaalin sijainti.

8.3 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Aulan 101C pystykuilussa olevien putkien pahvieriste on mikrobivaurioitunut.
- Pystykuilut ovat epätiivitä (luukut ja kuilujen yläosat), jolloin epäpuhtaudet pääsevät siirtymään kuilurakenteista sisäilmaan.

-
- Rakennuksen alla olevassa putkikanaalissa havaittiin orgaanisia materiaaleja. Tarkastusluukut eivät ole ilmatiiviitä, jolloin epäpuhtaudet pääsevät siirtymään mahdollisten ilmavirtausten mukana sisäilmaan.

8.4 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Mikrobivaurioituneet pahvieristeet aulan 101c nousukuilusta tulee poistaa.
- Nousukuilun 101a yläosa tulee tiivistää ilmatiiviiksi ja nousukuilu puhdistaa.
- Putkikanaali tulee puhdistaa orgaanisesta materiaalista ja tarkastusluukut suositellaan uusimaan ilmatiiviiksi.

9 MUUT HAVAINNOT

A-osan luokassa 211 havaittiin sisään tullessa sisäilmassa poikkeavaa hajua (kosteaa betoni). Peruskorjauksen yhteydessä opettajan tilan 206 ja luokan 211 lattiapinta oli kastunut. Lattiapinnoitteet oli vaurioalueelta uusittu saatujen tietojen mukaan kahteen kertaan, sillä muovimattolattiapinnoite oli alkanut kupruilemaan. Tässä yhteydessä lattiapinnoitteen alle oli asennettu myös vesieriste. Lattiapinnoitteen alla ei tilassa poikkeavaa hajua havaittu. Välipohjassa havaittiin ilmavuotoja väliseinän ja välipohjan liittymässä, joten on mahdollista, että haju pääsee välipohjarakenteesta sisäilmaan ilmavuotokohtien kautta.

Hajulähteen selvittämiseksi luokassa olevan kattokaivon viemäriputken kotelointi avattiin, eikä kuilussa havaittu poikkeavaa hajua. Myös ilmanvaihtohormien kotelointi katossa avattiin, eikä materiaaleissa havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä tai koteloinnin sisällä poikkeavaa hajua. Tilassa on lavuaari, jonka vesi- ja viemäriputket menevät välipohjaan (Kuva 29). Viemäriputken liitokset suositellaan tarkastettavan, jotta hajuja ei pääse tästä sisäilmaan.

B-osan varastossa 319 on havaittu putkiläpiviennin kotelorakenne, jossa on kosteusvalumajälkiä.



Kuva 40. Vesi- ja viemäriputkiläpiviennit luokassa 211.

Siivousvälinevarastossa 121 on kaksi luukkua portaikon alapuoliseen tilaan (Kuva 30). Portaikon alapuolisessa tilassa havaittiin voimakas mikrobiperäinen haju. Luukut eivät ole tiiviitä ja mm. siivoajat käyttävät tilaa varastotilana, joten epäpuhtaudet pääsevät siirtymään luukun kautta siivousvälinevarastoon. Portaikon alapuolisessa tilassa ei ole ilmanvaihtoa ja tilassa oli mm. orgaanista ainesta betonilaattaa vasten.



Kuvat 41 ja 42. Portaikon alapuolista tilaa käytetään varastona



Kuva 45. Maan pinta viettää rakennukseen päin luokkien 118 ja 119 kohdalla. Maan pinta on ko. kohdalla myös ylempänä kuin lattiapinnan ylätaso.



Kuva 46. B-osan tilassa 316 on putken alipainetuuletusventtiilejä.

9.1 JOHTOPÄÄTÖKSET

- A-osan luokassa 211 havaittu kostean betonin hajun lähde ei tarkasti selvinnyt kesällä 2016 tehdyissä tutkimuksissa. Hajun lähteitä voivat olla mm. viemäriputkien liitokset ja yläpohjan ilmavuotojen myötä kulkeutuvat hajut.
- Siivousvälinevaraston 121 yhteydessä oleva portaikon alapuolisessa tilassa havaittiin voimakas mikrobiperäinen haju. Tilaa käytetään varastotilana ja luukut eivät ole ilmatiiviitä, jolloin mikrobiperäiset yhdisteet pääsevät sisäilmaan.
- Jos B-osan tilan 316 alipainetuuletusventtiili toimii painovoimaisesti, on riski, että takaisinvirtaukset heikentävät sisäilman laatua rakennuksen paine-erovaihteluiden myötä.
- B-osan varastossa 319 on kastunut putkikotelorakenne

9.2 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

- Luokan 211 väliseinän ja ylä- ja välipohjan liitosten ja putkiläpivientien tiivistäminen hajuhaitan poistamiseksi.
- Portaikon alapuolinen tila tulee tyhjentää tavarasta ja tila suositellaan alipaineistamaan siivousvälinevarastoon nähden esim. poistoilmapuhaltimen avulla.
- painovoimaisesti luokkatiloihin asennettujen alipainetuuletusventtiilien jatkaminen vesikatolle.
- B-osan varastossa 319 kastunut putkikotelorakenne tulee avata, korjata putken tiiveys ja kunto ja uusia kotelorakenne kastuneilta osin.

10 ILMANVAIHTO

10.1 PALVELUALUEET

A-osan 1. kerroksen luokkatiloja ja aulatilaa palvelee tulo- ja poistoilmakone 305. Opettajien huonetta 204, monistamo 205 ja opettajien työtilaa 206 palvelee oma tulo- ja poistoilmakone 306. 2. kerroksen luokkatiloja sekä aulaa palvelee TK304 ja liikuntasalia TK303. Ilmanvaihtokonehuone sijaitsee rakennuksen katolla.

B-osan tiloja palvelee ilmanvaihtokoneet 301 ja 302 sijaitsevat B-osan katolla omassa IV-konehuoneessa.

Ilmanvaihtokoneet on asetettu käymään täydellä teholla arkipäivisin klo 06-19 välisen ajan, muuna aikana koneet toimivat hitaalla nopeudella. Liikuntasalin ilmanvaihtokone TK303 on asetettu toimimaan täydellä teholla kaikkina päivinä klo 06-22 välisen ajan.

10.2 ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT

Ilmanvaihdon ilmavirtoja tutkittiin 1. kerroksen tiloista 114, 118, 133 ja 313 sekä 2. kerroksen tiloista 211, 214, 225a ja 225bc. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Suomen rakentamismääräyskokoelman (D2 2012) mukaan opetustiloissa tuloilmavirta tulee olla vähintään 6,0 (l/s)/hlö tai 3,0 (dm³/s)/m² vuoden 2012 jälkeen rakennetuissa rakennuksissa. Tilat olivat mittaushetkellä tyhjiään, joten mitattuja tuloilmavirtoja verrattiin pinta-alaperusteiseen ohjearvoon.

Tuloilmavirrat täyttivät rakennusmääräyskokoelman D2 vaatimukset tiloissa 118, 214, 225a sekä 225bc. Mitattu tuloilmavirta oli luokissa 114, 133 ja 313 yli 20 % vähäisempää kuin D2 rakentamismääräyksissä asetettu ilmanvaihdon vähimmäismäärä.

Tulo- ja poistoilmavirrat olivat kaikissa tutkituissa tiloissa epätasapainossa. Tilojen 114 ja 225a tuloilmavirrat olivat huomattavasti poistoilmavirtoja suuremmat. Tiloissa 133, 211, 313, ja 225bc poistoilmavirrat olivat huomattavasti tuloilmavirtoja suuremmat. Tilassa 214 ei ollut ollenkaan poistoilmanvaihtoa.

10.3 ULKO- JA SISÄILMAN VÄLINEN PAINE-ERO

Ulko- ja sisäilman välisiä painesuhteita seurattiin jatkuvatoimisilla seurantamittalaitteilla noin viikon ajan. Seurantamittauskäyrät on esitetty graafisesti liitteessä 5.

1. kerroksen metalliluokka/konesali 308 (TK 301/302) oli ulkoilmaan nähden koko mittausjakson ajan keskimäärin 22 Pascalia ylipaineinen. Kotitalous luokka 114 (TK 305) oli ulkoilmaan nähden koko mittausjakson ajan alipaineinen (keskimäärin 25 Pascalia). Fysiikka/kemian luokan 118 painesuhteiden seurantamittauksessa letku oli ilmeisesti tukkeutunut, eikä tulos ole luotettava.

2. kerroksen tila 205 (TK 306) oli ulkoilmaan nähden lähes koko mittausjakson lievästi alipaineinen (keskimäärin -3,1 Pascalia). Ilmanvaihdon säädöt ovat ilmanvaihtokone 306 palvelualueella kunnossa.

Tila 225a (TK 304) oli ulkoilmaan nähden lähes koko mittauksen ajan lievästi ylipaineinen, paine-ero oli keskimäärin +2,7 Pascalia. Paine-erojen seurantamittauskäyrissä ei nähdä selkeää vaihtelua yö- ja päiväajan välillä tai arkipäivisin ja viikonloppuisin.

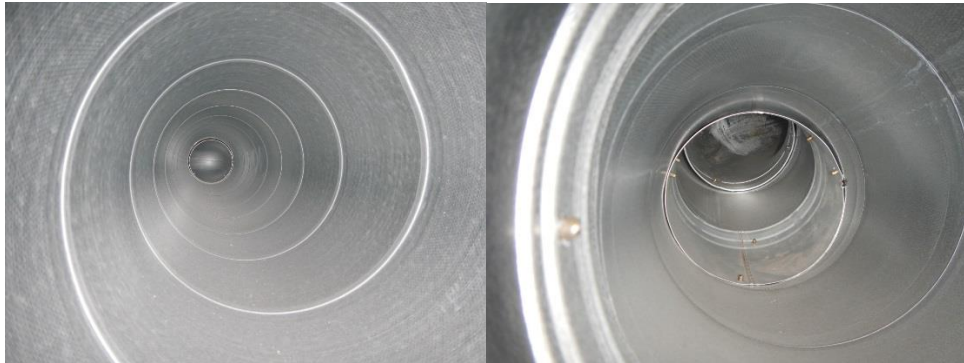
10.4 TULOILMAKANAVIEN PUHTAUS JA PÖLYN KOOSTUMUS

Tuloilmakanavien puhtaus tarkastettiin IV-koneiden 301, 304 ja 305 palvelualueilta yhteensä kolmesta pisteestä (102, 301a ja 201c).

Tuloilmakanavan pölyn määrä oli vähäinen (pölymäärä arvioiden 0,2-0,4 g/m³) ja kanavistot olivat P1-puhtausluokassa kaikissa tarkastuspisteissä.

Tuloilmakanavasta otettiin kaksi pyyhintänäytettä eri ilmanvaihtolaitteiden palvelualueilta, pukeutumistilasta 102 sekä eteisestä 301a. Näytteiden todettiin koostuvan kiviaineshiukkasista (mm. kalkki- ja kipsihiukkasista), tekstiili- ja paperikuitujen osasista ja hilseestä, joukossa paljon sinkki-hiukkasista. Näytteissä

todettiin myös jonkin verran (pukeutumistila 102) ja paljon (eteinen 301a) lasi- ja vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja sekä melko paljon homeitiöitä ja bakteereja. Näytteissä ei todettu asbestikuituja.



Kuvat 47 ja 48. Tilan 102 (vasemmalla) ja tilan 301a tuloilmakanavat.



Kuva 49. Tilan 201c tuloilmapäätte, jonka mineraalivillaisessa äänenvaimentimessa on havaittavissa mustaa likaa.

10.5 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Sisätilan ja ulkoilman väliset paine-erovaihtelut olivat epätasapainossa.
- Mitatut tuloilmavirrat täyttivät tiloissa 118, 214, 225a sekä 225bc Suomen rakentamismääräysten nykyiset vaatimukset, muissa tiloissa vaatimukset eivät täyttyneet. Tämä voi vaikuttaa oppituntien aikana koettuun sisäilman laatuun ja aiheuttaa mm. tunkkaisuutta ja päänsärkyä. Tulo- ja poistoilmavirrat eivät ole tasapainossa.
- Tuloilmakanavien pölyn määrä oli aistinvaraisesti arvioituna vähäinen. Tuloilmakanavissa havaittiin mineraalikuituja sekä homeitiöitä ja bakteereita, mikä voi viitata suodattimien ohivirtauksiin. Äänenvaimentimissa on käytetty

mineraalivillaa sisältäviä materiaaleja, joista voi irrota mineraalikuituja sisäilmaan.

10.6 TOIMENPITEET

- Tulo- ja poistoilmamäärät tulee tasapainottaa kaikkien ilmanvaihtokoneiden palvelualueilla. Tuloilmaa suositellaan lisättävän kotitalousluokkaan 114, käsityöluokkaan 133, luokkaan 313 ja 211, jotta ilmamäärät täyttäisivät rakentamismääräysten vaatimukset.
- Mineraalivillapintaiset äänenvaimentimet pinnoitetaan tai vaihdetaan
- Suodatinkotelon kehykset tiivistetään seuraavan huollon yhteydessä
- Suodatinkotelon liittymien ohivirtaukset voivat lyhentää kanaviston puhdistusväliä. Vaihtoehtoisesti ilmanvaihtokoneisto voidaan puhdistaa ehdotetun säätötyön yhteydessä.

11 SISÄILMAN LAATU

11.1 SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden näytteet otettiin tiloista 114, 119, 204, 225a ja 313. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet, ns. TVOC -arvot olivat 39-70 µg/m³. Asumisterveysasetuksen (2015) mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³ ja yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet olivat normaalilla tasolla. Kotitalousluokasta 114 otetussa näytteessä havaittiin nonanaalia kohonnut määrä (26 µg/m³), mutta toimenpideraja ei ylittynyt. Nonanaali on yleensä peräisin luonnonmateriaaleista.

11.2 PINNOILLE LASKEUTUVAT KUIDUT

Pinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen pitoisuuksia selvitettiin tasopinnoille asennettujen keräysalustojen avulla luokissa 119, 211, 214 ja 313. Tiloista otettiin kahdet rinnakkaiset näytteet.

Luokissa otetuissa näytteissä mineraalikuitupitoisuus oli enintään 0,07 kpl/cm², mikä alittaa Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan (0,2 kpl/cm²).

11.3 HIILIDIOKSIDIPITOISUUDEN SEURANTA

Tilojen 133, 118, 313, 211 ja 232b hiilidioksidipitoisuutta seurattiin jatkuvatoimisesti kahden viikon ajan.

Hiilidioksidipitoisuusseurannan avulla selvitetään tilojen ilmanvaihdon riittävyyttä tiloissa tapahtuvaan toimintaan nähden. Mittaustulokset on esitetty graafisesti liitteessä 6.

Hiilidioksidipitoisuudet vaihtelivat tutkittavissa tiloissa opetuspäivien aikana välillä 400–1137 ppm. Hiilidioksidipitoisuus pysytteli tutkituissa tiloissa pääsääntöisesti alle 800 ppm. Ilmanvaihto on käyttöön nähden tiloissa riittävää.

11.4 ALASLASKETTUIJEN KATTOLEVYJEN YLÄPUOLISTEN TILOJEN AISTINVARAINEN ARVIOINTI

Alakattolevyjen taakse tarkastettiin aistivaraisesti muutamasta pisteestä. Pukeutumistilassa 102 ja kotitalousluokassa 114 kattolevyjen yläpuolella havaittiin pieniä määriä rakennusjätettä, todennäköisesti kipsipölyä. Käytävällä 102c ja vaateaulan 101a kattolevyjen yläpuolella ei havaittu kipsipölyä.



Kuvat 50 ja 51. Pukeutumistilan 102 kattolevyjen yläpuolinen tila (vasemmalla) ja käytävän 102c kattolevyjen yläpuolinen tila (oikealla).



Kuvat 52 ja 53. Vaateaulan 101a kattolevyjen yläpuolinen tila (vasemmalla) ja kotitalousluokan 114 kattolevyjen yläpuolinen tila (oikealla).

11.5 JOHTOPÄÄTÖKSET

- Sisäilman laatu oli haihtuvien orgaanisten yhdisteiden, hiilidioksidipitoisuuden ja pinnoille laskeutuvien kuitujen osalta normaali.
- Alakattolevyjen päällä havaittiin jonkun verran rakennusmateriaalipölyä ja pidemmällä aika välillä laskeutunutta pölyä. Alakattolevyjen yläpinnat on suositeltava puhdistaa tiloihin kohdistuvien korjaustöiden yhteydessä.

Helsingissä, 25.7.2016

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Sanna Pohjola
MML, rakennusterveysasiantuntija



Ilkka Jerkku
DI, yksikön päällikkö

Raportin täydennykset, Helsingissä 5.4.2017

Sweco Asiantuntijapalvelut Oy



Elisa Koskinen
FM, osastopäällikkö

12 LIITTEET

Liite 1	Mittaustulokset
Liite 2	Mittauspisteet pohjakuviissa
Liite 3	Kosteuskartoitus
Liite 4	Merkkiainekoetulokset
Liite 5	Painesuhteiden seurantakuvaajat
Liite 6	Hiilidioksidipitoisuuden seurantakuvaajat

Rakennusmateriaalien mikrobit, laimennossarjamenetelmä

Rakennusmateriaalien mikrobipitoisuudet määritettiin sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen 2003 mukaan ns. laimennossarjamenetelmällä. Näytteet toimitettiin MetropoliLab Oy:n laboratorioon Helsinkiin laimennossarjakäsittelyä ja viljelyä varten. Tulokset on esitetty yksikössä kpl /g:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Homesienet, kpl/g M2	Bakteerit, kpl/g	Aktinomykeet- tit, kpl/g
MR1	118	AV7, AP kevytsorabetoni	6.6.16	alle 100	alle 100	alle 100
MR2	135	AV17, sokkelihalkaisu, korkki	6.6.16	700 Acremonium sp.* Penicillium sp.	2 700	10 000
MR3	118	AV8, US mineraalivilla	6.6.16	200 steriilit	160 000	500
MR4	118	AV9, US mineraalivilla	6.6.16	1 600 Aspergillus versicolor* steriilit	2 900	alle 100
MR5	114	AV13, US mineraalivilla	6.6.16	alle 100	1 000	alle 100
MR6	206	AV2, US mineraalivilla	6.6.16	alle 100	100	alle 100
MR7	313	AV14, US mineraalivilla	6.6.16	300 Aspergillus sp. Penicillium sp.	900	alle 100
MR8	206	AV1, VP mineraalivilla	6.6.16	alle 100	alle 100	alle 100
MR9	201c	AV3, VP pahvi ja mineraalivilla	6.6.16	alle 100	alle 100	alle 100
MR10	206	AV1, VP tasoite ja verieriste	6.6.16	alle 100	100	alle 100
MR11	220	AV6, VP villa ja koolauspuu	6.6.16	2 200 Aspergillus sp. Penicillium spp.	1 000	1 500
MR12	225a	AV5, VS mineraalivilla	6.6.16	800 Penicillium spp.	alle 100	alle 100
MR13	225a	AV5, VS sasmox	6.6.16	3 700 000 Penicillium spp.	1 900	alle 100
MR14	101c	Nousukuilu, putkieriste	6.6.16	alle 100	4 600	11 000
MR15	101c	AV16, koolauspuu	6.6.16	700 Penicillium spp.	alle 100	alle 100

* kosteusvaurioindikaattori

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen 9/2016 mukaan näytteessä on

- mikrobikasvustoa, jos näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on suurempi kuin 10 000 kpl/g tai aktinomykeettien (sädesienien) pitoisuus on yli 3000 kpl/g,
- mikrobikasvustoa, jos näytteen home- ja hiivasienten pitoisuus on 5000 – 10 000 ja näytteessä havaitaan ns. kosteusvaurioindikaattoreita tai sienisuvusto on epätavallisen yksipuolinen (1-2 lajia/sukua). Aktinomykeettien esiintymistä alle 3000 kpl/g:n pitoisuuksissa arvioidaan niiden indikaattorimerkityksen avulla koko näytteessä (homesienipitoisuus on 5 000 – 10 000 kpl/g, näytteessä on kosteusvaurioindikaattoreita, yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia),
- bakteerikasvustoa, jos näytteen bakteeripitoisuus on suurempi kuin 100 000 kpl/g. Ainoastaan bakteeripitoisuuden perusteella ei kuitenkaan voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta.

Pintailmaisimen käyttö rakennekosteuksien arvioinnissa

Tutkittujen huonetilojen seinä-/katto-/lattiarakenteita tutkittiin pintailmaisimella Gann Hydromette UNI 1. Mittalaitteen näytössä esiintyvät lukuarvot välillä 0 – 160. Rakenteessa voi olla vertailuarvoon nähden kohonnuttu kosteutta, kun mittalaitteen kosteuslukuarvo on yli 90. Ilmaisimen tulokset eivät anna todellista tietoa rakenteiden kosteudesta.

Tutkitussa kohteessa pintailmaisimen näyttö on ollut poikkeava seuraavissa tiloissa / rakenteissa:

- 121, siivouskaappi/varasto, lattia, 90 – 110, koko huoneen ala 9,5 m²
- 101c, aula, lattia, tilan 122a edessä noin 0,5 m² alueella
- 122a, fysiikan/kemian varasto, lattia, noin 0,5 m² alueella

Rakenteiden kosteudet, porareikämenetelmä

Rakenteisiin, joissa todettiin vertailuarvoon nähden kohonnuttu kosteutta kosteudenilmaisimella tai joissa oli muuten epäiltävissä poikkeavaa kosteutta, porattiin rakenteiden suhteellisen kosteuden määrittämiseksi reiät (16 mm). Reiät puhdistettiin ja tulpattiin. Suhteellinen kosteus mitattiin olosuhteiltaan tasaantuneissa rei'issä. Mittalaitteina olivat Vaisalan HMI41-näyttölaitteet ja HMP44-mittapäät. Tulokset, rakenteen ilmatilan suhteellinen kosteus (%) ja lämpötila (°C) on esitetty oheisessa taulukossa.

Mittauspiste	Tila	Rakenne-osa	Mittauspisteen sijainti	Reiän syvyys, mm	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C
K1	122a Var. fys (kem)	lattia	26cm/18cm oviseinästä, 115cm väliseinästä.	60	30.5.16	97,6	17,4	20,5
				130	30.5.16	99,3	17,7	20,4
K1	122a Var. fys (kem)	väliseinä	125cm/135cm väliseinästä, 70mm lattiasta.	30	30.5.16	95,8	17,1	20,5
				60	30.5.16	94,8	16,9	20,5
K2	106 Opett.	lattia	90cm ikkunaseinästä, 195cm oven vastapäisestä seinästä.	60	30.5.16	95,1	17,8	21,3
				160	30.5.16	98,9	18,1	21,0
K3	313 Biologia 2	lattia	57cm/50cm ikkunan vastapäisestä seinästä, 155cm väliseinästä.	50	30.5.16	94,8	15,9	19,4
				70	30.5.16	94,8	15,9	19,5
K4	225a Kuvataide- luokka	väliseinä	12,5cm lattiasta, 78cm ovesta	eristetila	30.5.16	39,4	7,6	21,8

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittauksen aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilma		Ulkoilma	
	Suhteellinen kosteus, %	Lämpötila, °C	Suhteellinen kosteus, %	Lämpötila, °C
30.5.16	39,2 - 46,3	19,5 – 22,5	49,0	20,0

Rakenteiden kosteudet, viiltomittausmenetelmä

Rakenteisiin, joissa todettiin vertailuarvoon nähden kohonnutta kosteutta kosteudenilmaisimella tai joissa oli muuten epäiltävissä poikkeavaa kosteutta, viillettiin lattiapäällysteeseen reiät suhteellisen kosteuden määrittämiseksi lattiapäällysteen alta. Suhteellinen kosteus mitattiin tasaantuneissa olosuhteissa. Mittalaitteina olivat Vaisalan HMI41-näyttölaitteet ja HMP42-mittapääät. Tulokset, rakenteen ilmatilan suhteellinen kosteus (%) ja lämpötila (°C) on esitetty oheisessa taulukossa.

Mittaus piste	Tila	Rakenne osa	Pvm	Suhteellinen kosteus, %	Absoluuttinen kosteus, g/m ³	Lämpötila, °C
VK1	133 Käsiyö	lattia	19.5.16	36,7	6,7	20,9
VK2	101c Aula	lattia	19.5.16	96,4	17,7	21,0
VK3	121 Sk/var.	lattia	19.5.16	93,5	17,3	21,1
VK4	106 Opett.	lattia	19.5.16	96,2	18,1	21,6
VK5	105 Kotitalousluokka 1	lattia	19.5.16	49,2	8,6	20,1
VK6	316 Biologia 1	lattia	19.5.16	58,1	10,6	20,8
VK7	311 Varasto	lattia	19.5.16	63,7	10,7	19,5
VK8	122b Varasto	lattia	19.5.16	89,8	21,7	17,3
VK9	313 Biologia 2	lattia	19.5.16	94,3	16,1	19,7
VK10	206 Opettajain työtila	lattia	19.5.16	38,6	8,3	23,4
VK11	225a Kuvataideluokka	lattia	19.5.16	34,2	6,6	21,8
VK12	223 Grafiikka/muovailu	lattia	19.5.16	73,2	14,2	21,9
VK13	211 Luokkahuone	lattia	19.5.16	49,9	9,2	21,0
VK14	212 Luokkahuone	lattia	19.5.16	78,6	14,7	21,3

Sisä- ja ulkoilman olosuhteet mittausten aikana olivat seuraavat:

Pvm	Sisäilma		Ulkoilma	
	Suhteellinen kosteus, %	Lämpötila, °C	Suhteellinen kosteus, %	Lämpötila, °C
19.5.16	42,1 – 54,3	19,2 – 22,4	58,0	13,0

Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC -yhdisteiden) ilmanäytteet kerättiin pumpuilla Tenax -putkiin, jotka analysoitiin kaasukromatografisesti MetropoliLab Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Tulokset on esitetty yksikössä µg/m³. Tulokset olivat seuraavat:

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), µg/m ³
V1	313	Biologia 2	16.5.16	39
V2	114	Kotitalousluokka 2	16.5.16	70

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), µg/m ³
V3	119	Fysiikka	16.5.16	82
V4	225a	Kuvataideluokka	16.5.16	45
V5	204	Opettajien huone	16.5.16	46

Edellä mainittujen näytteiden tärkeimmät yksittäiset yhdisteet olivat:

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, µg/m ³				
	V1	V2	V3	V4	V5
Alkaanit:					
Suoraketjuisia ja haaroittuneita hiilivetyjä	1,2*	10,0*	10,7*	2,6*	4,2*
Alkaanit yhteensä	1,2	10,0	10,7	2,6	4,2
Alkoholit:					
2-Etyyli-1-heksanoli	6,9	1,7	2,1	2,2	3,2
Butanoli	0,9	1,3	2,1	1,2	1,8
Fenoli		1,7	1,5	2,5	1,7
Bentsyylialkoholi		1,9*			
Alkoholit yhteensä	7,8	6,6	5,7	5,9	6,7
Aromaattiset yhdisteet:					
Bentseeni		0,9	1,0	1,1	1,2
Tolueeni	1,1	2,9	3,8	2,2	2,0
Etyylibentseeni	1,5	0,4	0,4	0,3	0,3
1,4-Ksyleeni	6,2	0,8	0,8	0,7	0,7
Styreeni	0,3	1,0	1,6	0,9	0,7
1,2-Ksyleeni	1,7	0,4	0,4	0,3	0,3
Propyylibentseeni					0,2
1,3,5-Trimetyylibentseeni					0,6
Aromaattiset yhdisteet yhteensä	10,8	6,4	8,0	5,5	6,0
Esterit					
Etyyliasetaatti	0,1	0,2	0,7	1,2	0,5
Butyyliasetaatti	3,6	0,2	0,2	0,1	0,3
Esterit yhteensä	3,7	0,4	0,9	1,3	0,8
Glykolieetterit ja niiden asetaatit					
Dietyleeniglykoli-monoetyylieetteri (2-(2-Etoksietoksi)etanoli)	1,8		3,4		
Dietyleeniglykoli-monobutyylieetteri (2-(2-Butoksietoksi)etanoli)	2,4	0,8	7,5	1,0	
Glykolieettereitä muita			1,2*		
Glykolieetterit ja niiden asetaatit yhteensä	4,2	0,8	12,1	1,0	0,0

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, µg/m ³				
	V1	V2	V3	V4	V5
Karboonyylit:					
Heksanaali	3,1	13,3	4,2	6,2	6,6
2-Furankarboksialdehydi (furfuraali)					2,0
Bentsaldehydi	2,5	3,7	3,5	4,1	3,8
Oktanaali	1,6	4,7	2,4	2,8	2,2
Nonanaali	4,6	26,0	8,7	9,6	5,1
Dekanaali	1,2*	2,4*	2,1*	1,9*	0,8*
Asetofenoni	1,0*	1,4*	1,8*	1,8*	1,6*
Karboonyylit yhteensä	14,0	51,5	22,7	26,4	22,1
Orgaaniset hapot:					
Etikkahappo	2,7*		4,4*	4,1*	6,3*
Orgaaniset hapot yhteensä	2,7	0,0	4,4	4,1	6,3
Terpeenit:					
Pineeni	0,6	1,0	1,0	0,5	2,0
delta-3-Kareeni	0,3	0,4	0,4	0,2	0,8
Terpeenit yhteensä	0,9	1,4	1,4	0,7	2,8
Muut yhdisteet:					
Dekametyyliisiklopentasiloksaani			1,1*	1,1*	
Muut yhdisteet yhteensä	0,0	0,0	1,1	1,1	0,0
Tunnistettuja yhdisteitä yhteensä, µg/m³	45,3	77,1	67,0	48,6	48,9

* Määritetty tolueenina.

** TVOC -alueen ulkopuolella.1,

Tunnistettujen yhdisteiden pitoisuudet määritetään puhtaiden vertailuaineiden avulla (aineen omalla vasteella) tai tolueeniekvivalenttina. TVOC -arvo määritetään tolueeniekvivalenttina. Tunnistettujen yhdisteiden joukossa voi olla myös TVOC -alueen ulkopuolisia yhdisteitä. Em. syistä tunnistettujen yhdisteiden yhteenlaskettu kokonaispitoisuus ja TVOC -arvo eivät usein ole yhtä suuret.

Työterveyslaitoksen ehdotuksen mukaan (2011) toimistotyötilojen sisäilman TVOC -pitoisuuden kohonneena arvona pidetään yli 250 µg/m³:n pitoisuutta. Yksittäisen yhdisteen kohonneena arvona pidetään yhdisteestä riippuen yli 5 tai yli 10 µg/m³:n pitoisuutta. Yli 10 µg/m³:n tasoa sovelletaan mm. seuraaville yhdisteille / yhdisteryhmille: glykolit / glykolieetterit, piiyhdisteet, orgaaniset hapot.

15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukaan asunnon ja muun oleskelutilan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on 50 µg/m³ lukuun ottamatta seuraavia yksittäisiä yhdisteitä, joiden toimenpiderajat ovat: TXIB – 10 µg/m³ (vastaa tasoa 16 µg/m³ aineen omalla vasteella mitattuna), 2-etyyli-1-heksanoli –

10 µg/m³ (vastaa tasoa 15 µg/m³ aineen omalla vasteella mitattuna), naftaleeni – 10 µg/m³ (hajua ei saa esiintyä) ja styreeni – 40 µg/m³.

Pinnoille laskeutuvat mineraalikuidut

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

Näytteen- ottopiste	Tila	Näytteenottopisteen kuvaus	Keräysaika	Mineraalikuidut, kpl/cm ²
PPK1	313	Biologia	16. – 30.5.16	alle 0,07
			16. – 30.5.16	alle 0,07
PPK2	119	Fysiikka	16. – 30.5.16	alle 0,07
			16. – 30.5.16	alle 0,07
PPK3	214	Kuvataideluokka	16. – 30.5.16	alle 0,07
			16. – 30.5.16	alle 0,07
PPK4	211	Luokkahuone	16. – 30.5.16	alle 0,07
			16. – 30.5.16	0,07

Tasopinnoille kahden viikon aikana laskeutuvien mineraalikuitujen ohjearvoksi (säännöllisesti siivottavat pinnat) on ehdotettu 0,2 kpl/cm² (Työterveyslaitos 2011). Tämä on myös 15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukainen teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä.

Rakennusmateriaalien sisältämät PAH -yhdisteet

Rakennusmateriaalien PAH -yhdisteiden (polysykliset aromaattiset hiilivedyt) koostumuksen selvittämiseksi materiaaleista otettiin näytteitä, jotka tutkittiin MetropoliLab Oy:n laboratorioissa Helsingissä. Pitoisuudet on esitetty yksikössä milligrammaa ainetta kilogrammassa näytettä, mg/kg. Materiaalinäytteiden todettiin sisältävän seuraavaa:

Näytteen- ottopiste	Tila	Materiaalinäytteen kuvaus	Pvm	PAH -yhdisteiden kokonaispitoisuus, mg/kg	16 PAH -yhdisteen kokonaispitoisuus, mg/kg*
PAH1	106	AV11, Bitumisively, alapohja	6.6.16	2	2
PAH2	130	AV10, Bitumisively, välipohja	6.6.16	51	38

*materiaalin kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvoon verrattava pitoisuus

Edellä mainittujen näytteiden tärkeimmät yksittäiset yhdisteet olivat:

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, mg/kg	
	PAH1	PAH2
Naftaleeni	0,18	0,11
Asenaftaleeni	0,36	0,19
Bentso(a)antraseeni	0,43	16,0
Kryseeni	0,38	8,9

Yhdiste	Näytteenottopiste/ Pitoisuus, mg/kg	
	PAH1	PAH2
Bentso(b+k)fluoranteeni		2,5
Bentso(e)pyreeni		11,0
Bentso(a)pyreeni		3,6
Peryleeni		0,76
Indaani(1,2,3-cd)pyreeni	0,16	0,77
Dibentso(a,h)antraseeni		2,1
Bentso(ghi)peryleeni	0,35	1,7

*materiaalin kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvoon verrattava pitoisuus

PAH-yhdisteitä sisältävän jätemateriaalin kaatopaikkakelpoisuuden (tavanomaisen jätteen kaatopaikka) raja-arvona pidetään 150 mg/kg pienjäte-erien (1-2 autokuormaa) osalta (Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2006).

Rakennusmateriaalien asbesti

Materiaalinäytteitä otettiin lattiapinnoitteen alapuolisesta mustasta liimasta luokassa 118. Näytteistä tutkittiin asbesti elektronimikroskoopin ja röntgenmikroanalysaattorin avulla Mikrofokus Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Materiaalinäytteiden todettiin sisältävän seuraavaa:

Näytteen- ottopiste	Tila	Materiaalinäytteen kuvaus	Pvm	Materiaalinäytteen asbestisisältö
ASM1	118	lattiapinnoitteen alapuolinen musta liima	6.6.16	Sisältää asbestia (krysotiili-asbesti)

Ilmanvaihtokanavien sisäpintojen pölyn koostumus

Tuloilmakanaviston pölyn koostumus tutkittiin menetelmällä, jossa pölynäyte kerätään kokoomanäytteenä kanavan sisäpinnalta. Näytteet tutkittiin elektronimikroskooppisesti Mikrofokus Oy:n laboratoriossa Helsingissä. Näytteiden koostumus oli seuraava:

Näytteen- ottopiste	Näytteenottopisteen kuvaus	Pvm	Materiaalinäytteen koostumus
KP1	Pukeutumistila 102	30.5.16	Näytteen todettiin koostuvan kiviaineshiukkasista (mm. kalkki- ja kipsihiukkasista), tekstiili- ja paperikuitujen osasista ja hilseestä, joukossa paljon sinkkihiukkasista. Näytteessä todettiin myös jonkin verran lasi- ja vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja sekä melko paljon homeitiöitä ja bakteereja. Näytteessä ei todettu asbestikuituja.
KP2	Eteinen 301a	30.5.16	Näytteen todettiin koostuvan kiviaineshiukkasista (mm. kalkki- ja kipsihiukkasista), tekstiili- ja paperikuitujen osasista ja hilseestä, joukossa paljon sinkkihiukkasista. Näytteessä todettiin myös paljon lasi- ja vuorivillan tyyppisiä mineraalikuituja sekä melko paljon homeitiöitä ja bakteereja. Näytteessä ei todettu asbestikuituja.

Sisäilman hiilidioksidin, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset

Tutkittavissa tiloissa seurattiin sisäilman hiilidioksidipitoisuutta. Mittaukset tehtiin Tinytag:n sisäilman laatuanalyysaattoreilla. Tulokset olivat seuraavat:

Mittauspi- ste	Tila	Mittauspisteen kuvaus	Seuranta-aika	CO ₂ -pitoisuus, ppm
CO ₂ 1	313	Biologia	17. – 30.5.16	352 – 897
CO ₂ 2	133	Käsityö	17. – 30.5.16	399 – 812
CO ₂ 3	118	Luokkatila fysiikka, kemia	17. – 30.5.16	392 – 1137
CO ₂ 4	225b/c	Editointitila	17. – 30.5.16	445 – 821
CO ₂ 5	211	Luokkahuone	17. – 30.5.16	346 – 769

Ulkoilman hiilidioksidipitoisuus vaihtelee normaalisti välillä 350 – 400 ppm.

Julkaisun Sisäilmastoluokitus 2008 hiilidioksidipitoisuuden tavoitearvot ovat:

- S1 ≤ 750 ppm
- S2 ≤ 900 ppm
- S3 ≤ 1 200 ppm.

15.5.2015 voimaan astuneen Asumisterveysasetuksen mukaan asunnon ja muun oleskelutilan sisäilman hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos pitoisuus on 2100 mg/m³ (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. Huoneilman lämpötilojen tulee täyttää asetuksen liitteessä 1 olevan taulukon 1 mukaiset toimenpiderajat.

Seurantamittausten graafiset kuvaajat on esitetty erillisissä liitteissä, joista nähdään mitattujen suureiden vaihtelut eri vuorokauden aikoina.

Ilmanvaihdon ilmavirtojen mittaukset

Huonetilojen ilmavirtoja määritettiin SwemaFlow 125D-ilmavirtamittarilla. Mittausten kokonaismittausvirhe on ± 10 %. Ilmavirrat olivat seuraavat:

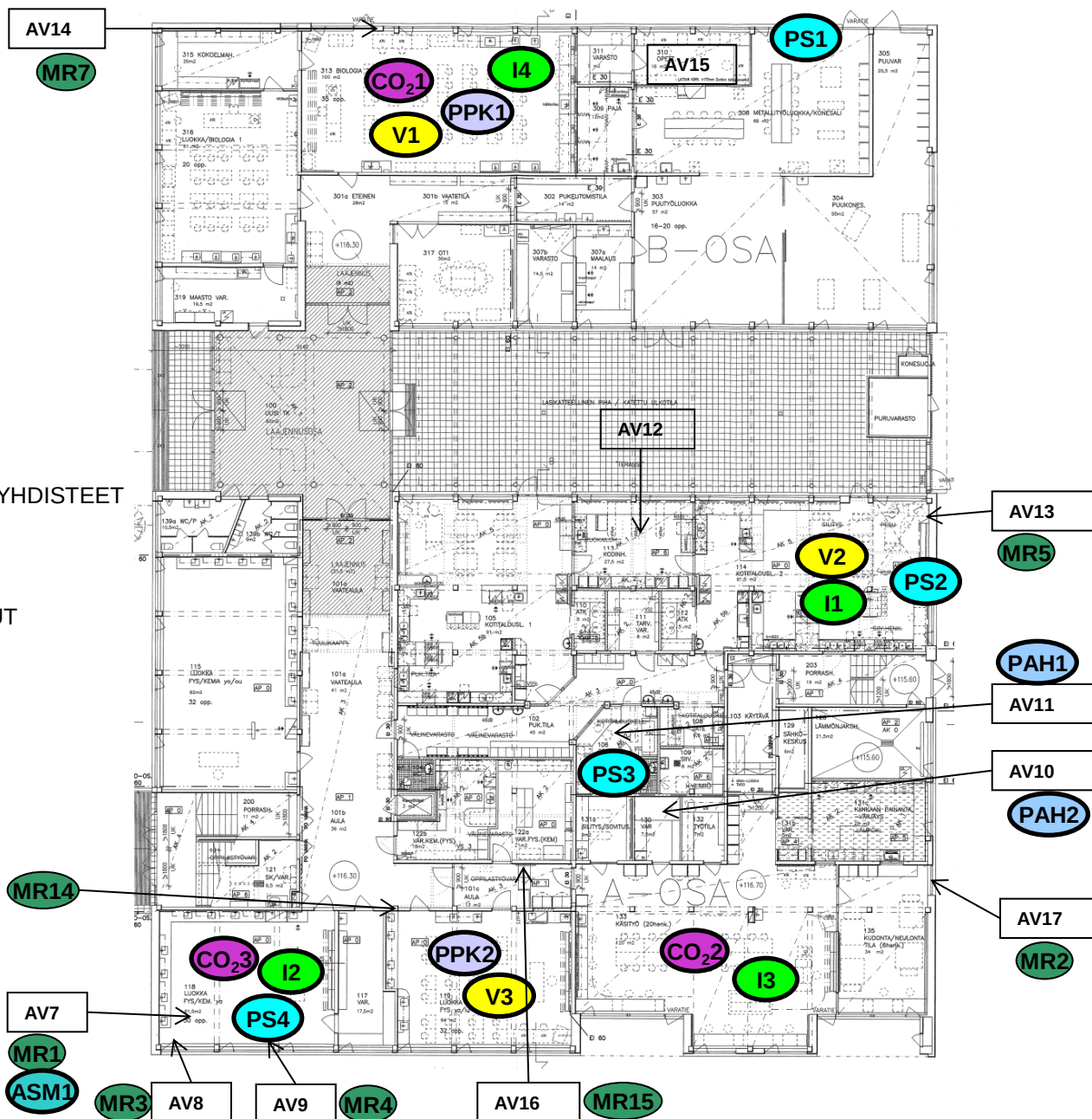
Mittauspiste	Pvm	Tila	IV-kone	Mitattu tuloilmavirta, dm ³ /s	Ohjearvo (D2), ulkoilmavirta, dm ³ /s	Mitattu poistoilmavirta, dm ³ /s
I1	17.5.16	114 Kotitalousluokka 2	305	57,5 60,9 85,2 204	274,5 (91,5 m ²)	18,9 15,7 17,4 14,3 13,8 7,4 15,5 12,2 26,4 142
I2	17.5.16	118 Fysiikka/kemia	305	59,7 61,8 65,9 187	184,5 (61,5 m ²)	75,4 83,1 159
I3	17.5.16	133 Käsityö	305	65,0 61,3 66,8 58,3 251	360 (120 m ²)	102,8 79,5 91,6 12,5 16,9 303
I4	17.5.16	313 Biologia 2	301	40,0 46,2 56,5 48,6	300 (100 m ²)	124,0 109,1 233

Mittauspiste	Pvm	Tila	IV-kone	Mitattu tuloilmavirta, dm ³ /s	Ohjearvo (D2), ulkoilmavirta, dm ³ /s	Mitattu poistoilmavirta, dm ³ /s
				191		
I5	17.5.16	211 Luokkahuone	304	51,9 46,4 55,4 154	184,5 (61,5 m ²)	106,7 109,1 216
I6	17.5.16	214 Kuvataideluokka	304	74,2 66,5 56,1 197	184,5 (61,5 m ²)	-
I7	17.5.16	225a Kuvataideluokka	304	78,1 87,8 74,8 73,5 87,3 75,9 477	228 (79 m ²)	10,3 6,1 6,7 23
I8	30.5.16	225bc Editointi- ja työtila	304	75	69 (23 m ²)	144,6 131,5 74,5 351

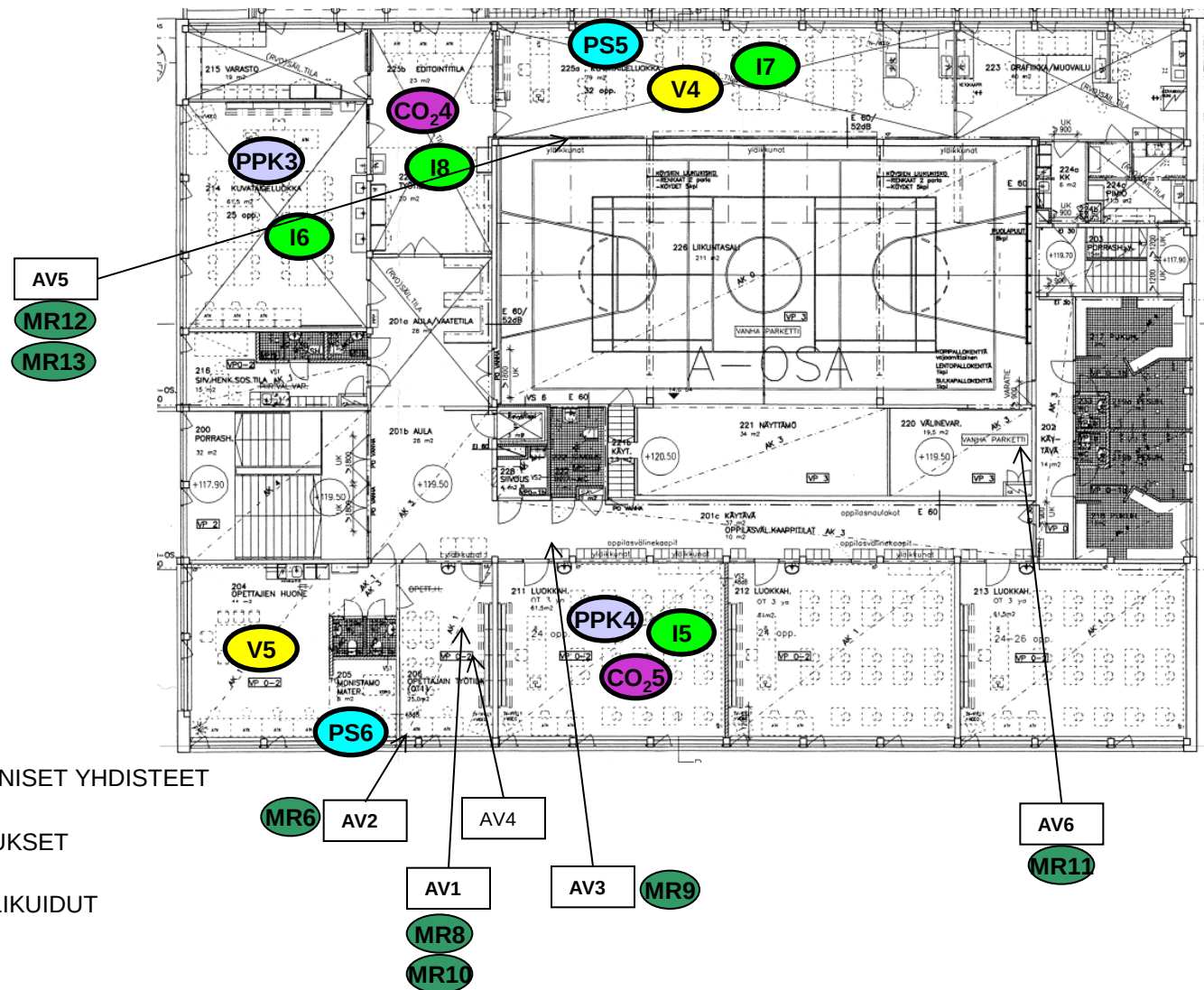
MITTAUSPISTEET 1.KERROS

MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- V VOC, SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET
- PS PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET
- PPK PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT
- CO₂ SISÄILMAN HIILIDIOKSIDIPITOISUUS
- I ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT
- MR RAKENNUSMATERIAALIEN MIKROBIT
- PAH RAKENNUSMATERIAALIEN PAH-YHDISTEET
- ASM RAKENNUSMATERIAALIEN ASBESTISISÄLTÖ



MITTAUSPISTEET 2.KERROS



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- V VOC, SISÄILMAN HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET
- PS PAINESUHTEIDEN SEURANTAMITTAUKSET
- PPK PINNOILLE LASKEUTUVAT MINERAALIKUIDUT
- CO₂ SISÄILMAN HIILIDIOKSIDIPITOISUUS
- I ILMANVAIHDON ILMAVIRRAT

PINTAKOSTEUSKARTOITUS 16.-17.5.2016

1.KERROS

MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- Mittalaitteen näyttämä lattiassa ≤ 70
- Mittalaitteen näyttämä lattiassa $71 \dots \leq 90$
- Mittalaitteen näyttämä lattiassa > 90
- Mittalaitteen näyttämä seinässä ≤ 70
- Mittalaitteen näyttämä seinässä $71 \dots \leq 90$
- Mittalaitteen näyttämä seinässä > 90

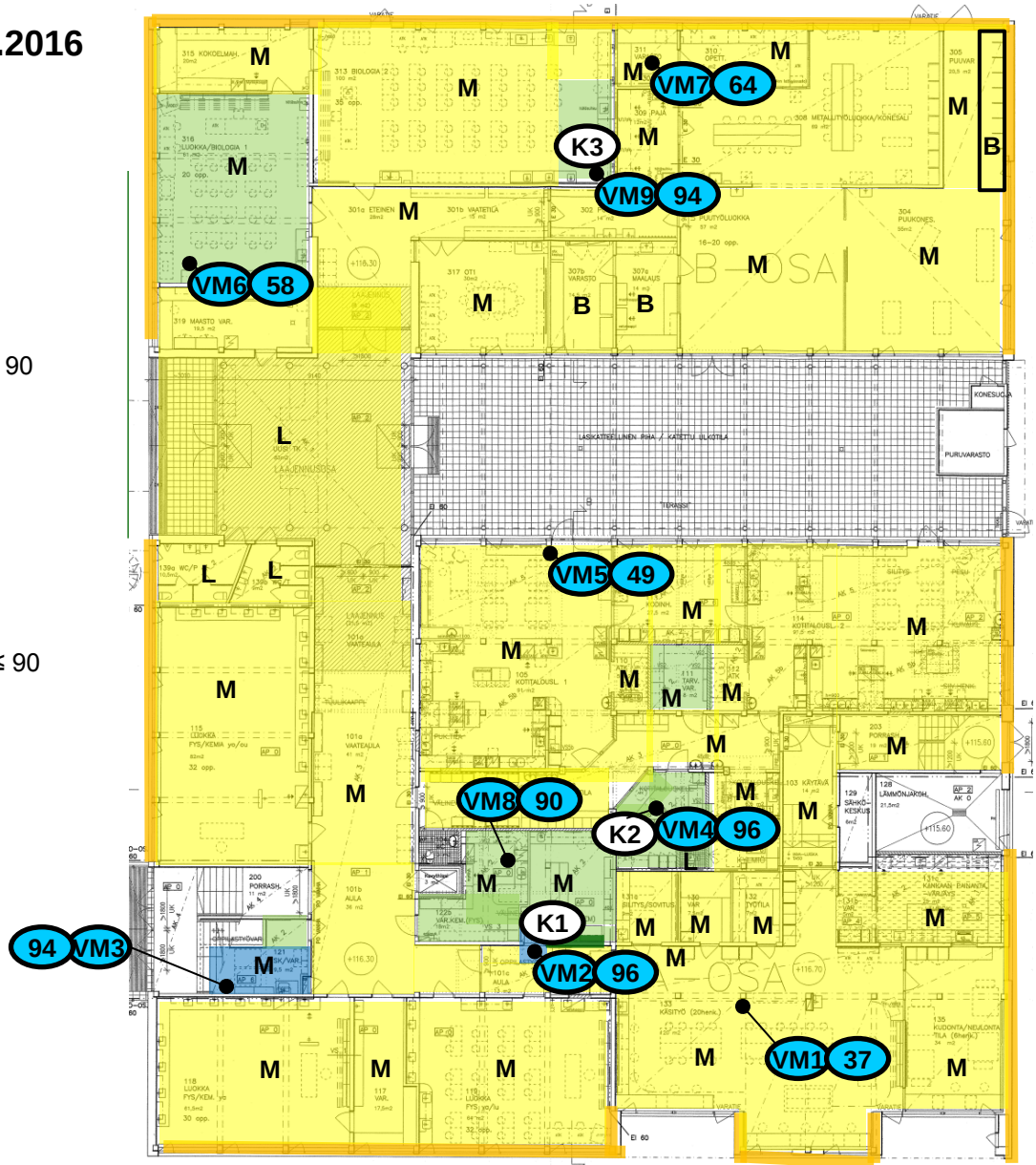
M = muovimatto

L = keraaminen laatta

B = betoni, maalattu

P = parketti

- VM 33 RAKENTEEN KOSTEUDET, VIILTOMITTAUSMENETELMÄ
- K 33 RAKENTEEN KOSTEUDET, PORAMENETELMÄ



PINTAKOSTEUSKARTOITUS 16.-17.5.2016

2.KERROS

MERKINTÖJEN SELITYKSET:

- Mittalaitteen näyttämä lattiassa ≤ 70
- Mittalaitteen näyttämä lattiassa $71 \dots \leq 90$
- Mittalaitteen näyttämä lattiassa > 90
- Mittalaitteen näyttämä seinässä ≤ 70
- Mittalaitteen näyttämä seinässä $71 \dots \leq 90$
- Mittalaitteen näyttämä seinässä > 90

M = muovimatto

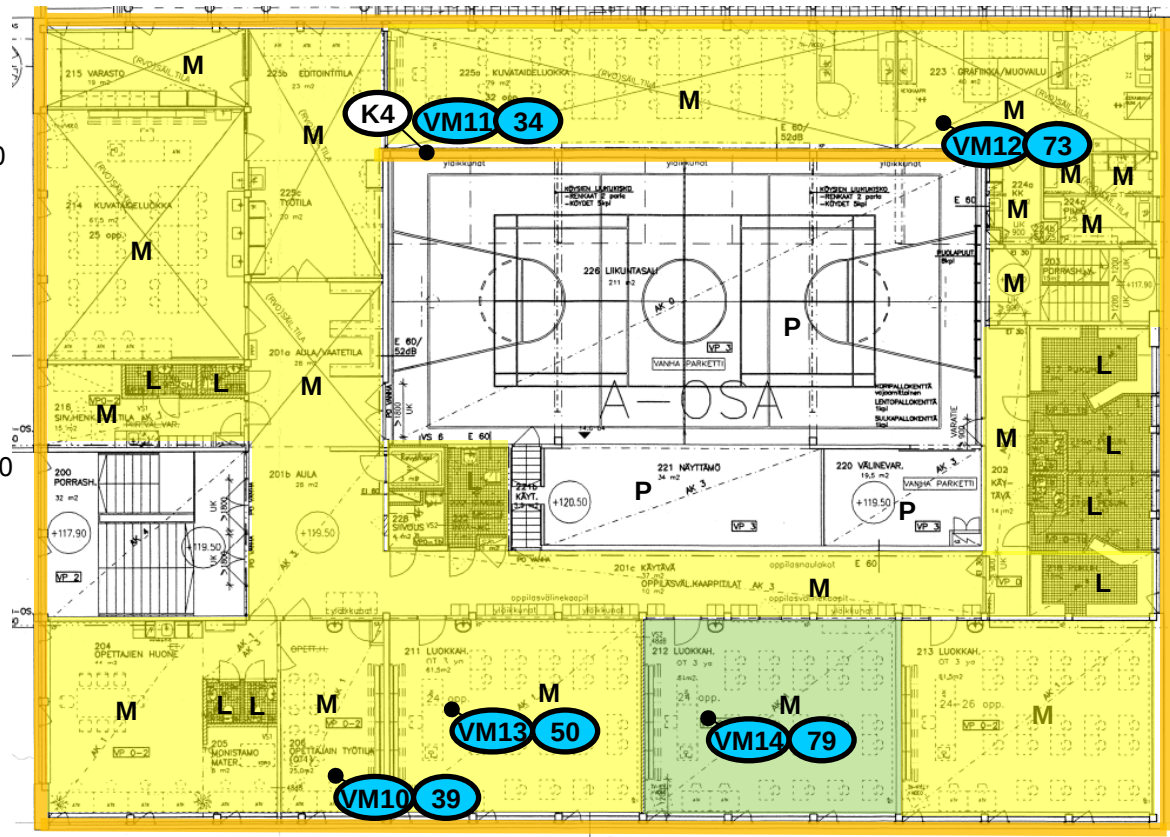
L = keraaminen laatta

B = betoni, maalattu

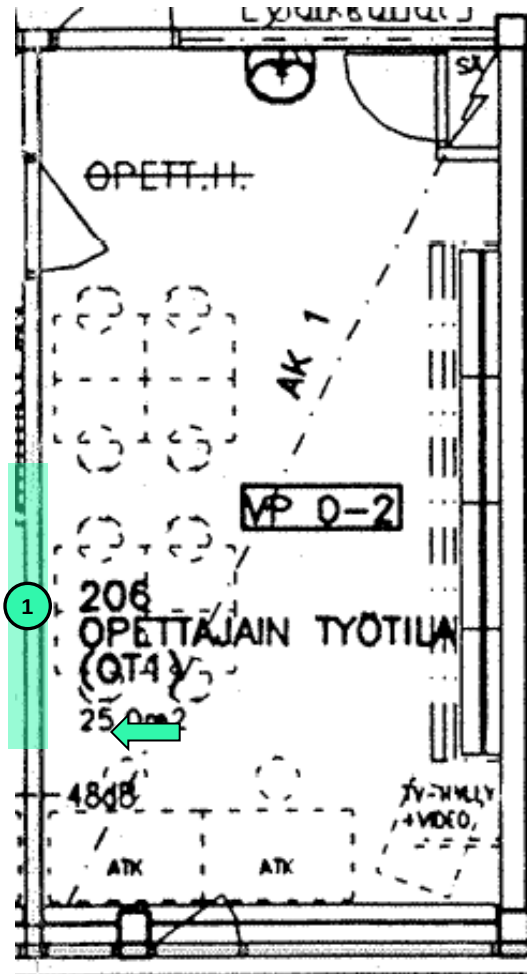
P = parketti



RAKENTEEN KOSTEUDET,
VIILTOMITTAUSMENETELMÄ



OPETTAJAIN TYÖTILA 206
LATTIAN MERKKIAINETUTKIMUS 30.5.2016



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



MERKKIAINEKAASU VÄLIPOHJAN ERISTETILAAN



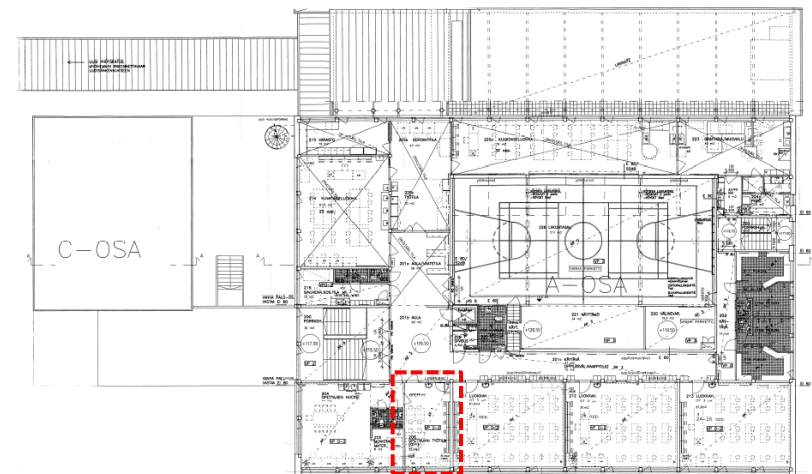
ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:



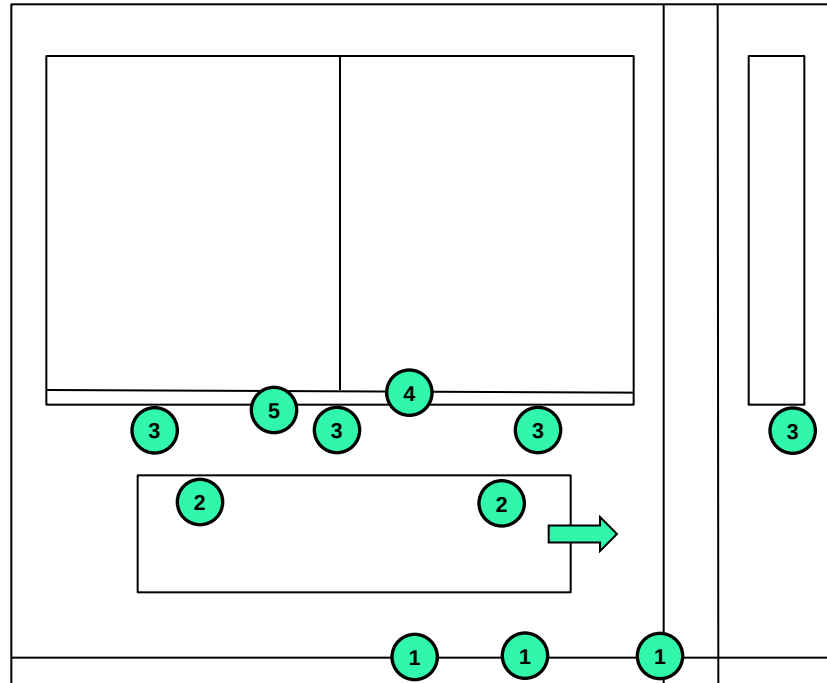
LATTIAN JA VÄLISEINÄN LIITTYMÄ

Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -10 Pa mitattiin välipohjan ja huonetilan välisenä välipohjaan poratun reiän kautta. Normaaliolosuhteissa paine-ero oli -3 Pa välipohjaan nähden.



OPETTAJAIN TYÖTILA 206

ULKOSEINÄRAKENTEEN MERKKIAINETUTKIMUS 30.5.2016



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄN ERISTETILAAN

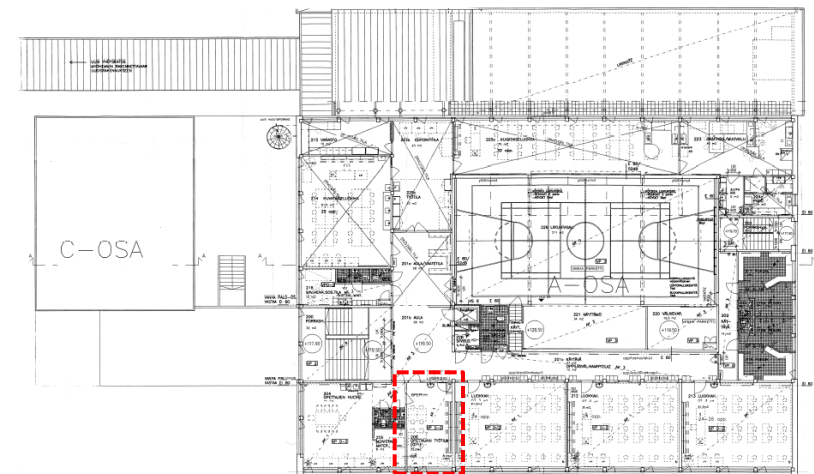


ILMAVUODON LAAJUUS

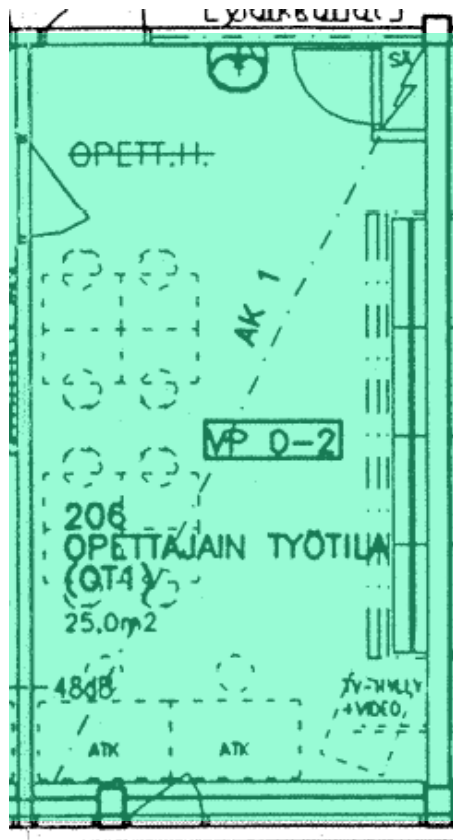
MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

- 1 LATTIOAN JA ULKOSEINÄN LIITYMÄ
- 2 PATERIN KANNAKE
- 3 PUTKEN KANNAKE
- 4 IKKUNAN LIITYMÄ
- 5 IKKUNALAUDAN ALALIITYMÄ

Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -10 Pa mitattiin ulkoseinärakenteen ja huonetilan välisenä ulkoseinän eristetilaan poratun reiän kautta. Normaalioolosuhteissa paine-ero oli -0,5 Pa ulkoseinärakenteeseen nähden.



OPETTAJAIN TYÖTILA 206 YLÄPOHJAN MERKKIAINETUTKIMUS 30.5.2016



Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -10 Pa mitattiin ulkoilman ja huonetilan välisenä tuuletusikkunan kautta. Normaaliolosuhteissa paine-ero oli -1 Pa ulkoilmaan nähden.

MERKINTÖJEN SELITYKSET:



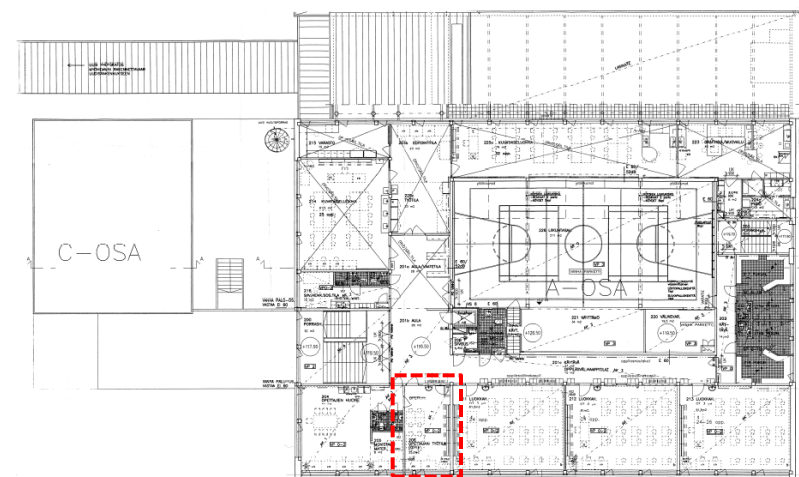
MERKKIAINEKAASU KÄYTÄVÄN PUOLELTA PUTKILÄPI-
VIENNISTÄ YLÄPOHJAN ERISTETILAN YLÄPUOLELLE



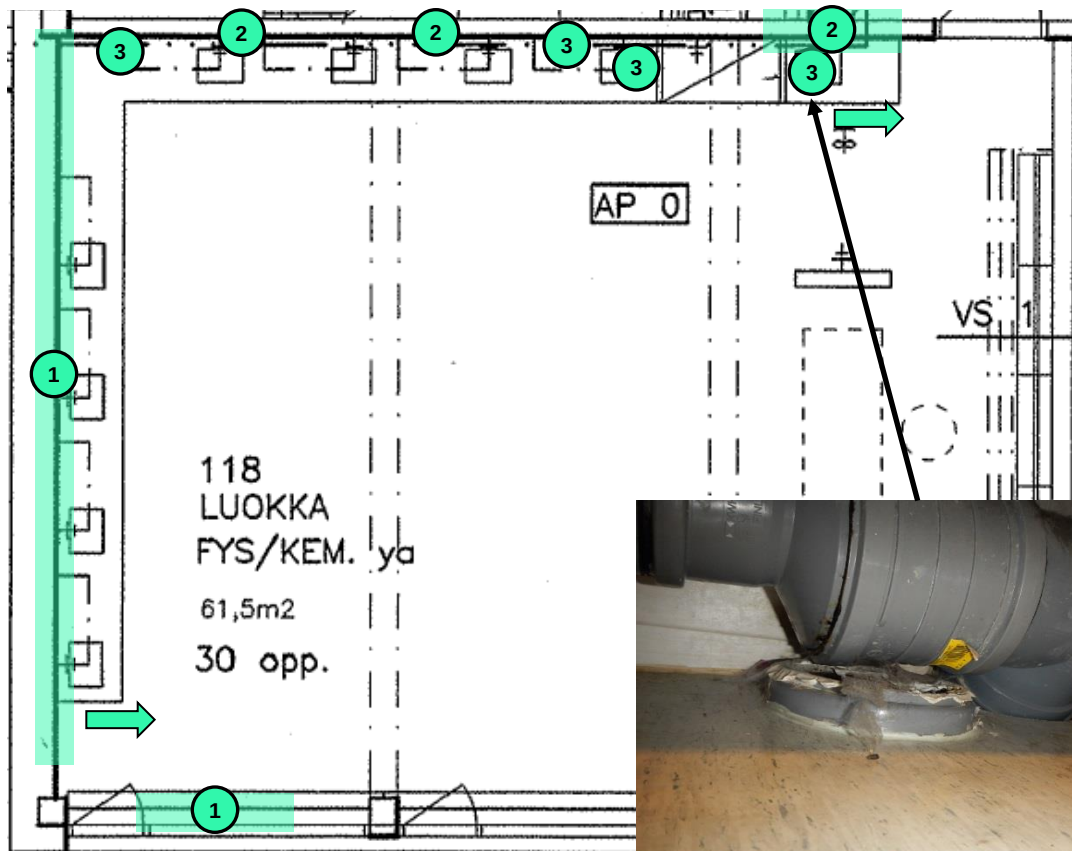
ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

YLEISPITOISUUS NOUSI KOKO TILASSA >50 PPM



FYSIIKKA/KEMIA 118
ALAPOHJAN MERKKIAINETUTKIMUS 17.5.2016



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



MERKKIAINEKAASU ALAPOHJALAATAN ALLE



ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:



ALAPOHJAN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ

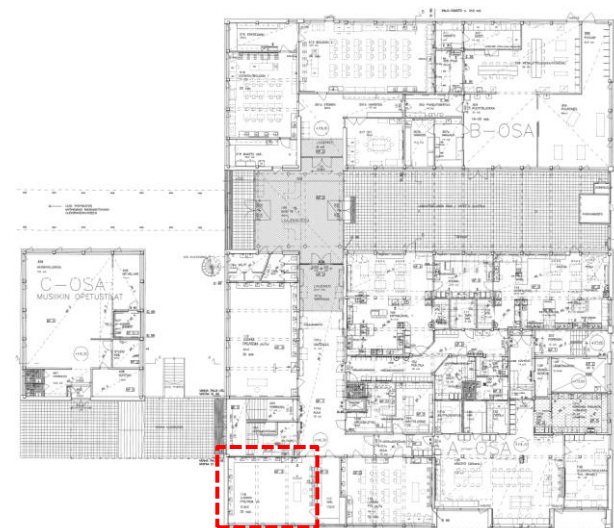


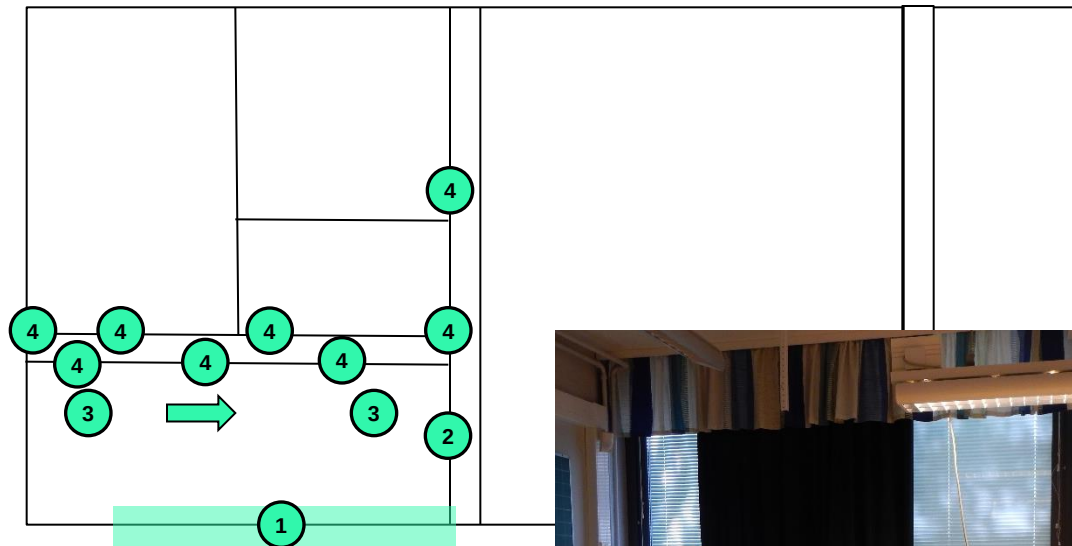
ALAPOHJAN JA VÄLISEINÄN LIITTYMÄ



PUTKILÄPIVIENTI

Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -10 Pa mitattiin alapohjan ja huonetilan välisenä alapohjaan poratun reiän kautta. Normaaliolosuhteissa paine-ero oli -3-4 Pa alapohjaan nähden.





Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -10 Pa mitattiin ulkoilman ja huonetilan välisenä tuuletusikkunan kautta. Normaaliolosuhteissa paine-ero oli 0 - -2 Pa ulkoilmaan nähden.

MERKINTÖJEN SELITYKSET:



MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄN ERISTETILAAN



ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:



ALAPOHJAN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ



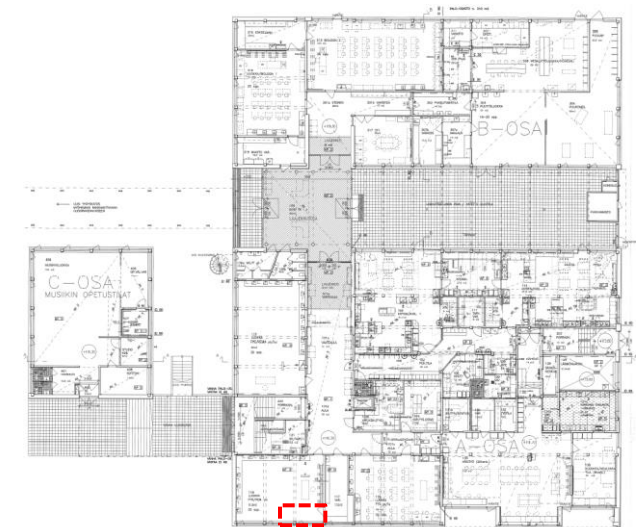
PILARIN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ

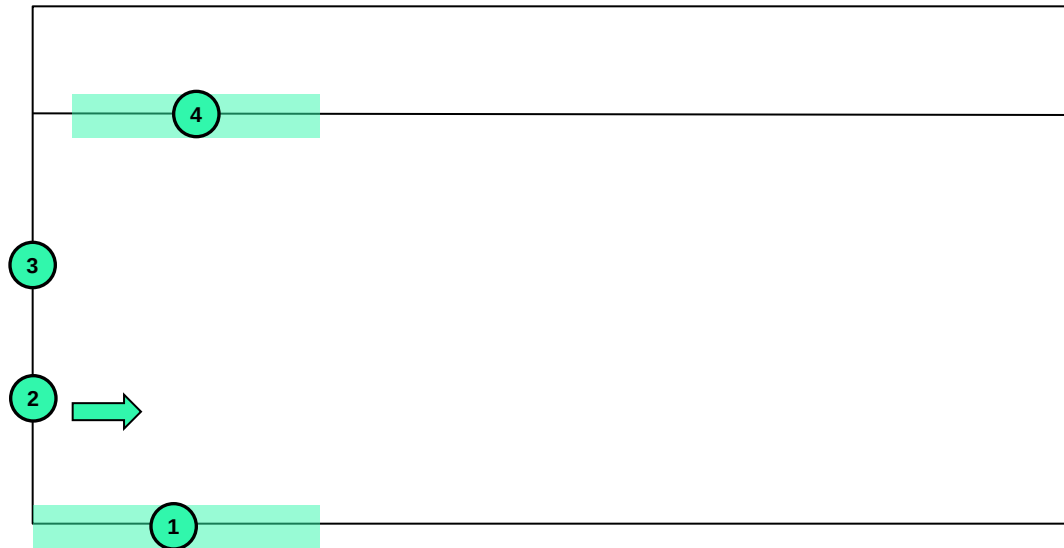


PATTERIN KANNAKE



IKKUNAN LIITTYMÄ





MERKINTÖJEN SELITYKSET:



MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄN ERISTETILAAN



ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:



ALAPOHJAN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ



ULKOSEINÄN LIITTYMÄ

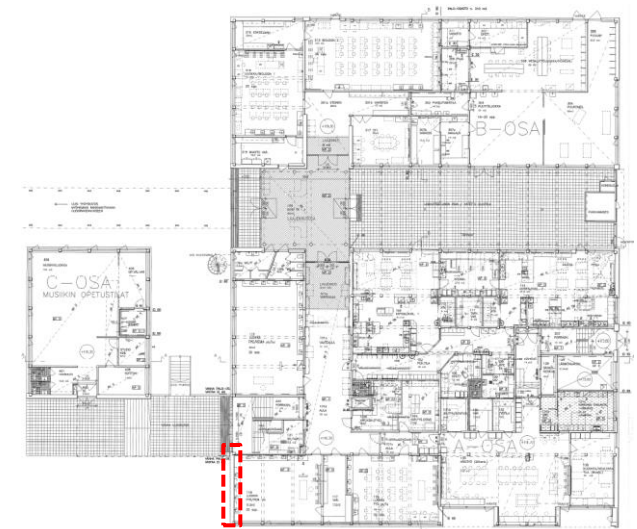


IKKUNAN LIITTYMÄ

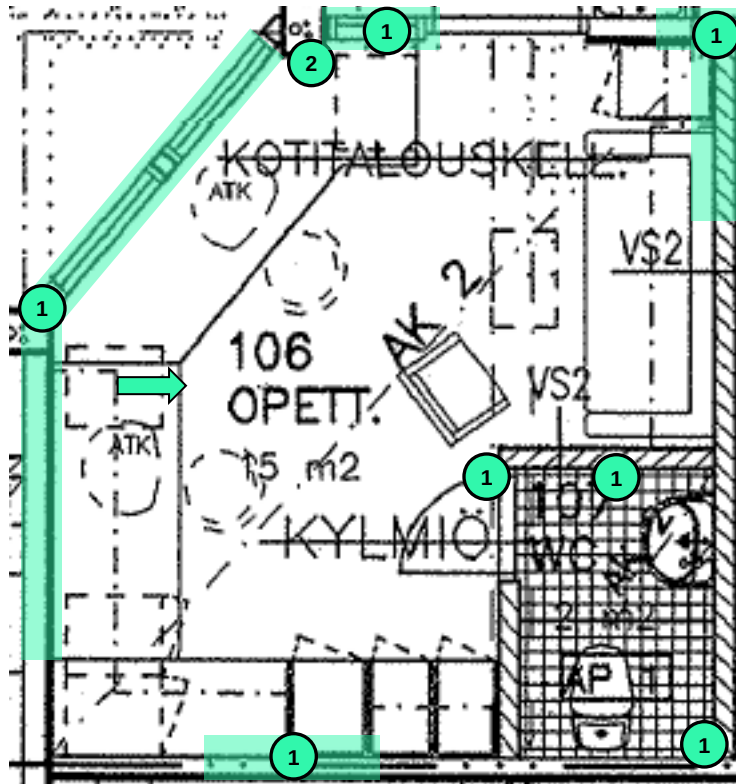


LIIKUNTASAUMA

Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -10 Pa mitattiin ulkoilman ja huonetilan välisenä tuuletusikkunan kautta. Normaaliolosuhteissa paine-ero oli 0 - -2 Pa ulkoilmaan nähden.



OPETTAJIEN TYÖTILA 106 ALAPOHJAN MERKKIAINETUTKIMUS 17.5.2016



MERKINTÖJEN SELITYKSET:

➔ MERKKIAINEKAASU ALAPOHJALAATAN ALLE

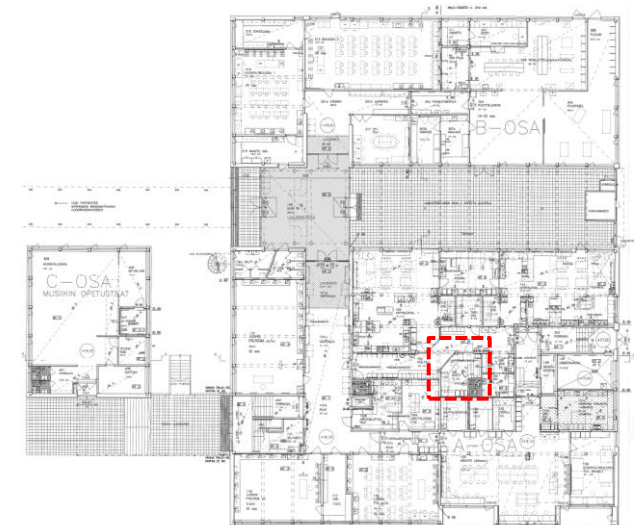
ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

① ALAPOHJAN JA VÄLISEINÄN LIITTYMÄ

② ALAPOHJAN JA PILARIN LIITTYMÄ

Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -10 Pa mitattiin alapohjan ja huonetilan välisenä alapohjaan poratun reiän kautta. Normaaliolosuhteissa paine-ero oli 6 Pa alapohjaan nähden.



KOTITALOUSLUOKKA 2, 114 ALAPOHJAN MERKKIAINETUTKIMUS 17.5.2016

MERKINTÖJEN SELITYKSET:



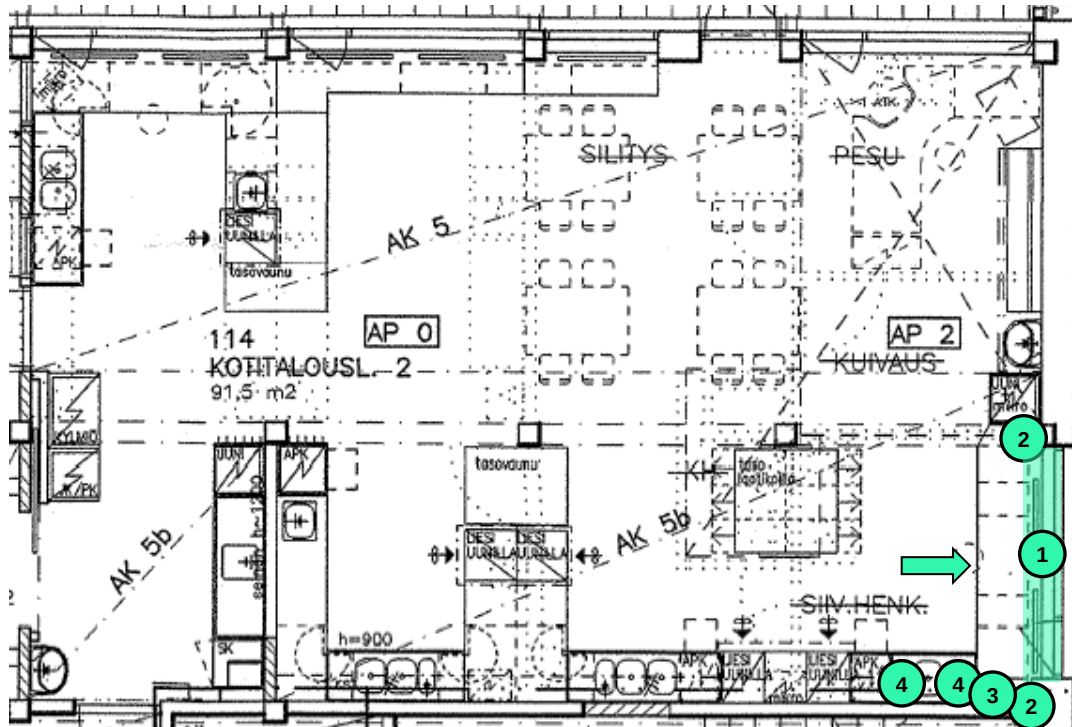
MERKKIAINEKAASU ALAPOHJALAATAN ALLE



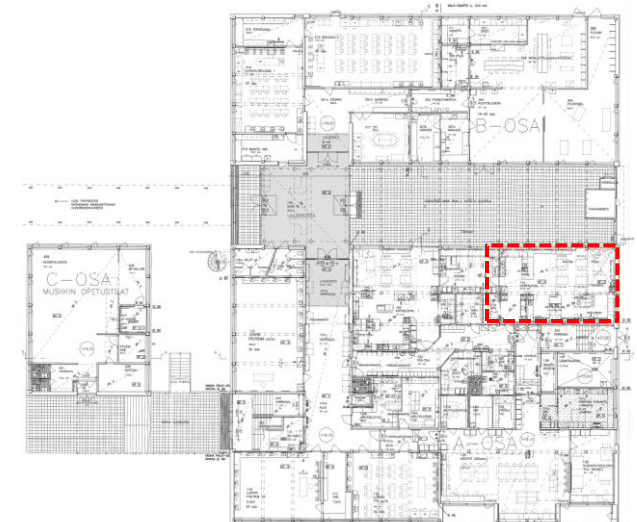
ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

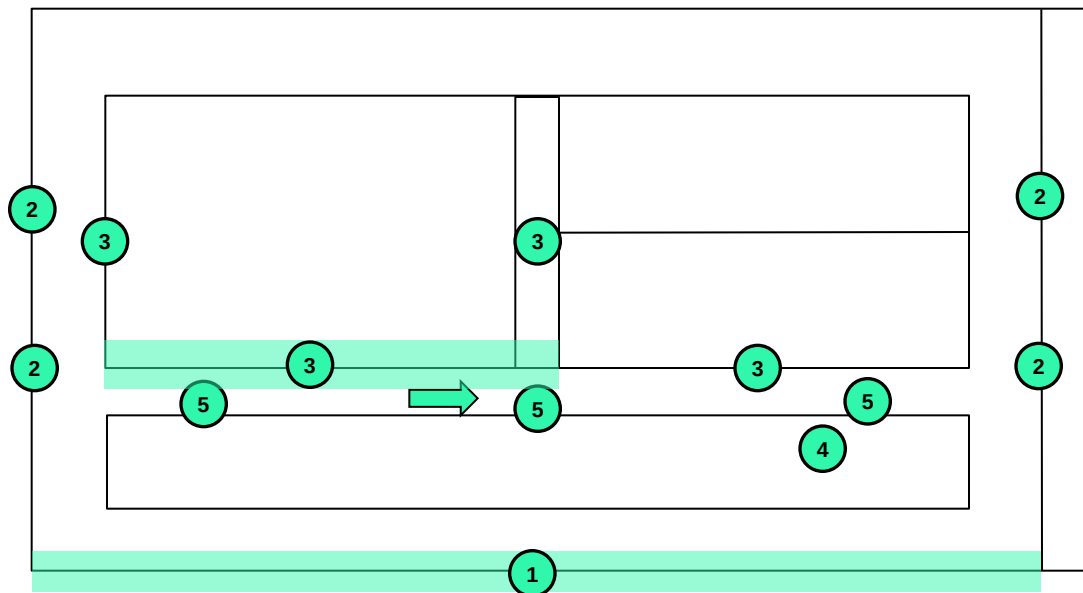
- 1 ALAPOHJAN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ
- 2 ALAPOHJAN JA PILARIN LIITTYMÄ
- 3 ALAPOHJAN JA VÄLISEINÄN LIITTYMÄ
- 4 PUTKILÄPIVIENTI



Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysointilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -11 Pa mitattiin alapohjan ja huonetilan välisenä alapohjaan poratun reiän kautta. Normaaliolosuhteissa paine-ero oli 4 Pa alapohjaan nähden.



KOTITALOUSLUOKKA 2, 114 ULKOSEINÄRAKENTEEN MERKKIAINETUTKIMUS 17.5.2016



MERKINTÖJEN SELITYKSET:



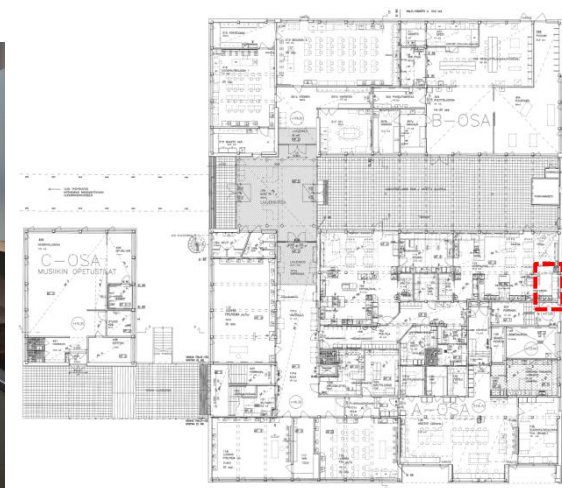
MERKKIAINEKAASU ULKOSEINÄN ERISTETILAAN



ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

- 1 ALAPOHJAN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ
- 2 PILARIN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ
- 3 IKKUNAN LIITTYMÄ
- 4 PATERIN KANNAKE
- 5 PUTKEN KANNAKE



Merkkiainekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -9 Pa mitattiin ulkoilman ja huonetilan välisenä tuuletusikkunan kautta. Normaaliolosuhteissa paine-ero oli 0 Pa ulkoilmaan nähden.

KATON MERKKIAINETUTKIMUS 17.5.2016

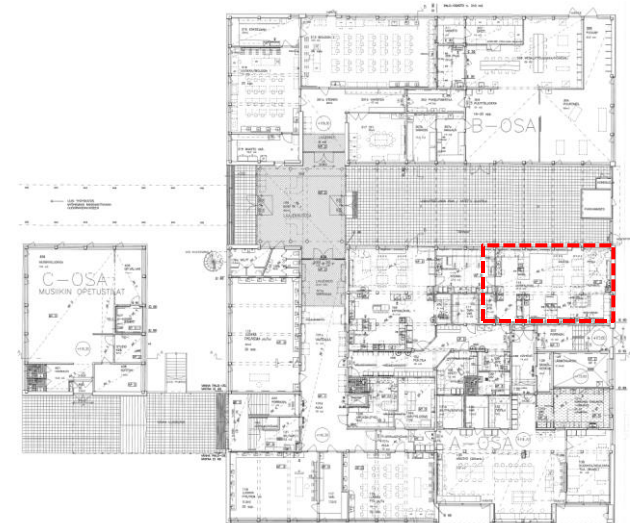
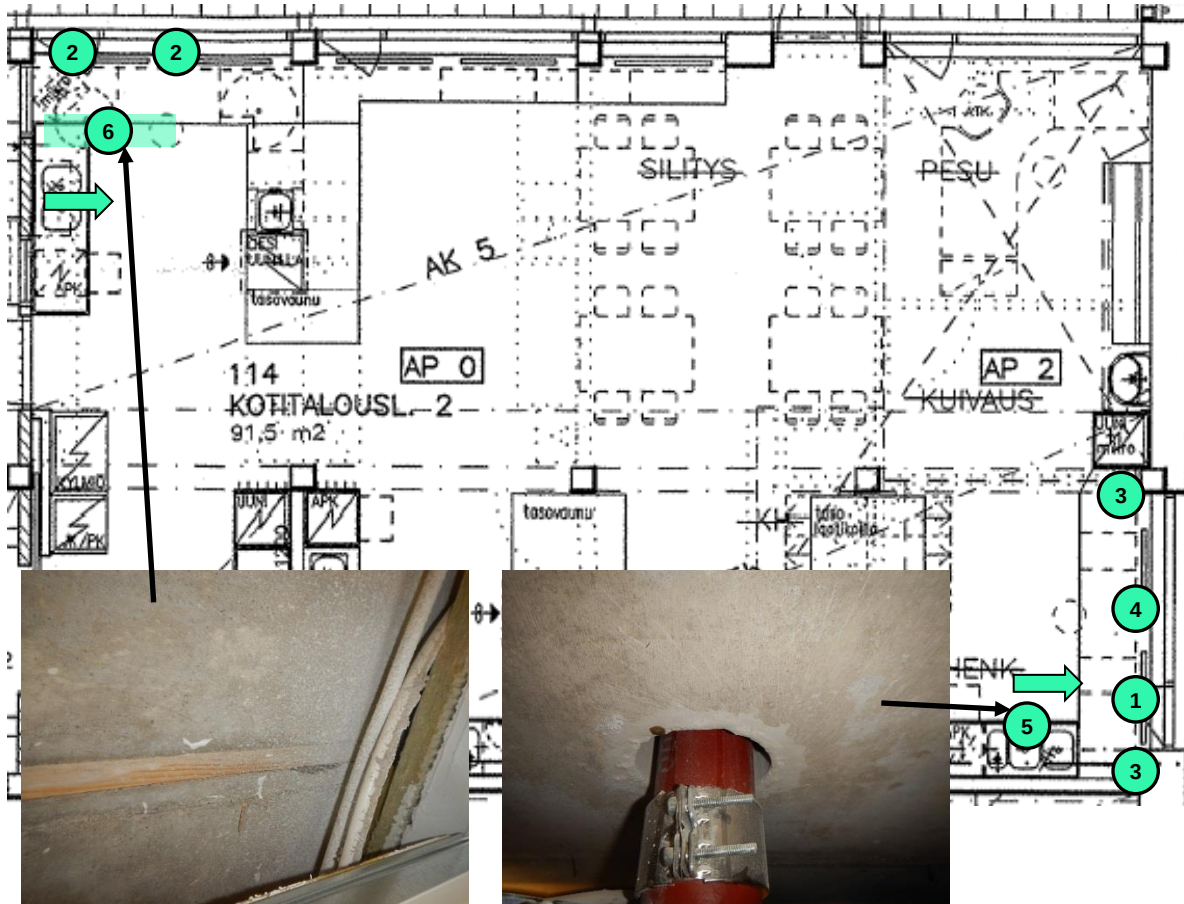
MERKINTÖJEN SELITYKSET:

MERKKIAINEKAASU VÄLIPOHJAAN ERISTETILAAN

ILMAVUODON LAAJUUS

MERKKIAINEKAASUHAVAINNOT:

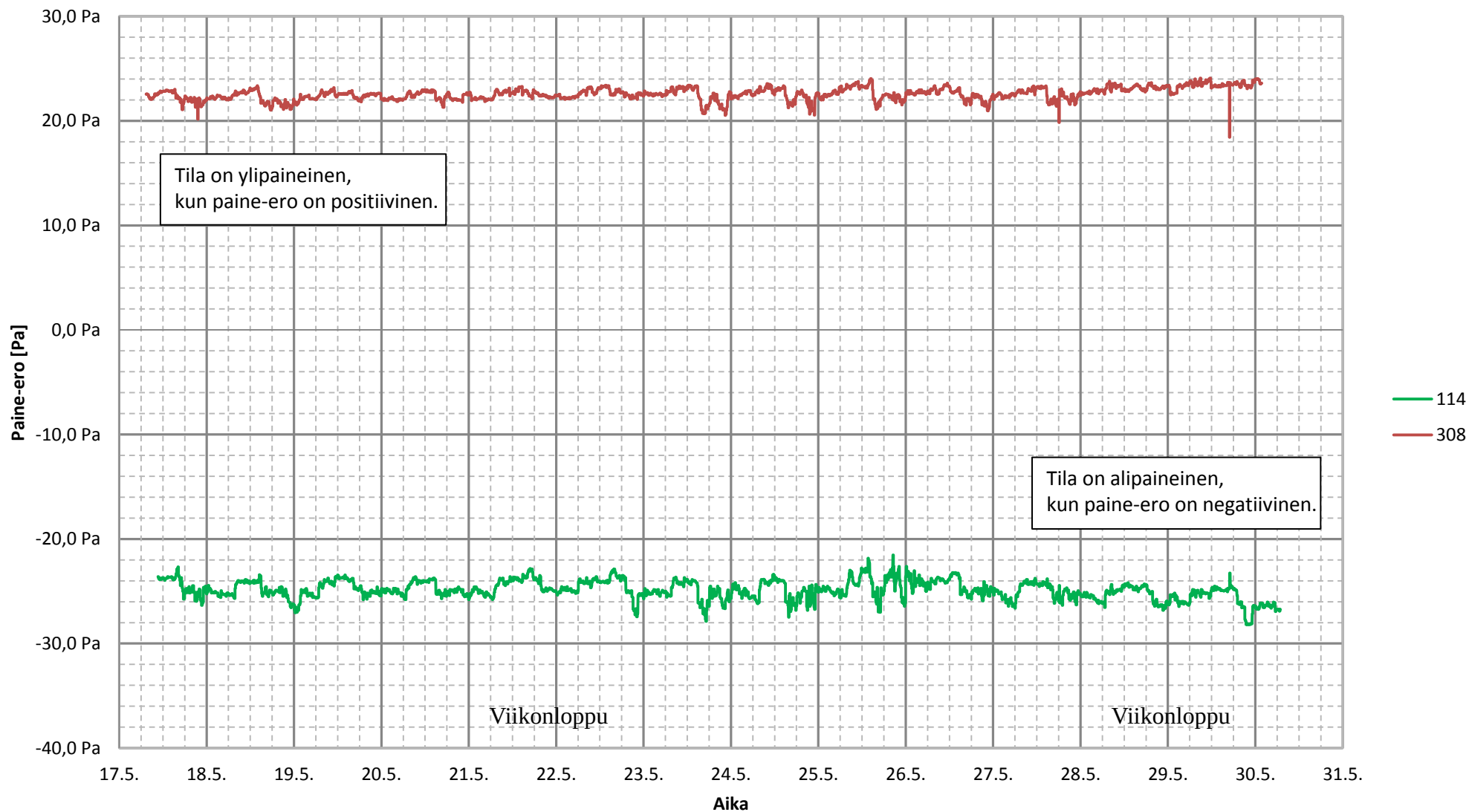
- 1 VÄLIPOHJAN JA ULKOSEINÄN LIITTYMÄ
- 2 VÄLIPOHJAN JA VÄLISEINÄN LIITTYMÄ
- 3 VÄLIPOHJAN JA PILARIN LIITTYMÄ
- 4 PUTKEN KANNAKE
- 5 PUTKILÄPIVIENTI (5KPL ALASLASKETUN KATON SISÄLLÄ)
- 6 MUOTTI LAUTA



Merkkiaineekoe on tehty rikkiheksafluoridikaasulla ja -analysaattorilaitteella. Tila alipaineistettiin Blowerdoor-puhaltimella tutkimuksen ajaksi. Paine-ero -10 Pa mitattiin välipohjan ja huonetilan välisenä välipohjaan poratun reiän kautta. Normaaliolosuhteissa paine-ero oli -2 Pa välipohjaan nähden.

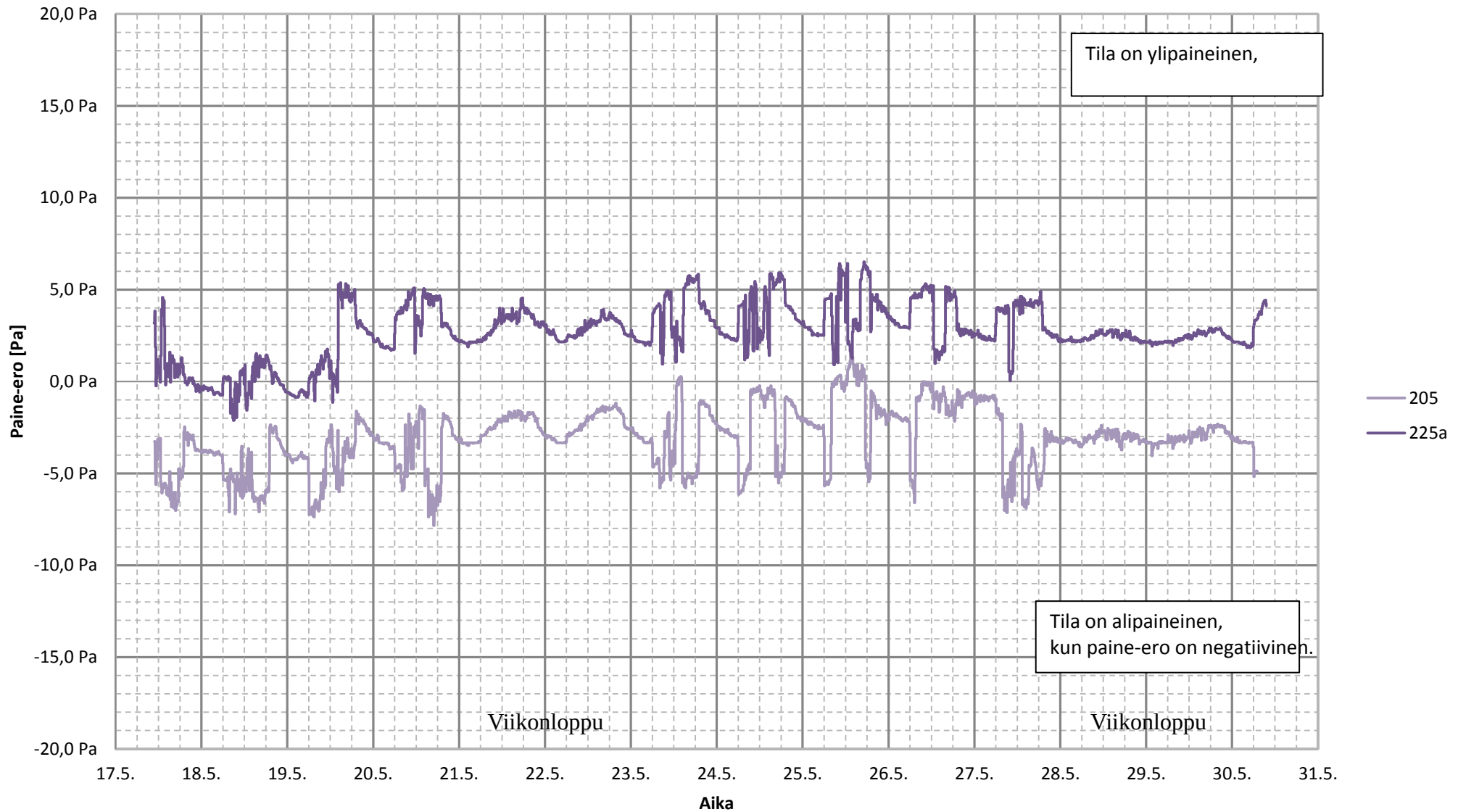
1. kerroksen paine-erot 17. - 30.5.2016

Kymmenen minuutin keskiarvo



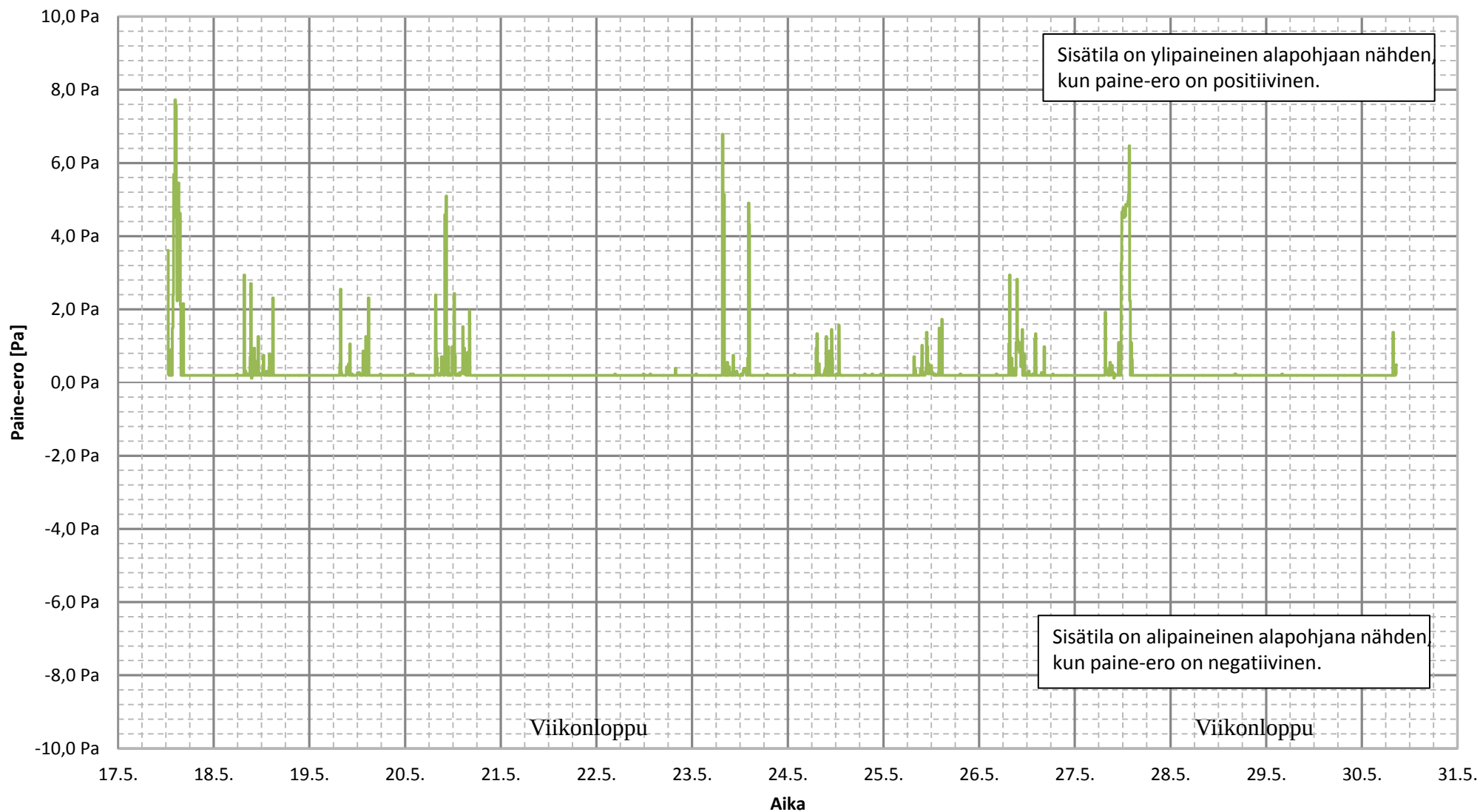
2. kerroksen paine-erot 17. - 30.5.2016

Kymmenen minuutin keskiarvo



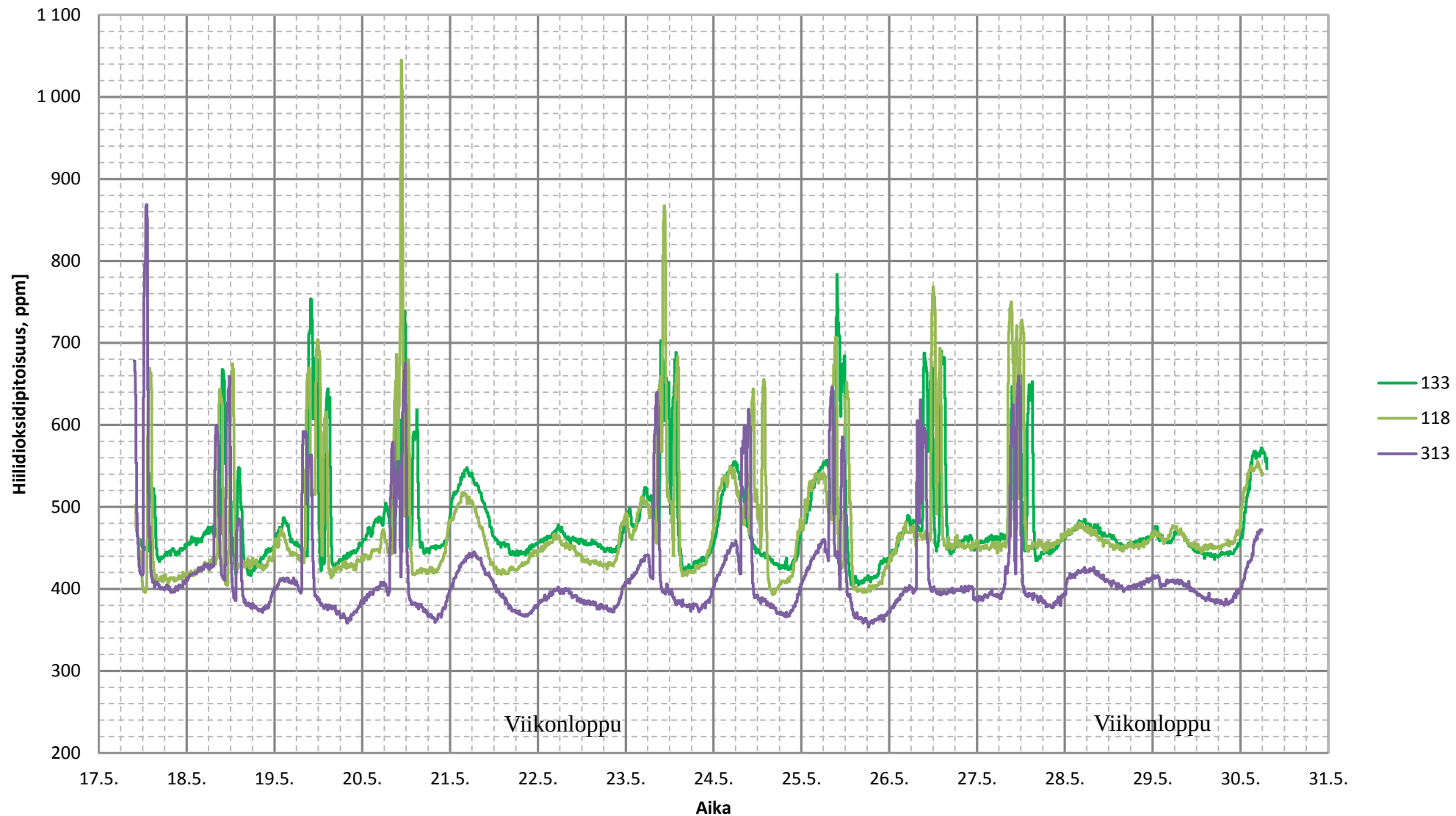
Tila 106 alapohjan paine-erot 17. - 30.5.2016

Kymmenen minuutin keskiarvo



1. kerroksen sisäilman hiilidioksidipitoisuus 17. - 30.5.2016

Kymmenen minuutin keskiarvo



2. kerroksen sisäilman hiilidioksidipitoisuus 17. - 30.5.2016

Kymmenen minuutin keskiarvo

