

**Nummelan koulu, laajennusosan toimistohuoneet 209 ja 210,
ulkoseinän rakenneavaukset ja mikrobinäyte,
paine-eromittaukset välipohjan ja väliseinän yli,
yläpohjan ontelolaattojen onteloilman kosteusmittaus**

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot.....	2
2	Tutkimusten havainnot ja tulokset.....	3
2.1	Tutkimusten suoritus.....	3
2.2	Ulkoseinän rakenneavaukset ja mikrobinäyte.....	4
2.3	Paine-eromittaukset välipohjan ja väliseinän yli.....	6
2.4	Yläpohjan ontelolaattojen onteloiden ilman kosteusmittaus.....	9
3	Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset.....	10

1 YLEISTIEDOT

Tilaaja	Vihdin kunta Kjell Gröning
Tekijä	Eurofins Expert Services Oy Risto Koivusaari Kemistintie 3, 02151 Espoo (PL47) ristokoivusaari@eurofins.fi
Tehtävä	Laajennusosan toimistohuoneet 209 ja 210, ulkoseinän rakenneavaukset ja mikrobinäyte, paine-eromittaukset välipohjan ja -seinän yli, yläpohjan ontelolaattojen onteloiden kosteusmittaus
Kohde ja tausta	Nummelan koulun laajennusosan toimistohuoneet 209 ja 210, Väinämöisentie 9, 03100 Nummela.

Toimistohuoneet 209 ja 210 sijaitsevat koulun 1980-luvulla rakennetussa laajennusosassa (kuva 1). Toimistohuoneita tutkittiin, koska niissä oli ilmoitettu olevan sisäilmaan liitettyä oireilua. Toimistohuoneen 210 aiemmissa vuodenvaihteessa 2019 tehdyissä tutkimuksissa (raportti EUFI29-19000338) oli selvitetty ilmanvaihdon toimivuutta, ulkovaipan ilmanpitävyyttä, välipohjan maton alla olevaa kosteutta maanvastaisella ulkoseinällä sekä mittaamalla sisäilman kemiallisia haihtuvia yhdisteitä (VOC). Lisäksi syksyllä 2019 mitattiin huoneesta 210 rikkiyhdisteitä, helposti haihtuvia kemiallisia yhdisteitä (VVOC) sekä uudelleen sisäilman kemiallisia haihtuvia yhdisteitä (VOC). Em. mainitut mittauksia tehtiin myös peruskorjatulla vanhalla osalla, ja niillä pyrittiin mm. selvittämään koulussa ajoittain havaitun viemärihajun kulkeutumista huonetilojen sisäilmaan (raportti EUFI29-190005532).

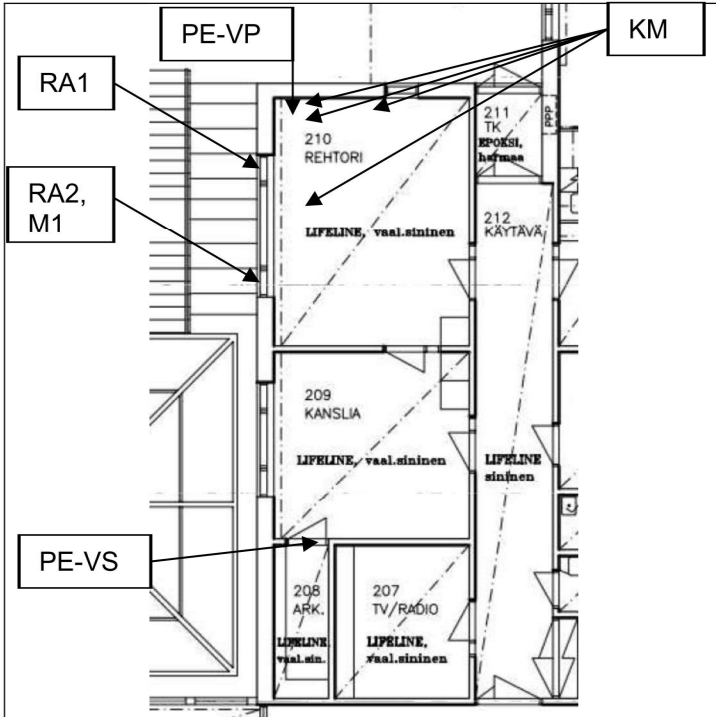


Kuva 1. Koulun rakennukset nimettynä karttakuvassa. Valkoisella katkoviivalla merkitty toimistohuoneiden 209 ja 210 sijainti.

2 TUTKIMUSTEN HAVAINNOT JA TULOKSET

2.1 Tutkimusten suoritus

Tutkimukset tehtiin syys-lokakuun 2019 aikana. Tutkimusten tarkempi suoritus on esitetty kunkin tutkimustoimenpiteen kohdalla erikseen. Rakennepiirustuksia huoneen 209 ja 210 kohdalta ei ollut tutkimuksia varten käytettävissä. Tutkittavien tilojen pohjapiirros ja siihen merkityt tutkimuspisteet on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Kuvassa tutkittavien toimistuhuoneiden pohjapiirros (2.krs). Toimistuhuoneiden yläpuolella on yläpohjan tuuletustila ja alapuolella varastotiloja. Rakennearvaukset on merkitty tunnuksella RA, paine-eromittaukset PE (VP=välipohja, VS=väliseinä) ja kosteusmittaukset KM.

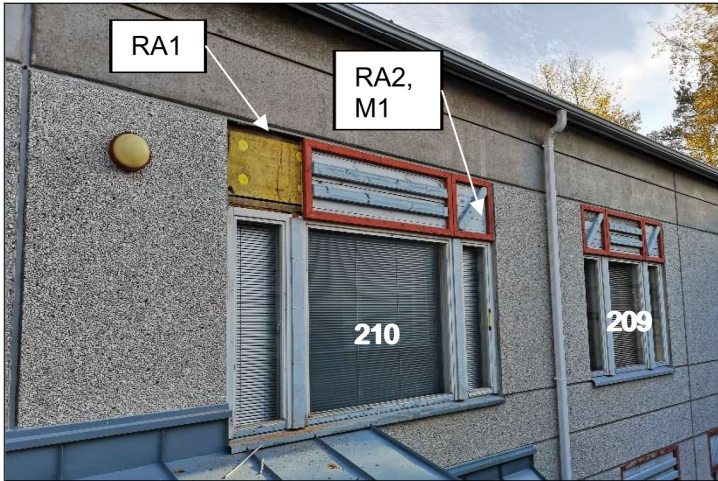
2.2 Ulkoseinän rakenneavaukset ja mikrobinäyte

Tutkimuksen suoritus

Ulkoseinän ikkunan yläpuolella olevan puujulkisivun kohdalle tehtiin ulkoseinän rakenneavaus ulkopuolelta. Rakenneavauksesta rakennetta arvioitiin aistinvaraisesti ja ulkoseinän lämmöneristeenä olevasta mineraalivillasta otettiin mikrobiviljelyä (analyysivastaus liitteessä 1) varten yksi materiaalinäyte puujulkisivun kohdasta, joka on lähimpänä kattovedenpoiston syöksytorvea. Em. kohdassa oli kiinteistöhuollolta saadun tiedon mukaan joskus aiemmin havaittu rännien tulvimisesta johtuen veden valuneen ulkoseinää pitkin.

Havainnot ja tulokset

Toimistotilojen ulkoseinärakenne on rakennettu betonisandwich-elementeistä. Rakenneavausten havainnot ja tutkimustulokset on esitetty valokuvien kuvateksteissä (kuvat 3-8).



Kuva 3. Toimistohuoneen 210 ulkoseinärakenteeseen tehtiin kaksi rakenneavausta RA1, RA2. Rakenneavauksesta RA2 otettiin materiaalinäyte mikrobiviljelyä varten.



Kuva 4. RA1. Rakenneavausten perusteella betonisen sisäkuoren ja pesubetonisen ulkokuoren välissä oleva lämmöneriste on lasivillaa. Puujulkisivun yläpuolella betonielementin vaihtuessa lämmöneristeenä on yläpohjan osalla EPS:ä. Ikkunoiden apukarmit ovat puuta.



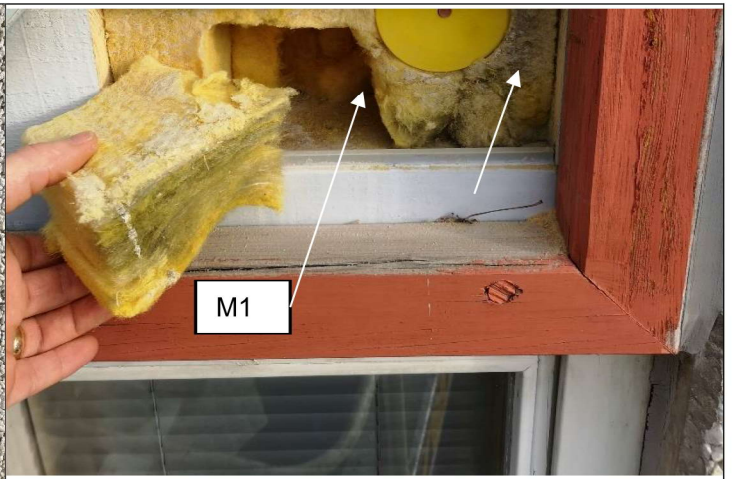
Kuva 5. RA1. Lämmöneristekerroksen paksuus 12-13 cm ja pesubetonisen ulkokuoren 6-7 cm. Lämmöneristyskerroksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 6. RA1. Puujulkisivun ja ikkunan yläreunan apukarmin kohdalla lämmöneristekerros ei ole tiiviisti runkokuuta vasten vaan kohdassa on selkeä rako. Tämä heikentää ulkoseinän lämmöneristävyttä.



Kuva 7. Rakenneavaus R2 tehtiin lähelle syöksytorvea.



Kuva 8. Rakenneavauksesta otettiin materiaalinäyte (M1) mikrobiviljelyä varten. Viljelyn perusteella lämmöneriste oli puhdas mikrobeista (mikrobien määrä alle määrittäysrajan). Lämmöneristeen ulkopinnalla havaittiin paikallisia kohtia ulkoilmassa olevien pakokaasujen ja muiden epäpuhtauksien aiheuttamaa likaantumista (nuoli). Lämmöneristekerroksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai kosteuden aiheuttamia jälkiä.

2.3 Paine-eromittaukset välipohjan ja väliseinän yli

Tutkimuksen suoritus

Paine-eroa mitattiin seurantamittauksella toimistohuoneen 209 ja siellä olevan arkiston 208 välisen väliseinän yli sekä toimistohuoneen 210 ja sen alapuolella olevan varastotilan välipohjan yli. Paine-eron seurantamittaus tehtiin 25.9. - 1.11.2019 välisenä aikana. Välipohja- ja väliseinärakenteeseen porattuun reikään asennettiin mittauspätket, joiden avulla seurantamittaus tehtiin. Välipohjan rakennetyyppi tarkastettiin reiän porauksen yhteydessä.

Havainnot ja tulokset

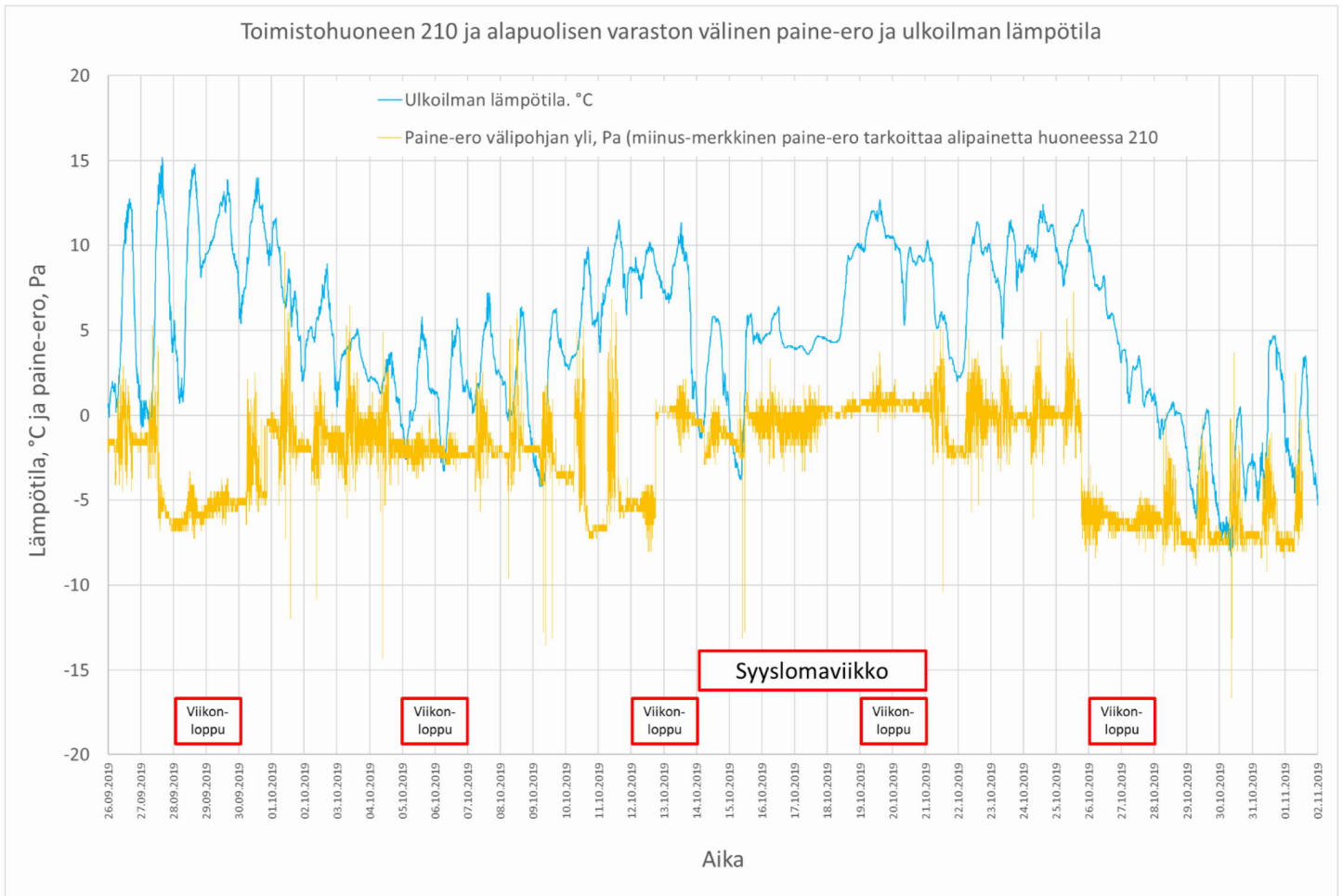
Paine-eromittarin asennuksessa välipohjarakenteen läpi poratusta reiästä dokumentoitiin välipohjarakenne. Porauksen perusteella välipohjarakenne on ontelolaatta eikä ontelolaatan päällä ole muita rakennekerroksia (esim. askeläänieristyskerrosta). Ontelolaatan alapuolella on puurunkoinen lämmöneristetty alakattorakenne.

Paine-eromittautulokset on esitetty kuvissa 9-10.

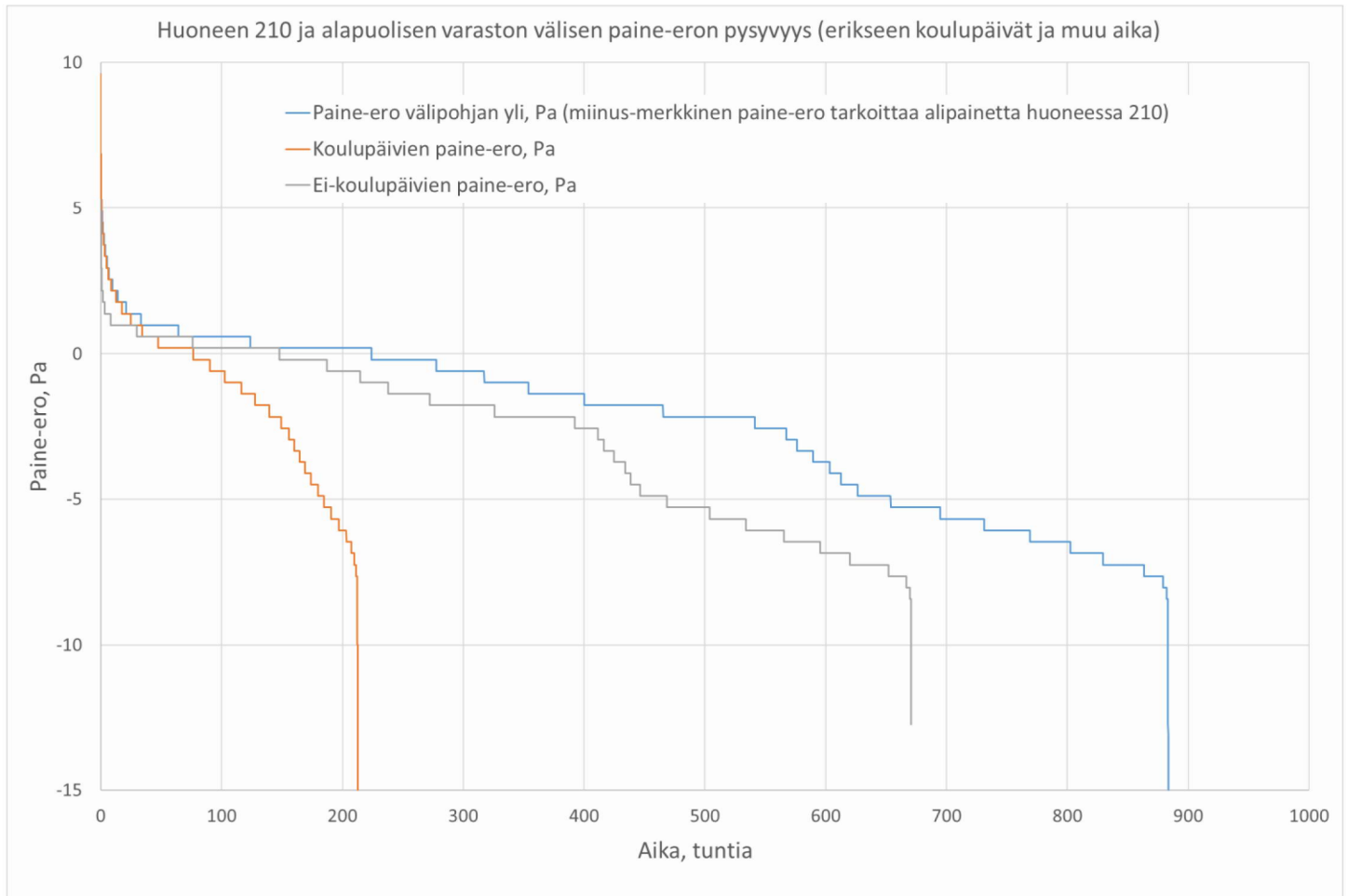
Arkiston 208 ja toimistohuoneen 209 väliseinän yli ei mittausten mukaan syntynyt käytännössä lainkaan paine-eroa. Tämä tarkoittaa, että tilojen välisen välioven oviraon kautta ilmanvaihto pääsee tapahtumaan suunnitellusti eikä paine-eroa väliseinän yli synny.

Toimistohuoneen 210 välipohjan yli mitattiin sen sijaan melko suuria paine-eroja ja suurimman osan ajasta huoneen 210 ilma oli alipaineinen alapuolella olevaan varastoon verrattuna (kuva 9). Alipaineessa (mitattu paine-ero oli miinusmerkkinen) alapuolella olevasta varastosta voi kulkeutua ilmaa vuotokohtien kautta toimistohuoneeseen 210. Huonetilan 210 lattia (välipohja) on päällystetty muovimatolla, joka on hyvin ilmatiivis. Välipohjassa olevia näkyviä läpivientejä ovat patteriputkien läpiviennit, jotka on myös tiivistetty. Em. seikkojen perusteella varastosta toimistohuoneeseen 210 tulevan ilman määrä on hyvin pieni. Tästä huolimatta suositellaan, että alapuolisen varaston ilmanvaihto säädetään ja sitä käytetään niin, että varastotila on aina alipaineinen yläpuolisiin toimistotiloihin verrattuna.

Arkipäivisin klo 8 ja 16 välillä huoneen 210 ja alapuolella olevan varaston paine-ero oli keskimäärin -1,4 Pa eli huone 210 oli hieman alipaineinen varastoon nähden. Suurimmillaan paine-ero oli 10 Pa ja pienimmillään -17 Pa. Neljäsosan ajasta paine-ero oli välillä -3 Pa ... -9 Pa, kun hetkellisiä paine-eropiikkejä ei oteta huomioon. Koulupäivien aikana syntyy hetkellisiä harmittomia paine-eropiikkejä etenkin ovien avaamisesta johtuen. Koulujan ulkopuolella paine-ero oli keskimäärin -2,7 Pa. Huoneen 210 alipaineisuutta esiintyi yli 75 % koko mittausjakson ajasta (kuva 10). Ulkoilman lämpötilalla, tuulen nopeudella tai tuulen suunnalla ei havaittu olevan merkittävää vaikutusta alipaineisuuteen. Koska alipaineisuuden tasot muuttuivat porrasmaisesti mittauksen aikana, on todennäköinen syy alipaineelle ilmanvaihdossa.



Kuva 9. Paine-eromittausten tulokset välipohjan yli toimistohuoneen 210 ja sen alapuolella olevan varastotilan väliltä. Lisäksi kuvassa esitetään Ilmatieteen laitoksen ulkolämpötilatiedot samalta jaksolta.



Kuva 10. Välipohjan yli toimistuhuoneen 210 ja sen alapuolella olevan varastotilan väliltä mitatut paine-erot pysyvyyskäyriä. Kuvassa esitetään lisäksi erikseen koulupäivien tulokset ja muun ajan tulokset. Toimistuhuone 210 oli alipaineinen 75 % koko mittausajasta.

2.4 Yläpohjan ontelolaattojen onteloiden ilman kosteusmittaus

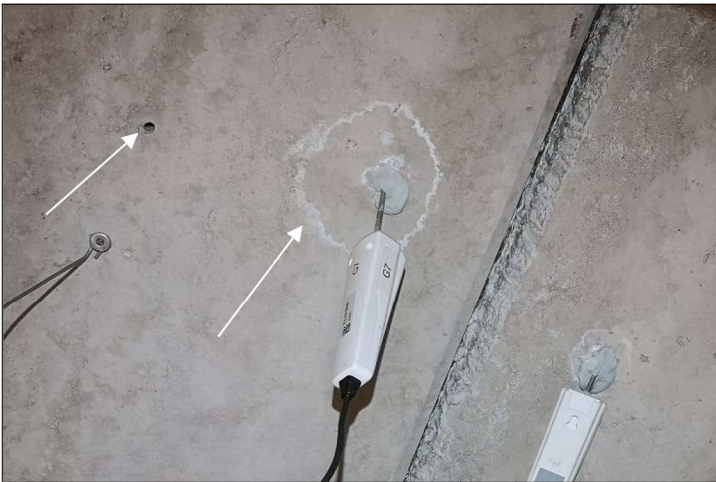
Tutkimuksen suoritus

Paine-eromittausten ja muiden kohteessa tehtyjen tutkimusten lisäksi yläpohjan ontelolaattojen onteloiden ilman kosteutta mitattiin tilaajan pyynnöstä, koska niiden alapinnalla alakaton takana oli havaittu valkoisia jälkiä. Mittaukset tehtiin poraamalla pistokoemaisesti pääosin ulkoseinän lähelle ontelolaattojen ontelokohtiin reikiä alapuolelta ja asennettiin kosteusanturi onteloon.

Havainnot ja tulokset

Ontelolaattojen alapinnalla on nähtävissä rakennusaikaisia kosteuden aiheuttamia jälkiä (kuva 11). Ns. kalkkihärmeeksi kutsutut jäljet johtuvat tuoreessa betonissa ja onteloissa olevassa vedessä olevista kalsiumsuoloista, jotka veden kulkeutuessa ja kuivuessa saostuvat betonin pinnalle näkyviin. Sekä nykyään että pitkään aiemminkin käytännön ontelolaattarakentamisessa ontelolaattoihin porataan jo ontelolaattatehtaalla niiden alapintaan vedenpoistoreiät, jotka työmaalla runkovaiheessa porataan vielä uudelleen auki, jotta onteloihin valmistuksen, kuljetuksen ja rakentamisen aikana päässyt vesi poistuu onteloista. Tällainen rakennusvaiheessa onteloihin pääsevä vesi ja kosteus eivät aiheuta haittaa uusille betonisille ontelolaatoille. Uuden betonin alkalisuuden (korkea pH) vuoksi betoni kestää kosteutta hyvin (estää mikrobikasvun syntymistä). Toimistohuoneen 210 ontelolaattojen alapintojen silmämääräisen tarkastelun perusteella ontelolaattojen alapinnoissa näkyvissä olevat jäljet ovat mitä todennäköisimmin alkuperäisiä 1980-luvulta olevia kalsiumsuoloista johtuvia jälkiä ja kosteus on laatoista poistunut aikoja sitten.

Tutkimustulokset on esitetty kuvassa 12 ja mittauspaiikat kuvassa 2.



Kuva 11. Yläpohjan ontelolaatan ontelotilan ilman kosteusmittaus huoneessa 210. Vasemman puoleisen mittarin mittaureikä ympyröi ns. kalkkihärmeeksi kutsuttu rakennusaikaisen kosteuden aiheuttama jälki. Mittarin vasemmalla puolella on ontelolaattaan rakentamisvaiheessa 1980-luvulla porattu vedenpoistoreikä.



Kuva 12. Yläpohjan ontelolaatan ontelotilan ilman kosteusmittaus huoneessa 210. Mittauksen perusteella ontelotilan ilman lämpötila vaihteli välillä 17,6-21,1 C ja suhteellinen kosteus 36-45 RH-%. Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus yhdestä mittapisteestä mitattuna alakaton päältä olivat 20,3 C ja 45 RH-%. Tulosten perusteella ontelot ovat kuivia (tasapainokosteudessa sisäilman kanssa eli onteloissa ei ollut mittaushetkellä yhtään enempää kosteutta kuin sisäilmassa).

3 YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Toimistohuoneen 210 ulkoseinään tehtyjen rakenneavausten ja ulkoseinän lämmöneristeestä otetun mikrobinäytteen perusteella ulkoseinärakenteessa ei havaittu sellaisia puutteita, jotka voisivat heikentää sisäilman laatua huoneessa.

Paine-eromittausten perusteella toimistohuoneen 210 välipohjan yli mitattiin sen sijaan melko suuria paine-eroja ja suurimman osan ajasta huoneen 210 ilma oli alipaineinen alapuolella olevaan varastoon verrattuna. Alipaineessa alapuolella olevasta varastosta voi kulkeutua ilmaa vuotokohtien kautta toimistohuoneeseen 210. Varastosta toimistohuoneeseen 210 tulevan ilman määrä on kuitenkin välipohjarakenteen hyvän ilmatiiviyden vuoksi hyvin pieni. Tästä huolimatta suositellaan, että alapuolisen varaston ilmanvaihto säädetään ja sitä käytetään niin, että varastotila on aina alipaineinen yläpuolisiin toimistotiloihin verrattuna.

Huoneen 210 alakaton yläpuolella olevien yläpohjan ontelolaattojen onteloiden ilman kosteutta mitattiin tilaajan pyynnöstä, koska niiden alapinnalla alakaton takana oli havaittu valkoisia jälkiä. Ontelolaattojen ontelot olivat mittausten perusteella kuivia. Ns. kalkkihärmeeksi kutsutut jäljet ovat todennäköisimmin seurausta rakennuksen rakennusaikana (1980-luvulla) tuoreessa betonissa ja onteloissa olevassa vedessä olevista kalsiumsuoloista, jotka veden kulkeutuessa ja kuivuesssa ovat saostuneet betonin pinnalle näkyviin.

Espoossa 17.12.2019

Risto Koivusaari
Rakennustekniikan asiantuntija, DI

Liitteet 1. Mikrobinäytteen laboratorioanalyysi

raportti RML2019-089

Korvataan raportti RML2019-089, 1.11.2019



Risto Koivusaari
Eurofins Expert Services Oy
Kemistintie 3
02151 Espoo



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Väinämöisentie 9, Nummela

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Risto Koivusaari, Eurofins Expert Services Oy, 15.10.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 17.10.2019 ja viljelty 18.10.2019.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä laimennossarjamenetelmällä käyttäen pintaviljelytekniikkaa. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskoipimalla sukutai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

TULOKSEN TULKINTA:

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan sieni-itiöpitoisuus yli 10 000 pesäkkeen muodostavaa yksikköä (pmy)/g viittaa sienikasvuun (homeet ja/tai hiivat) näytteessä. Bakteeripitoisuus yli 100 000 pmy/g ja sädesienipitoisuus yli 3 000 pmy/g viittaavat bakteeri- ja/tai sädesienikasvuun näytteessä. Pitoisuuksien ohella tulkinnassa tarkastellaan myös mikrobilajistoa ja ns. kosteusvaurioindikaattorisukujen tai -lajien esiintymistä erityisesti, kun näytteen homepitoisuus on 5 000 – 10 000 pmy/g.

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määrittäysraja on 91 pmy/g tai 910 pmy/g kevyille materiaaleille. Määrittäysraja on ilmoitettu jokaisen näytteen kohdalla tulostaulukossa.

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä katsoa olevan. Menetelmän luonteesta johtuen mittausepävarmuuteen vaikuttaa myös itse mittausulos, joten menetelmäkohtaista mittausepävarmuusarviota ei voida antaa. Laboratorion teknisen suorituksen mittausepävarmuus on homeille 7 % (M2-alusta) ja 8 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 20 % ja sädesienille 26 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa tilavuusmittausten, siirrostilavuuden, laimennoskertoimen ja pesäkelaskennan mittausepävarmuudet. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

raportti RML2019-089

Korvataan raportti RML2019-089, 1.11.2019



YHTEENVETO TULOKSISTA:

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

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
	M1, Lasivilla, Ulkoseinä	home- ja bakteeripitoisuudet alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

Kuopiossa, 5.11.2019

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

raportti RML2019-089

Korvataan raportti RML2019-089, 1.11.2019



ANALYYSITULOKSET:

Lyhenteiden selitykset:

pmy = pesäkkeen muodostavaa yksikköä

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

< mr = alle määrittämissä rajat

* = kosteusvaurioindikaattori

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

Jos tulos on yli tai alle pesäkkeiden luotettavan laskentatajan (lineaarisen mittausalueen ulkopuolella), se on arvio ja asia todetaan alaviitteellä kyseisten tulosten osalta. Tulokset on ilmoitettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Näyte: M1, Lasivilla, Ulkoseinä (tutkimustunnus: RML190524)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus		Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/g)	(pmy/g)	BAKTEERIT	(pmy/g)
Kokonaispitoisuus	<mr	<mr	Kokonaispitoisuus	<mr

Menetelmän määrittämissä rajat näytteelle on 910 pmy/g

raportti RML2019-089

Korvataan raportti RML2019-089, 1.11.2019



VIITTEET:

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

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