



**Nummelan koulu,
laajennusosan luokkahuoneiden 233 ja 234 sisäilma ja
kosteustekniset tutkimukset,
vanhan osan luokkahuoneiden 161, 162 ja 163 sisäilman
VOC-näytteet**

SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleistiedot.....	2
2	Tutkimusten havainnot ja tulokset.....	3
2.1	Tutkimusten suoritus ja rakennetyypit.....	3
2.2	Sisäilman VOC-näytteet.....	4
2.3	Sisäilman mikrobinäytteet.....	6
2.4	Luokkahuoneiden 233 ja 234 lattian kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset.....	7
2.5	Luokkahuoneiden 233 ja 234 välisen väliseinän rakenneavaus.....	9
2.6	Ulkoseinän rakenneavaus (234) ja ulkoseinän ilmavuotokohtien selvittäminen merkkisavulla (233, 234).....	10
2.7	Paine-eromittaustiedon tarkastelu (233 VP).....	12
3	Yhteenveto ja toimenpidesuositukset.....	13

1 YLEISTIEDOT

Tilaaaja	Vihdin kunta Kjell Gröning
Tekijä	Eurofins Expert Services Oy Risto Koivusaari ristokoivusaari@eurofins.fi
Tehtävä	Tehtävänä oli selvittää luokkahuoneiden 233 ja 234 sisäilman laatua ja sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä. Lisäksi tehtävänä oli ottaa luokkahuoneista 161, 162 ja 163 sisäilman VOC-näytteet.
Tehtävän suoritus	Luokkatilojen 233 ja 234 sisäilman epäpuhtauksia tutkittiin ottamalla sisäilman VOC-näytteet sekä sisäilman mikrobinäytteet. Sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä selvitettiin lattian kosteusmittauksilla, ulko- ja väliseinän rakenneevauksella sekä ulkoseinän ilmanpitävyyttä selvittämällä ja tarkastelemalla jatkuvatoimisen paine-eromittauksen tuloksia.
Kohde ja tausta	Nummelan koulun laajennusosan luokkahuoneet 233 ja 234 sekä vanhan peruskorjatun osan luokkahuoneet 161, 162 ja 163, Väinämöisentie 9, 03100 Nummela.

Luokkahuoneet 233 ja 234 sijaitsevat koulun 1980-luvulla rakennetun laajennusosan 2. kerroksessa (kuva 1). Luokat 161, 162 ja 163 sijaitsevat vanhan peruskorjatun osan 1. kerroksessa. Luokkahuoneita tutkittiin, koska niissä oli ilmoitettu olevan sisäilmaan liitettyä oireilua tai sisäilman laatu oli koettu huonoksi. Luokkien 233 ja 234 alapuolisissa teknisen työn tiloissa oli tutkimushetkellä raportissa (EUFI29-19004446-T1, 9.12.2019) havaittujen kosteusongelmien korjaus käynnissä.



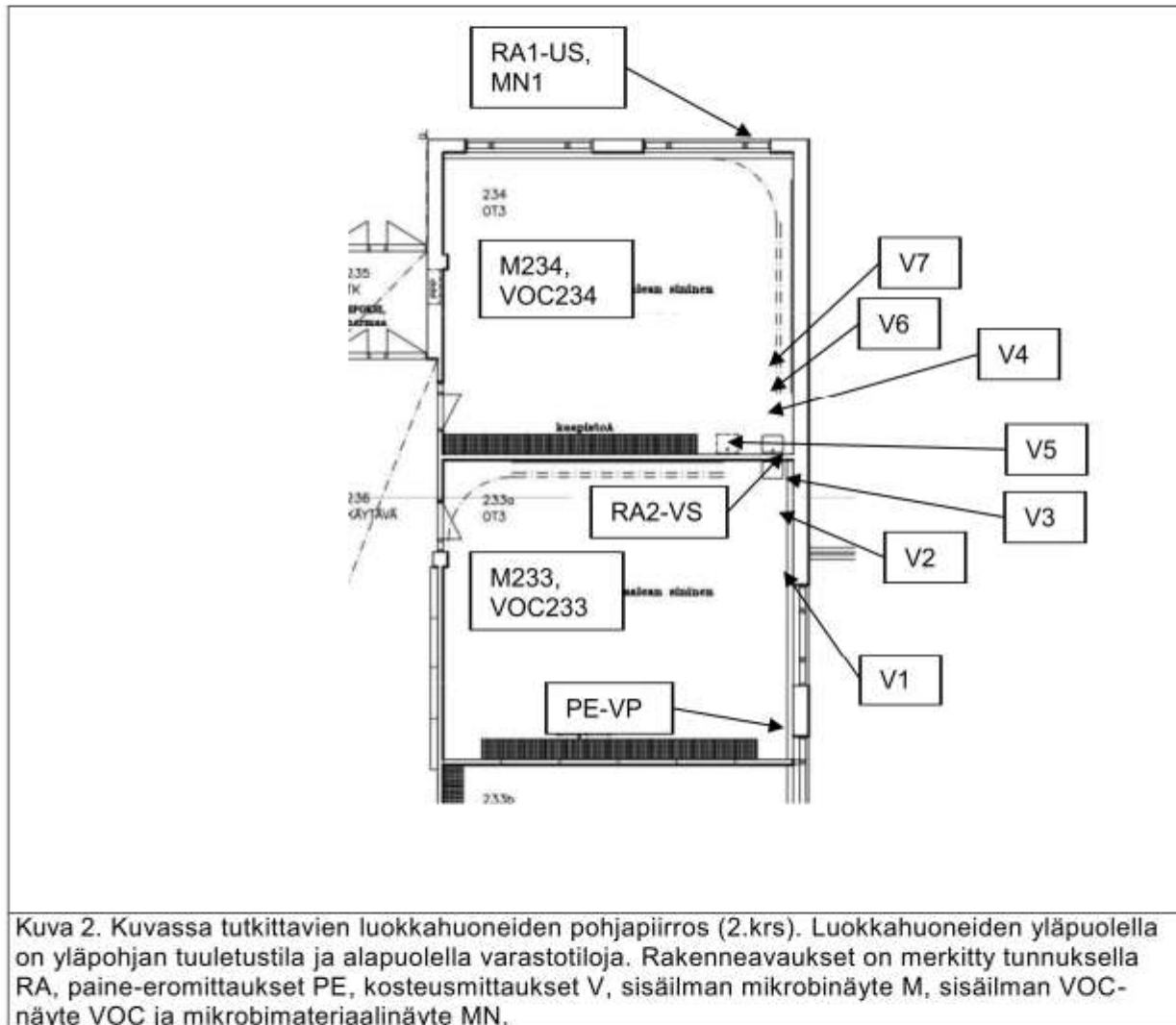
Kuva 1. Koulun rakennukset nimettynä karttakuvassa. Luokkien sijainnit merkitty valkoisella katkoviivalla.

2 TUTKIMUSTEN HAVAINNOT JA TULOKSET

2.1 Tutkimusten suoritus ja rakennetyypit

Tutkimukset tehtiin helmikuussa 2020. Tutkimusten tarkempi suoritus on esitetty kunkin tutkimustoimenpiteen kohdalla erikseen.

Luokkahuoneiden 233 ja 234 pohjapiirros ja siihen merkityt tutkimuspisteet on esitetty kuvassa 2. Luokkahuoneiden 233 ja 234 lattiat ovat ontelolaattaväliä, joiden päällysteenä on muovimatto. Ulkoseinät on rakennettu betonisista sandwich-elementeistä. Yläpohjana on ontelolaatta ja vesikattona harjakatto.



2.2 Sisäilman VOC-näytteet

Mittauspisteet

Sisäilmamittaukset tehtiin 17.2.2020. Mittaukset tehtiin luokissa 161, 162, 163, 233 ja 234. Mittauskorkeus kaikissa näytteissä oli 1,1 m. Jokaisesta mittauspisteestä otettiin kaksi rinnakkaista näytettä. Tuloilmasta ei otettu VOC-näytettä. Lämpötila eri luokkahuoneissa vaihteli välillä 19,1-20,8 °C ja suhteellinen kosteus 29-32 %. Luokkatilojen ilmanvaihto oli tilaajan ilmoituksen mukaan normaalissa käyttöasennossa. Mittauspisteiden tarkemmat tiedot on esitetty valokuvissa 3-7.



Kuva 3. Luokka 161. Mittauspisteen etäisyys kuvassa oikealla näkyvään ulkoseinään 3,6 m ja keskellä näkyvään väliseinään 1,5 m.



Kuva 4. Luokka 162. Mittauspisteen etäisyys kuvassa vasemmalla näkyvään ulkoseinään 3,3 m ja keskellä näkyvään väliseinään 1,4 m.



Kuva 5. Luokka 163. Mittauspisteen etäisyys kuvassa oikealla näkyvään ulkoseinään 3,2 m ja keskellä näkyvään väliseinään 1,2 m.



Kuva 6. Luokka 233. Mittauspisteen etäisyys kuvassa keskellä näkyvään ulkoseinään 3,3 m ja vasemmalla näkyvään väliseinään 4,0 m. Luokassa vain vähän kalusteita.



Kuva 7. Luokka 234. Mittauspisteen etäisyys kuvassa keskellä näkyvään ulkoseinään 3,3 m ja oikealla näkyvään väliseinään 3,9 m.

Menetelmät

Näytteiden analysointi tehtiin Eurofins Expert Services Oy:n laboratoriossa. Sisäilman haihtuvat orgaaniset yhdisteet adsorboitiin Tenax TA adsorbenttiin ja analysoitiin kaasukromatografisesti käyttäen näytteensyöttöön termodesorptiotekniikkaa /1/. Menetelmä on akkreditoitu.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä, TVOC, on laskettu liekki-ionisaatiodektoirin kromatogrammin kokonaispinta-alasta väliltä heksaani-heksadekaani tolueenin vastetekijän avulla.

Näytteissä esiintyneet yksittäiset VOC-yhdisteet tunnistettiin massaselektiivisen detektorin kokonaisioni-kromatogrammista spektrikirjaston perusteella. Yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet on laskettu yhdisteen FID-grammista piikin pinta-alan ja tolueenin vastetekijän perusteella. Sisäilmassa tavanomaisesti esiintyvät yksittäiset VOC-yhdisteet on tunnistettu malliaineilla. Yksittäisten VOC-yhdisteiden alin määrittäysraja on yhdisteestä ja näytemäärästä riippuen tasolla $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ /1/.

Tulokset

Sisäilman TVOC- tulokset on esitetty taulukossa 1. Näytteissä tunnistetut yksittäiset VOC-yhdisteet on esitetty liitteessä 1. Menetelmän mittausepävarmuus $\pm 22 \%$ on huomioitu tulosten tulkinnassa.

Taulukko 1. Sisäilman TVOC-pitoisuus.

Mittauspiste	TVOC-pitoisuus
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Luokka 161, VOC161	3
Luokka 162, VOC162	6
Luokka 163, VOC163	4
Luokka 233, VOC233	12
Luokka 234, VOC234	11

Sisäilman TVOC-pitoisuudet olivat kaikissa luokkahuoneissa pieniä. Myös yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet olivat pieniä.

Eurofins Expert Services Oy:n ja Työterveyslaitoksen kokemuksen mukaan toimistorakennuksissa mitattu TVOC- pitoisuus on tavanomaisesti tasolla alle $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ /2, 3/. Asumisterveysasetuksessa annettu toimenpideraja-arvo sisäilman TVOC-pitoisuudelle on $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (oleskelutilat) /4/.

2.3 Sisäilman mikrobinäytteet

Mittauspisteet

Sisäilmamittaukset tehtiin 17.2.2020. Mittaukset tehtiin luokissa 233 ja 234. Luokkatilojen ilmanvaihto oli tilaajan ilmoituksen mukaan normaalissa käyttöasennossa.

Ulkoilman mikrobipitoisuuden mittaus tehtiin sisäilmanäytteiden jälkeen luokan 234 edustalla olevan katoksen alta. Ulkoilman lämpötila oli n. + 5 °C astetta ja maa oli sulana.

Mittausmenetelmä

Mikrobinäytteiden keräämiseen käytettiin Andersen 6-vaiheimpaktoria (kuvat 8 ja 9). Näytteenotto tehtiin soveltaen Asumisterveysasetuksen soveltamisohjetta osa IV /5/. Kussakin näytteessä käytettiin kolmea elatusalustaa DG18-, Hagem- ja THG-agar. Näytteet viljeltiin Mikrobioni Oy:n laboratoriossa Kuopiossa. Näytteet toimitettiin laboratorioon näytteenottopäivänä.



Kuva 8. Sisäilmanäytteet otettiin Andersen 6-vaihekeräimellä.



Kuva 9. Ulkoilmasta otettiin vertailunäyte luokan 234 edustalla olevan katoksen alta.

Tulokset

Sisäilmanäytteiden perusteella molemmissa mitatuissa luokahuoneissa sisäilman mikrobipitoisuus oli pieni ja selvästi pienempi kuin ulkoilmassa. Myös bakteeripitoisuus oli molemmissa luokahuoneissa pieni. Sisäilman mikrobipitoisuus tai lajisto ei viitannut mikrobilähteeseen rakennuksessa. Sisäilmanäytteiden viljelytulokset on esitetty liitteessä 2.

Sulan maan aikana mikrobipitoisuuksia verrataan ulkoilmanäytteiden mikrobipitoisuuksiin ja lajistoon. Koulurakennusten sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä alle 50 pmy/m³. Vauriotiloissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50 – 500 pmy/m³. Suuret bakteeripitoisuudet (> 4500 pmy/m³) luokkatiloissa antavat viitteitä puutteellisesta ilmanvaihdosta. Ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja (ml. sädesienet) voi esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa. Yksinomaan ilmanäytteiden tavanomaisten tulosten perusteella ei voida sulkea pois rakenteiden mikrobivaurion mahdollisuutta. /5/

2.4 Luokkahuoneiden 233 ja 234 lattian kosteuskartoitus ja kosteusmittaukset

Mittauspisteet

Luokkahuoneiden 233 ja 234 ulkoseinän lähellä olevalle lattialle tehtiin kosteuskartoitus pintakosteusilmaisimella ja kosteusmittaukset (7 kpl). Luokkahuoneen 234 ja osittain luokkahuoneen 233 itäpuolella olevan ulkoseinän ulkopuolella oli pihakannen purkutyö tutkimushetkellä käynnissä ja pihakannen kautta oli aiemmin päässyt vettä alemmassa kerroksessa olevan teknisen työn tilojen seinärakenteeseen.

Mittausmenetelmä

Kosteuskartoitus pintakosteusilmaisimella on ainetta rikkomaton tutkimusmenetelmä, jolla samasta rakenteesta eri kohdista mittarin lukemia voidaan verrata toisiinsa, jolloin saadaan paikannettua alueet, joissa on muusta alueesta suurempia lukemia. Suuremmat lukemat voivat viitata korkeampaan kosteuteen rakenteessa, mutta poikkeavat lukemat voivat myös johtua muutoksista rakenteessa. Kosteuskartoituksessa käytettiin pintakosteusilmaisimena GANN LB70 teleskooppianturia ja LG1 – lukulaiteyhdistelmää (asteikko 0-180). Kosteusmittaukset tehtiin viiltomittauksena. Mittaukset tehtiin Vaisalan HM40 ja HMI41-näyttölaitteilla sekä Vaisalan HM42- ja HMP42-antureilla. Jokaisessa mittauspisteessä mitattiin mittauspistettä ympäröivä sisäilman olosuhde, jotta voitiin arvioida mittausepävarmuutta. Mittausolosuhteet huomioiden mittausepävarmuus viiltomittauksissa on enintään ± 2 RH-%.

Tulokset

Kosteuskartoituksen ja viiltokosteusmittausten perusteella muovimaton alapuolinen kosteus on paikallisesti koholla luokkahuoneen 234 vesipisteen lähellä. Muualla ulkoseinän läheisyydessä kosteus muovipäällysteen alla oli tavanomainen. Tehtyjen mittausten perusteella ei voitu varmuudella selvittää, mistä kosteus oli peräisin. Mahdollinen syy on pihakannessa havaittu vesivuoto. Viiltomittauksien tulokset on esitetty valokuviissa 10-13.



Kuva 10. Luokka 233. Luokan 233 ulkoseinän lähellä pintakosteusilmaisimen lukemat lattiassa vaihtelivat välillä GANN 60-70 (normaali kosteus).

Ulkoseinän läheltä tehtiin 3 kpl viiltomittauksia muovimaton alta (V1-V3, kuva 2). Valkoinen anturi mittaa olosuhdetta maton alla ja harmaa mittauspistettä ympäröivän ilman olosuhdetta. Alla raportoitu ainoastaan maton alta mitattu suhteellinen kosteus.

V1: 44 RH-%

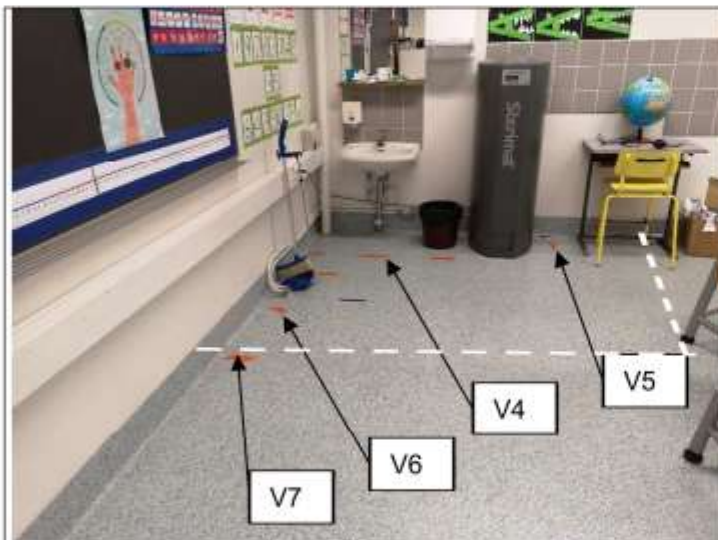
V2: 48 RH-%

V3: 31 RH-%

Muovimaton alla ei ole ylimääräistä kosteutta.



Kuva 11. Mittaus V3 tehtiin seinän ja lattian liitoksesta. Kosteus 31 RH-% oli sama kuin sisäilmassa, joten alhaista kosteuskokemaa selittää se, että kosteus pääsee tasaantumaan muovimaton seinälle noston takaa sisäilman olosuhteeseen.



Kuva 12. Luokka 234. Luokan 234 ulkoseinän lähellä pintakosteusilmaisimen lukemat vaihtelivat välillä GANN 60-70 (normaali kosteus) kaikkialla muualla paitsi vesipisteen lähellä (oranssit teipit lattiassa). Vesipisteen lähellä lukemat vaihtelivat välillä 80-95 (kohonnut kosteus).

Vesipisteen ja ulkoseinän läheltä tehtiin 4 kpl viiltomittauksia muovimaton alta (V4-V7, kuva 2). Maton alta mitatut kosteustulokset on ilmoitettu alla.

V4: 88 RH-%

V5: 74 RH-%

V6: 88 RH-%

V7: 65 RH-%

Muovimaton alla on ylimääräistä kosteutta. Suositellaan poistamaan muovimatto vähintään valkoisella katkoviivalla merkityltä alueelta ja kuivaamaan betonialusta. Tarkempi laajuus määritettävä maton poiston yhteydessä.

Kuva 13. Mahdollinen syy muovimaton alla olevaan ylimääräiseen kosteuteen on pihakannen vesivuoto, mutta ei voida sulkea pois, etteikö ylimääräinen kosteus olisi voinut päästä maton alle matossa olevan epätiivisiin mattosauman kautta (nuoli).

2.5 Luokkahuoneiden 233 ja 234 välisen väliseinän rakenneavaus

Tutkimuksen suoritus

Muovimaton alla havaitun ylimääräisen kosteuden vuoksi selvitettiin luokkahuoneiden 233 ja 234 välisen väliseinän rakennusmateriaaleja sekä niiden kuntoa tekemällä väliseinään rakenneavaus.

Havainnot

Luokkahuoneiden välinen väliseinä koostuu luokan 234 puolella olevasta tiiliseinästä, johon on puukoolattu kipsilevyrakenne luokan 233 puolelta. Rakenneavauksen havainnot on esitetty valokuvien kuvateksteissä (kuvat 14-15).



Kuva 14. Väliseinään tehtiin rakenneavaus luokan 233 puolelta. Luokan 233 puolelta on väliseinään puukoolattu kipsilevyrakenne ja lämmöneristeenä on lasivillaa.

Kuva 15. Betonilattiaa vasten olevasta alaohjauspuusta porattiin palanen ja puurakenteiden kosteus mitattiin piikkikosteusmittarilla.

Väliseinän rakenneavauksessa ei havaittu poikkeavia hajuja, kosteutta tai kosteuden aiheuttamia jälkiä. (Muovimaton alla havaittiin kosteutta luokan 234 puolella ja sillä puolella väliseinä on tiiliseinä.)

2.6 Ulkoseinän rakenneavaus (234) ja ulkoseinän ilmapuotohtien selvittäminen merkkisavulla (233, 234)

Tutkimuksen suoritus

Ulkoseinän ikkunan yläpuolella olevan puujulkisivun kohdalle tehtiin ulkoseinän rakenneavaus ulkopuolelta (luokka 234). Rakenneavauksesta rakennetta arvioitiin aistinvaraisesti ja ulkoseinän lämmöneristeinä olevasta mineraalivillasta otettiin mikrobiviljelyä (analyysivastaus liitteessä 3) varten yksi materiaalinäyte puujulkisivun kohdasta, joka on lähimpänä kattovedenpoiston syöksytorvea.

Rakenteiden ilmanpitävyyttä selvitettiin merkkisavulla luokkahuoneissa 233 ja 234. Tutkittavaan tilaan järjestettiin 5-10 Pa paine-ero tilan omalla ilmanvaihtojärjestelmällä.

Havainnot ja tulokset

Laajennusosan ulkoseinärakenne on rakennettu betonisandwich-elementeistä. Rakenneavausten ja muut havainnot on esitetty valokuvien kuvateksteissä (kuvat 16-20).



Kuva 16. Luokkahuoneen 234 ulkoseinärakenteeseen tehtiin rakenneavaus RA1. Rakenneavauksen perusteella betonisen sisäkuoren ja pesubetonisen ulkokuoren (tai puujulkisivun) välissä oleva lämmöneriste on lasivillaa.

Rakenneavauksesta otettiin lasivillasta materiaalinäyte mikrobiviljelyä varten. Viljelyn perusteella lämmöneriste oli puhdas mikrobeista (mikrobien määrä alle määritysrajan). Lämmöneristyskerroksessa ei havaittu poikkeavia hajuja tai kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 17. Puujulkisivun yläpuolella betonielementin vaihtuessa lämmöneristeinä on yläpohjan osalla EPS:ää. Ikkunoiden apukarmit ja puujulkisivun kiinnitysrunko ovat puuta. Vaakasuuntainen runkopuun yläpuolella on rakennusmuovi.



Kuva 18. Lämmöneristekerroksen paksuus on 12-13 cm ja pesubetonisen ulkokuoren on 6-7 cm.



Kuva 19. Luokassa 234 havaittiin ulkoseinän sähköläpivientejä, joissa tapahtui selkeää ilmanvirtausta. Läpivientien kautta sisäilmaan tuleva ilma voi sisältää epäpuhtauksia, joten suositellaan tiivistämään ulkoseinän läpi menevät läpiviennit.



Kuva 20. Luokassa 234 havaittiin ulkoseinän sähköläpivientejä, joissa tapahtui selkeää ilmanvirtausta. Läpivientien kautta sisäilmaan tuleva ilma voi sisältää epäpuhtauksia, joten suositellaan tiivistämään ulkoseinän läpi menevät läpiviennit.

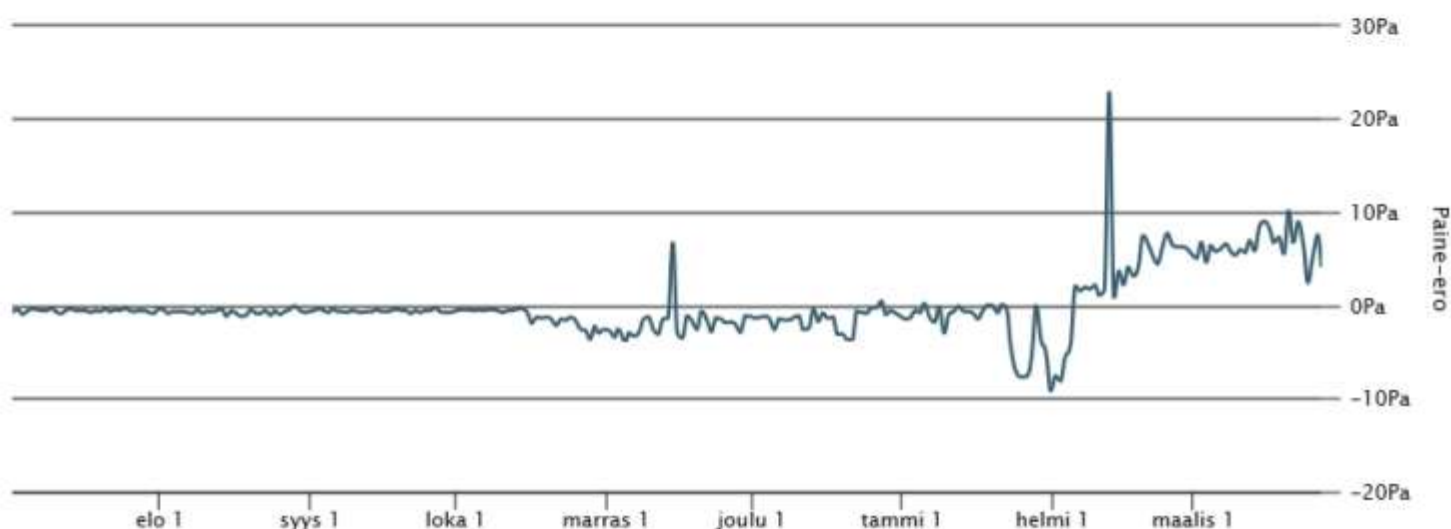
2.7 Paine-eromittaustiedon tarkastelu (233 VP)

Tarkastelun suoritus

Luokkatilassa 233 on ollut asennettuna (6/2019 alkaen, lisy Oy) jatkuvatoiminen paine-eron seurantamittaus luokkatilan 233 ja sen alla sijaitsevan teknisen työn luokan välisen välipohjan yli. Tässä tarkastelussa arvioitiin seurantamittaustietoja, jotka haettiin mittausyhtiön pilvipalvelimelta.

Tarkastelun havainnot

Kuvassa 21 on esitetty mittausjakson tulokset. Tuloksessa positiivinen (+) arvo tarkoittaa, että luokka 233 on ylipaineinen teknisen työn luokkaan nähden ja negatiivinen (-) tarkoittaa, että luokka 233 on alipaineinen teknisen työn luokkaan nähden.



Kuva 21. Mittausjakson aikana luokkahuone 233 on ollut keskimäärin hieman alipaineinen suhteessa alemman kerroksen teknisen tilaan lokakuusta 2019- helmikuun 2020 alkuun. Helmikuussa on aloitettu korjaustyöt alemmissa teknisen työn luokkatiloissa, jolloin paine-ero on jatkuvasti ollut oikein päin eli luokkatila 233 on ollut ylipaineinen (keskimäärin 5 Pa) suhteessa alemman kerroksen korjaustyön kohteena oleviin teknisen työn tiloihin. Suositellaan säätämään ilmanvaihto niin, että luokkatila 233 on hieman ylipaineinen suhteessa alemman kerroksen teknisten töiden tiloihin.

3 YHTEENVETO JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Tehtävänä oli selvittää luokkahuoneiden 233 ja 234 sisäilman laatua ja sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä. Lähtökohtana selvityksessä oli arvioida luokkien alapuolella olevien teknisen työn tiloissa havaittujen kostuneiden rakenteiden (pihakannen vuoto) vaikutusta luokkatilojen sisäilmaan. Luokkatilojen sisäilmasta otettiin mikrobi- ja VOC-näytteet. Sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä selvitettiin lattian kosteusmittauksilla, ulko- ja väliseinän rakenneavauksella sekä ulkoseinän ilmanpitävyyttä selvittämällä ja tarkastelemalla jatkuvatoimisen paine-eromittauksen tuloksia. Lisäksi tehtävänä oli ottaa luokkahuoneista 161, 162 ja 163 sisäilman VOC-näytteet.

Sisäilman VOC-näytteiden perusteella sisäilman kokonais-VOC-pitoisuudet (TVOC) olivat kaikissa (161, 162, 163, 233, 234) luokkahuoneissa pieniä (välillä 3-12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Asumisterveysasetuksessa annettu oleskelutilojen toimenpideraja-arvo sisäilman TVOC-pitoisuudelle on 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sisäilman mikrobinäytteiden perusteella molemmissa mitatuissa luokkahuoneissa (233, 234) sisäilman mikrobipitoisuus oli pieni ja selvästi pienempi kuin ulkoilmassa. Myös bakteeripitoisuus oli molemmissa luokkahuoneissa (233, 234) pieni. Sisäilman mikrobipitoisuus tai lajisto ei viitannut mikrobilähteeseen rakennuksessa.

Luokkahuoneissa 233 ja 234 tehtyjen kosteuskartoituksen ja viiltokosteusmittausten perusteella muovimaton alapuolinen kosteus on paikallisesti koholla luokkahuoneen 234 vesipisteen lähellä. Muualla ulkoseinän läheisyydessä kosteus muovipäällysteen alla oli tavanomainen. Tehtyjen mittausten perusteella ei voitu varmuudella selvittää, mistä kosteus oli peräisin. Mahdollinen syy on pihakannessa havaittu vesivuoto. Suositellaan poistamaan muovimatto kastuneelta alueelta ja kuivaamaan betonialusta. Tarkempi laajuus määritettävä maton poiston yhteydessä.

Luokkahuoneen 234 ja osittain luokkahuoneen 233 itäpuolella olevan ulkoseinän ulkopuolella oli pihakannen purkutyö tutkimushetkellä käynnissä ja sen tarkoituksena on korjata vuotava pihakansi ulkoseinän alaosa. Vuotavan pihakannen kohdalle ulkoseinän sisäpuolella luokkahuoneiden 233 ja 234 väliseen väliseinään tehtiin rakenneavaus sekä ulkoseinään ikkunan yläpuolelle luokassa 234. Rakenneavauskohdissa ei havaittu poikkeavia hajuja tai kosteutta eikä sellaisia puutteita, että ne voisivat heikentää sisäilman laatua luokkahuoneissa. Luokassa 234 havaittiin ulkoseinän sähköläpivientejä, joissa tapahtui selkeää ilmanvirtausta. Läpivientien kautta sisäilmaan tuleva ilma voi sisältää epäpuhtauksia, joten suositellaan tiivistämään ulkoseinän läpi menevät läpiviennit.

Luokkahuoneen 233 välipohjan jatkuvatoimisen paine-eromittauksen perusteella luokkahuone 233 on ollut keskimäärin hieman alipaineinen suhteessa alemman kerroksen teknisen tilaan lokakuusta 2019- helmikuun 2020 alkuun. Helmikuussa on aloitettu korjaustyöt alemmissa teknisen työn luokkatiloissa, jolloin paine-ero on jatkuvasti ollut oikein päin eli luokkatila 233 on ollut ylipaineinen (keskimäärin 5 Pa) suhteessa alemman kerroksen korjaustyön kohteena oleviin teknisen työn tiloihin. Suositellaan säättämään ilmanvaihto niin, että luokkatila 233 on hieman ylipaineinen suhteessa alemman kerroksen teknisten töiden tiloihin.

Espoossa 27.3.2020

Risto Koivusaari
Rakennustekniikan asiantuntija, DI

Liitteet	<ol style="list-style-type: none">1. Sisäilman VOC-näytteet. Näytteissä tunnistetut yksittäiset VOC-yhdisteet, 1 s.2. Sisäilman mikrobinäytteet. Laboratorion tulosraportti, 5 s.3. Materiaalimikrobinäyte. Laboratorion tulosraportti, 3 s.
Lähteet	<ol style="list-style-type: none">1. ISO 16000-6 Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Texax TA® sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID.2. Eurofins Expert Services Oy:n sisäilma- ja materiaalitietopankki.3. Työterveyslaitos, www.ttl.fi.4. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsinki, 23.4.2015.5. Valvira. Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje Osa IV. 2016.

Näytteissä tunnistetut yksittäiset VOC-yhdisteet

YHDISTE	CAS	Luokka 161	Luokka 162	Luokka 163	Luokka 233	Luokka 234
Acetic acid	64-19-7					1
Benzoic acid	65-85-0				1	
Benzaldehyde	100-52-7		1		1	1
Decanal	112-31-2		1		1	1
Nonanal	124-19-6	1	1	1	1	1
Benzene	71-43-2	1	1	1	1	1
1,2-Propanediol	57-55-6				2	
Dipropylene glycol, butyl ether	29911-28-2				3	2
alpha-Pinene	80-56-8		1		1	
TVOC		3	6	4	12	11

raportti IA2020-047



Risto Koivusaari
Eurofins Expert Services Oy
Kemistintie 3
02151 Espoo



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Väinämöisentie 9, Vihti

NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Risto Koivusaari, Eurofins Expert Services Oy, 17.2.2020. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 17.2.2020.

ANALYYSIT:

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

Tulosraportissa ilmoitetut pitoisuudet perustuvat laboratorioille ilmoitettuun näytteenottoaikaan.

MÄÄRITYSRAJA:

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

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusväliillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 16 % (M2-alusta) ja 14 % (DG18-alusta) sekä muille bakteereille 9 % (THG-alusta). Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

TULOKSEN TULKINTA:

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

Kivirakenteisissa kouluissa sisäilman sieni-itiöpitoisuudet ovat yleensä pienempiä kuin asuntojen sisäilman pitoisuudet ja yleensä alle 50 pmy/m³ (Meklin ym. 2008). Yksittäisten, 1-2 näytteen suurempi pitoisuus voi viitata

raportti IA2020-047



kyseisessä tilassa olevaan poikkeukselliseen mikrobilähteeseen ja vaurioon tai muuhun ns. normaaliilähteeseen. Vauriotoissa talviaikaiset pitoisuudet ovat usein 50-500 pmy/m³. Kun rakennuksessa otetaan useita näytteitä, vauriottomien rakennusten näytteiden sienien (homeet ja hiivat) mediaanipitoisuus on alle 12 pmy/m³ ja näytteistä saadaan useita tuloksia, joissa pitoisuudet ovat alle menetelmän määrittämissä rajoissa. Vauriointuneissa koulurakennuksissa sienien mediaanipitoisuus on yleensä yli 20 cfu/m³ (Meklin ym. 2008). Bakteripitoisuus yli 4 500 pmy/m³ viittaa tilan käyttöön nähden riittämättömään ilmanvaihtoon. Tuloksia tarkasteltaessa mikrobipitoisuustasojen ohella kiinnitetään huomiota myös lajistoon. Ns. kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja voi esiintyä pieninä pitoisuuksina tavanomaisestikin huoneilmassa. Sädesienet huomioidaan kosteusvaurioindikaattoreina.

Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

YHTEENVETO TULOKSISTA:

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

Seuraavassa taulukossa epätavalliseen mikrobilähteeseen viittaavat tulokset on havainnollistettu värillä/tummennuksella.

ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
epäily mikrobilähteestä rakennuksessa
vahva viite mikrobilähteestä rakennuksessa

Näyte:	Tulosyhteenveto:	Johtopäätös:
1. M233, 233	homepitoisuus pienempi kuin ulkoilmassa, pieni bakteripitoisuus. Indikaattorimikrobia vain yksittäinen pesäke	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
2. M234, 234	homepitoisuus pienempi kuin ulkoilmassa, pieni bakteripitoisuus	ei viitettä mikrobilähteestä rakennuksessa
3. Ulkoilma, Ulkoilma	homepitoisuus suurempi kuin sisäilmanäytteissä. Pääasiassa steriilejä. Sisäilman indikaattorimikrobeista Aspergillus fumigatusta. Ulkoilma voi vaikuttaa sisäilman mikrobipitoisuuksiin ja lajistoon	

Lisätietoja:

On hyvä huomioida, että sisäilmanäytteitä suositellaan otettavaksi talviaikaan, jolloin maa on lumen peitossa. Tällöin ulkoilman mikrobipitoisuudet ovat pienimmillään. Sulan maan aikaan ulkoilman suuret mikrobipitoisuudet voivat vaikuttaa sisäilman mikrobipitoisuuksiin ja lajistoon.

Johtopäätökset kosteus- ja mikrobivauriosta eivät voi perustua ainoastaan ilmanäytteiden tuloksiin, vaan tueksi

raportti IA2020-047



tarvitaan aina myös rakennustekniset selvitykset.

Kuopiossa, 3.3.2020

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

raportti IA2020-047


ANALYYSITULOKSET:

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

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 määrittämissärajat

* = kosteusvaurioindikaattori

Näyte: 1. M233, 233 (tutkimustunnus: IA200226)

	M2 Pitoisuus (pmy/m ³)	DG18 Pitoisuus (pmy/m ³)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/m ³)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaispitoisuus	7	<mr	Kokonaispitoisuus	5
steriilit	5		muut bakteerit	2
Geotrichum sp.	2		*sädesienet	2

Näyte: 2. M234, 234 (tutkimustunnus: IA200227)

	M2 Pitoisuus (pmy/m ³)	DG18 Pitoisuus (pmy/m ³)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/m ³)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaispitoisuus	7	2	Kokonaispitoisuus	12
steriilit	5		muut bakteerit	12
Penicillium sp.	2		*sädesienet	<mr
Cladosporium sp.		2		

Näyte: 3. Ulkoilma, Ulkoilma (tutkimustunnus: IA200228)

	M2 Pitoisuus (pmy/m ³)	DG18 Pitoisuus (pmy/m ³)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/m ³)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaispitoisuus	460	89	Kokonaispitoisuus	41
steriilit	350	30	muut bakteerit	41
*Aspergillus fumigatus	43	6	*sädesienet	<mr
Geotrichum sp.	30			
Cladosporium sp.	6	30		
basidiomykeetit	24			
Penicillium sp.	12	24		

raportti IA2020-047

**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.

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

raportti RMS2020-128



Risto Koivusaari
Eurofins Expert Services Oy
Kemistintie 3
02151 Espoo



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Väinämöisentie 9, Vihti

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Risto Koivusaari, Eurofins Expert Services Oy, 18.2.2020. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 24.2.2020 ja viljelty 24.2.2020.

Näytteitä ei ole toimitettu laboratorioon viiden vuorokauden sisällä näytteenotosta. Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan rakennusmateriaalinäytteen viljely tulee tehdä mahdollisimman pian näytteenoton jälkeen, koska näytteen säilytys saattaa vaikuttaa analyysitulokseen. Laboratorioille annettussa oppaassa (2018) on viljely ohjeistettu tekemään viiden vuorokauden sisällä.

ANALYYSIT:

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

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määritysraja on 1 pmy/0,5 ml.

MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusväliillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 17 % ja sädesienille 31 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

raportti RMS2020-128


TULOKSEN TULKINTA:

Tulokset tulkitaan käyttäen Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa.

tulkinta	tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: + JA - bakteerien pesäkemäärä: + JA - korkeintaan 2 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien sädesienet)
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään 3 indikaattorimikrobipesäkettä (mukaan lukien sädesienet) TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - sädesienipesäkemäärä: +++

Vaurio- ja korjausjohtopäätöksen tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

YHTEENVETO TULOKSISTA:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja 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:
	MN1, Lasivilla, Us	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa

Kuopiossa, 9.3.2020

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

raportti RMS2020-128



ANALYYSITULOKSET:

Merkintöjen selitykset:

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (sädesienet)	THG (kokonaismäärä)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30-49	----	----
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

< mr = alle määrittämissärajat

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

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

* = kosteusvaurioindikaattori.

Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärä.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

Näyte: MN1, Lasivilla, Us (tutkimustunnus: RMS200629)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	+
			muut bakteerit	+
			*sädesienet	<mr

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.

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