

2019

TUTKIMUSSELOSTE.
Länsirannan koulun
lisätutkimukset
Lappajärvi



Esa Kemppainen
Proleader Oy
13.5.2019

Sisällys

Tiivistelmä	3
1.0 Tutkimuksen perustiedot.....	6
2.0 Kohdetiedot.....	6
2.1 Osoite	6
2.2 Tutkimuksen tilaaja	6
2.3 Tutkimukseen osallistuneet henkilöt	6
2.4 Kohdetiedot	6
3.0 Lähtötiedot	8
3.1 Käytettävissä olleet asiakirjat.....	8
3.2 Muut tietolähteet	8
4.0 Tutkimusmenetelmät.....	8
4.1 Mikrobianalyysit	8
4.2 VOC-analyysit	9
4.3 Sisäilman kuidut.....	9
4.4 Kosteusmittaukset	9
4.5 Lämpökamerakuvaukset	10
4.6 Olosuhdemittaukset.....	10
4.7 Tutkimuslaitteet	10
5.0 Rakennusteknisten tutkimusten tulokset.....	11
5.1 Ulkoseinät	11
5.2 Alapohja.....	20
5.4 Yläpohja.....	26
6 LVI-järjestelmän tutkimukset	31
7.0 Sisäilman olosuhdemittaukset.....	32
7.1 Paine-ero	32
7.2 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus	33



7.3 Hiilidioksidipitoisuus	33
7.4 Mineraalivillakuitumittaukset	34
7.5 VOC-mittaukset sisäilmasta.....	36
7.6 Pölyn laskeumanäytteet	38
7.7 Tetrakloorianisoli	39
8.0 Kosteustekniset tutkimukset	39
9.0 Muiden tutkimusten tulokset.....	39
10.0 Altistumisen arviointi	40
11. Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista.....	41
11.1 Ulkoseinä	41
11.2 Alapohja	41
11.3 Yläpohja.....	42
11.4 Talotekniikka	42
12. Päiväys ja allekirjoitus	42
Liitteet.....	43

Tiivistelmä

Toimeksiannon tarkoituksena oli selvittää kohdekäyntien, aistinvaraisten havaintojen, mittausten ja tutkimusten pohjalta sisäilman olosuhteita ja rakenteita, jotka sisäisten ja ulkoisten olosuhteiden vuoksi, tai niiden puutteiden takia voivat aiheuttaa sisäilmahaittaa. Tutkimusten yhteydessä tehtiin olosuhdemittauksia, kosteusmittauksia, otettiin 11 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin, 3 pölyn laskeumanäytettä mikrobianalyysiin, 3 kuitunäytettä mineraalivillakuitujen määrittämiseksi sisäilmasta, 3 sisäilman VOC-näytettä, joista yhdellä ilmanäytteellä tutkittiin sisäilman mahdollista Tetrakloorianisolibitoisuutta. Lisäksi otettiin 2 materiaalinäytettä VOC-analyysiin. Kosteusmittausmenetelminä käytettiin pintakosteustunnistinta, viiltomittauksia ja painokosteusmenetelmää. Riskirakenteina havaittiin suunnitelmista poiketen valesokkelirakenne (yksi rakenneavauskohta), juhlasalin puukoolattu lattiarakenne sekä alkuperäinen epätiivis vesivuotoja kokenut tasakattorakenne. Ulkoseinien alaosassa havaittiin hitaasti pitkän ajan kuluessa syntyneitä mikrobikasvustoa ulkoseinän alaosan mineraalivilloissa ja alaohjauspuun alapuolisissa rakenteissa. Sisäilmassa havaittiin suuria mineraalivillakuitupitoisuuksia. Sisäilman pölyssä havaittiin hyvin pieni määrä kosteusvaurioon viittaavia mikrobilajeja. Muovimattopinnoitteissa havaittiin useita paikallisia kosteusvaurioituneita alueita sekä kaksi epätiivistä viemärin tarkastusluukku. Aistinvaraisesti ja kosteusmittauksien mukaan ulkoseinän puurakenteet olivat kuivia ja varsin hyväkuntoisen näköisiä. Alapohjan kosteuspitoisuuksissa havaittiin paikallisia poikkeamia useammassa tilassa. Lämpökuvauksissa havaittiin toimenpiteitä edellyttäviä ilmavuotoja. Sisäilmassa havaittiin viitteitä Tetrakloorianisolistä. Ulkoseinissä havaittujen mikrobikasvustojen syynä saattaa olla valesokkelirakenteelle ominainen seinärakenteiden alaosien läheisyys maan pintaan ja sitä kautta kosteuden vaikutus ulkoseinärakenteiden alaosiin. Ikkunoiden vesipellityksien kautta saattaa päästä vettä seinärakenteisiin. Alapohjarakenteiden paikallisten kosteuspitoisuuksien poikkeamien syynä on ainoastaan yhden ohuen lämmöneristyslevyn sisältävä alapohjarakenne. Normaalisti alapohjarakenteessa on useampia kerroksia lämmöneristeitä, jolloin levysaumojen kautta alapohjalaattaan siirtyvä kosteus on varmemmin estynyt. Tasakaton höyrystyessä on rakentamisaikaisia puutteita. Kohonneiden mineraalivillakuitupitoisuuksien todennäköisenä syynä on ilmanvaihtokanaviston mineraalivillaa sisältävät ääneneristeet tai mineraalivillakuitujen pääsy ilmanvaihtojärjestelmään ullakolla sijaitsevien ilman sisäänottokanavien kautta. Tetrakloorianisoli aiheuttaa hajua sisäilmaan. haju voi tarttua vaatteisiin, mutta hajun ei tiedetä aiheuttavan terveyshaittoja.

Korjaussuositus:

- **Ulkoseinät**
 - suosittelemme kunnostustoimenpiteitä perusmuurille. Perusmuurin ulkopinnan rappaus tulisi uusida ja perusmuurin ulkopintaan pitäisi lisätä patolevy sekä lämmöneristyskerros. Sadevesien ja salaojajärjestelmän toiminta varmistetaan.
 - ulkoseinän alaosan mineraalivillat suositellaan uusittaviksi noin 1-metrin korkeudelle lattiapinnasta. Ulkoseinän alaosan puurakenteiden ja perusmuurin välin epämääräinen koolaus ja eristeet tulisi poistaa. Perusmuurin ja ulkoseinän väli voitaisiin täyttää esimerkiksi eps-betonivalulla. Juhlasalin levytykset ja eristeet uusitaan alueilta missä vanhoja vuotojälkiä näkyvillä (vaurioalue + metri vaurioitumatonta).
 - havaitut ilmapuodot korjataan ulkoseinäkorjausten yhteydessä. Vesipellitykset ikkunoiden pielilaudoitukset ja toimimattomat vaakarännit uusitaan
- **Alapohja**
- **Vaihtoehto 1.**
 - suosittelemme alapohjarakenteen uusimista. Uusimisessa alapohjalaatan alle lisätään kapillaarikatkokerros, nykymääräysten mukainen eps-lämmöneristyskerros, radontuuletusputkisto ja uusi pintabetonilaatta. Kaivojen kannet uusitaan kaasutiiviiksi. Ratkaisu on kustannuksiltaan kallis, mutta kosteusteknisesti rakenteesta saadaan toimiva
- **Vaihtoehto 2.**
 - nykyiset muovimattopinnoitteet uusitaan ja tilalle asennetaan kosteutta läpäisevä tai kosteutta hyvin kestävä lattiapinnoite. Ratkaisu sisältää riskiä, koska kosteuskuormitusta ei poisteta ja betonilaattaan mahdollisesti imeytyneet hajut jäävät riskiksi.
- **Vaihtoehto 3.**
 - liikuntasalin puukoolattu lattia uusitaan. Muovimattopinnot jätetään ennalleen. Ilmanvaihtoa pidetään ainakin osateholla päällä 7/24.



- Yläpohja
 - suositlemme yläpohjan höyrysulkujen puutteiden korjaamista. Tiivis höyrysulku estäisi sisäilman kosteuden pääsyä yläpohjarakenteisiin. Ratkaisulla pitäisi olla vaikutusta kattopellin alapintaan tiivistyvän kosteuden määrään sitä alentaen
 - peltikatteen alapuolelle olisi suositeltavaa lisätä aluskate. Peltikatteen pintaan tiivistyvä kosteus ohjautuisi sulaessaan rakennuksen ulkopuolelle
- Talotekniikka
 - mineraalivillapitoisuutta tulee madaltaa toimenpideraja-arvon 0,2 kuitua/cm². Suosittelemme ilmanvaihtokanaviston ääniloukkujen tarkastamista / vaihtamista, Ilmanvaihtokanaviston kuvaamista. Mineraalivillaeristeistä sisältävät iv-kanavat uusitaan tai käsitellään puhdistamisen jälkeen Grafoseal-käsittelyllä
 - raittiin ilman sisäänotto tulisi järjestää suoraan ulkoilman kautta. Suosittelemme ilmanvaihdon sisäänoton järjestämistä suoraan ulkoilmasta. Korjausten jälkeen mineraalivillakuitujen määrä tarkistetaan 14 vrk pölyn laskeumanäytteillä.
- Homevaurioituneiden pintojen korjaus-puhdistustöissä noudatetaan RT 18-11238 ohjekorttia, Homevaurioituneen rakennusosan puhdistusohje
- Kosteus – ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku Ratu 82-0383 ohjetta.

1.0 Tutkimuksen perustiedot

Tutkimukset tehtiin 30.10.2018 – 24.1.2019 välisenä aikana. Lisätutkimukset tehtiin 1.4.2019-15.4.2019 välisenä aikana.

2.0 Kohdetiedot

2.1 Osoite

Länsimetsän koulu

Ylirannantie 89

62630 Lappajärvi

Kiinteistötunnus: 403-404-3-69

2.2 Tutkimuksen tilaaja

Lappajärven kunta

Anne Övermark, tekninen johtaja

Maneesikatu 5 A, 62600 Lappajärvi

2.3 Tutkimuksiin osallistuneet henkilöt

Proleader Oy

Impivaarantie 25, 60420 Seinäjoki

Esa Kemppainen, 050 304 4671, Rakennusterveysasiantuntija RTA

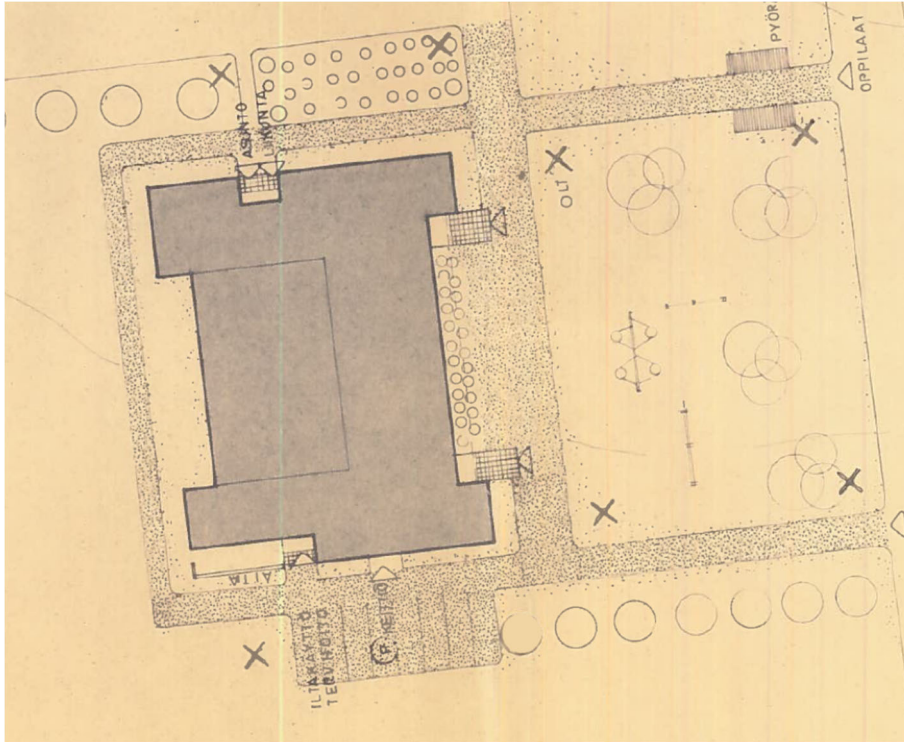
Joni Vuoto, Rakenteiden kosteudenmittaaja, AHA-haitta-ainekartoittaja

Risto Kreko, kuntotutkija.

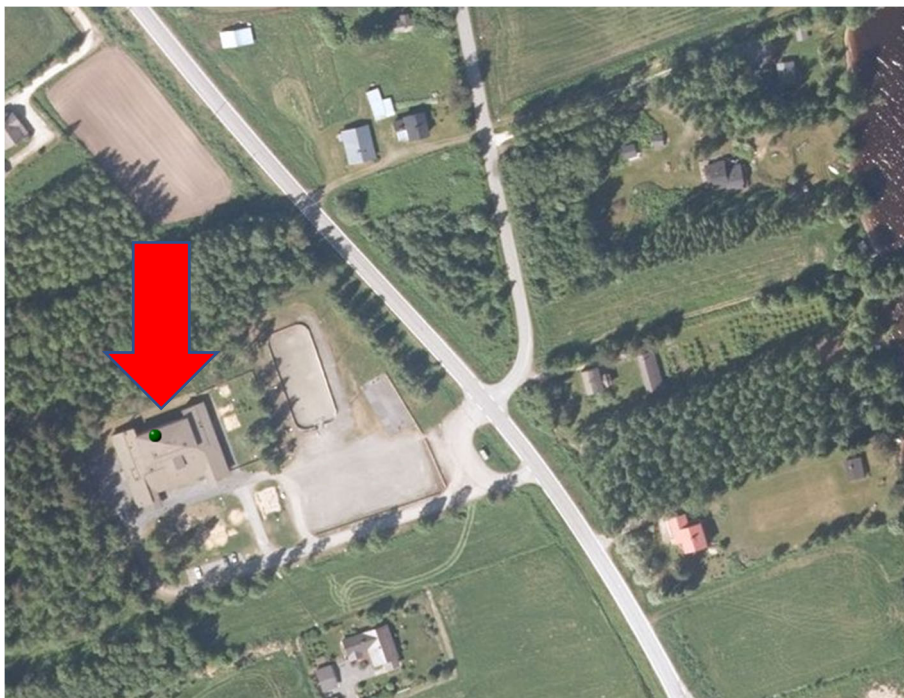
2.4 Kohdetiedot

Rakennuksen perustiedot (tiedot lähtötiedoista)

Rakennus on rakennettu 1979. Rakennuksessa on yksi maanpäällinen kerros ja ullakko. Kantavat rakenteet ovat pääosin betonia ja puuta. Ulkoseinät ja yläpohjarakenteet ovat puuelementtirakenteita. Alapohjana on maanvarainen betonilaatta alapuolisella ohuella 50 mm:n paksuisella lämmöneristyskerroksella. Yläpohjat ovat vanhan tasakaton päälle tehtyjä pulpetti-, harja ja aumakattoja. Ulkoseinät ovat kerroksellisia puuelementtirakenteita. Kattorakenteena on ”harjakatto”. Vesikate on ns. rivipeltikate ulkopuolisella vedenpoistolla. Vanha alkuperäinen tasakatto on jätetty uuden peltikatteen alle. Peltikatteen alapuolella ei ole käytetty aluskatetta. Tutkimuskohdetta on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Paikannuspiirros. Sisääntuloväylät ovat asfalttipintaisia ja muutoin piha-alueet ovat sorapintaisia. Pintamaa viettää Lappajärveä kohden. Kuvassa näkyy vanha tasakattoarckenne.



Kuva 2. Ilmakuva rakennuksesta.

Käyttäjiltä saadut tiedot:

Lähtötietojen perusteella rakennuksessa on saattanut esiintyä terveyteen liittyvää oireilua.

3.0 Lähtötiedot

3.1 Käytettävissä olleet asiakirjat

- Kuntoarvioraportti WSP Proko Oy 5.10.2018
- alkuperäisiä ARK-pääpiirustuksia 1979

3.2 Muut tietolähteet

Korjaushistoria:

- tasakatto muutettu harjakatoksi 1994
- vesikatto muutettu harjakatoksi laajennuksen yhteydessä
- luokkaosien ikkunoita osittain uusittu 2018
- luokkaosan IV-koneet uusittu 1999 ja 2001
- patteriverkoston lämpötilasäädin uusittu 2002
- eteläpuolen ikkunat on uusittu 2013 ja itäpuolen ikkunat uusittu 2018
- sadevesiviemärointi eteläsivulla uusittu 2014
- liitetty viemäriin 2018.
- sisäkattoverhouksia uusittu loppuvuodesta 2018

4.0 Tutkimusmenetelmät

4.1 Mikrobianalyysit

4.1.1 Materiaalinäytteet, suoraviljely

Tutkimusten yhteydessä otettiin yhteensä 11 materiaalinäytettä mikrobianalyysiin. Materiaalinäytteet otettiin Mikrobioni Oy:n ohjeiden mukaisesti. Materiaalinäytteiden tulokset tulkittiin käyttäen Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa. Mikrobioni Oy on Finas-sertifioitu tutkimuslaboratorio.

4.1.2 Laskeumapölynäyte

Tutkimusten yhteydessä otettiin 3 sisäilman pölynäytettä mikrobianalyysiin. Materiaalinäytteet otettiin Mikrobioni Oy:n ohjeiden mukaisesti. Materiaalinäytteiden tulokset tulkittiin käyttäen Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa. Mikrobioni Oy on Finas-sertifioitu tutkimuslaboratorio.

4.2 VOC-analyysit

4.2.1 Materiaali-VOC

Tutkimusten yhteydessä otettiin 2 materiaali-VOC näytettä VOC-analyysiin. Materiaalinäytteet otettiin Mikrobioni Oy:n ohjeiden mukaisesti. Materiaalinäytteiden tulokset tulkittiin käyttäen Mikrobioni Oy:n omaa validointiaineistoa. Mikrobioni Oy on Finas-sertifioitu tutkimuslaboratorio.

4.2.2 Sisäilman VOC-näyte

Tutkimusten yhteydessä otettiin 3 sisäilman VOC-näytettä, joista yhdellä ilmanäytteellä tutkittiin sisäilman mahdollista Tetrakloorianisolipitoisuutta. Sisäilmanäytteet otettiin Mikrobioni Oy:n ohjeiden mukaisesti.

4.3 Sisäilman kuidut

4.3.1 Geeliteippinäyte

Tutkimusten yhteydessä otettiin 3 Geeliteippinäytettä. Geeliteippinäytteillä määritettiin sisäilman mineraalivillakuitumäärää. Geeliteippinäytteet otettiin Mikrobioni Oy:n ohjeiden mukaisesti.

4.4 Kosteusmittaukset

4.4.1 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoituksia tehtiin rakenneavauskohtiin ja satunnaisesti lattiapinnoille.

4.4.2 Painokosteusmittaus

Rakenneavauskohdissa puun kosteuksia mitattiin painokosteusmenetelmällä.

4.4.3 Viiltomittaukset

Tutkimusten yhteydessä tehtiin viiltomittauksia. Viiltomittauksella määritettiin suhteellista kosteutta muovimaton ja alapohjalaatan rajapinnalla. Viiltomittaukset tehtiin julkaisussa Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen esiteyllä tavalla.

4.4.4 Näytepalamittaus

Alapohjan hiekkatäytön kosteus mitattiin näytepalamenetelmällä. Näytepalamittaus tehtiin RT 14-10984 esitetyllä tavalla

4.5 Lämpökamerakuvaukset

Kohteen vapaille seinä-yläpohjapinnoille tehtiin lämpökuvauksia. Lämpökuvaukset tehtiin RT 14-11239 Rakennuksen lämpökuvaus ohjekortin mukaisesti.

4.6 Olosuhdemittaukset

Olosuhdemittaukset tehtiin 30.10.2018 ja 10.1.2019 tehtyjen tutkimusten yhteydessä. Sisäilman olosuhdemittauksissa mitattiin sisäilman paine-eroa ulkoilmaan nähden, sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta ja hiilidioksidipitoisuutta. Olosuhdemittauksien tulosten tulkinnassa käytettiin Asumisterveysasetuksen arvoja. Lisäksi tehtiin aistinvaraisia havaintoja.

4.7 Tutkimuslaitteet

- pintakosteustunnistin Gann Hydrotest LG 3, pintakosteustunnistin B50, kalibroitu 10/2017
- piikkikosteusmittari Trotec T3000 ja junttapää
- Ilmamäärämittari TSI Velocical 9565-P, kalibroitu 22.9.2016 ja ilmalaadun mittapää TSI 982 (kosteus, lämpötila ja hiilidioksidipitoisuus). Kenttäkalibroitu tutkimusten yhteydessä
- Vaisala näyttöpääte HM42, kosteusmittapää HMP42 Probe, kalibroitu 30.5.2018
- lämpökamera Flir E95, kalibroitu 16.3.2017

5.0 Rakennusteknisten tutkimusten tulokset

5.1 Ulkoseinät

Ulkoseinät ovat puurunkoisia kerroksellisia puuelementtirakenteita. Ylempi elementtirakenteen alaohjauspuun yläpinta on 25 mm lattiapinnan yläpuolella. Rakenne tuulettaa pystylomalaudan uloimman ja alemman laudoituksen välistä.

5.1.1 Ulkoseinärakenne

Todettu rakenne erityisluokan kohdalla

- kipsilevy 13 mm
- höyrysulkumuovi 0,2 mm
- höylätty runko ja paperipintainen lämmöneriste 100 + 50 mm
- vaneri 3 mm
- tuuletusväli 22 mm
- lomalaudoitus n. 18 + 18 mm

5.1.2 Havainnot ja mittaustulokset

5.1.2.1 Havainnot



Kuva 3. Kipsilevyn takana höyrysulku ja paperipintainen mineraalivillakerros



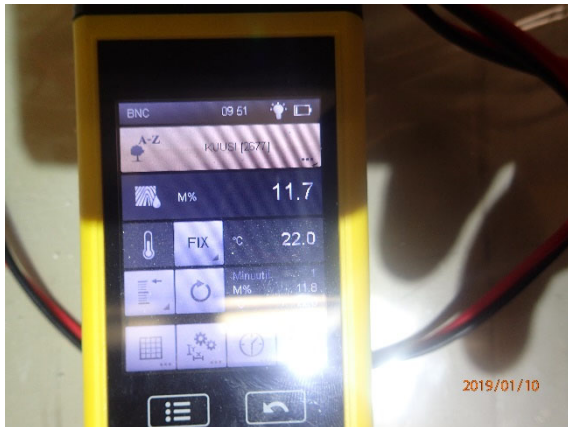
Kuva 4. Ulkoseinän mineraalivilla oli aistinvaraisesti hyväkuntoinen



Kuva 5. Alaohjauspuu ja pystyrunko oli aistinvaraisesti hyvässä kunnossa. Pystyrunkona on käytetty ympärihöylättyä 45x95 puutavaraa. Ulompi villa 50 mm on vasten tuulensulkulevyä



Kuva 6. Tuulensulkulevyinä on käytetty 3...4 mm vaneria. Vanerin sisäpinta oli aistinvaraisesti hyvässä kunnossa



Kuva 7. Ylempi alaohjauspuu oli kuiva.



Kuva 8. Tuulensulun ulkopuolella vaakakoolaus 22x100 ja lomalaudoitus



Kuva 9. Vaneri oli hiukan alaohjauspuuta kosteampi, mutta kuitenkin kuivaksi luokiteltava alle 18 paino-%.



Kuva 10. Ulkoseinän höyrysulkumuovi on taitettu alaohjauspuiden väliin. Alaohjauspuiden välissä mineraalivillakaista



Kuva 11. Alempi alaohjauspuu oli kuiva 14,6 paino-%.



Kuva 12. Kestopuinen alaohjauspuu on nostettu kiilapaloilla toteutettuun korkeuteen. Ratkaisu poikkeaa suunnitelmista.



Kuva 13. Perusmuurin päälle sijoitettu kermieriste, kestopuisia korotuspaloja ja mineraalivillaa.



Kuva 14. Etäisyys kermin päältä lattiapintaan n. 140 mm.



Kuva 15. Seinärakenteen alaosat sijaitsevat osittain maanpinnan tasolla tai maanpinnan alapuolella.



Kuva 16. Perusmuurin rappauksessa havaittiin useita vauriokohtia



Kuva 17. Perusmuurin vaurioita. Sadevesisysteemin kohdalla sadevesi saattaa kuormittaa perusmuuria ja seinärakenteita



Kuva 18. Vesipellityksien rajapinnat eivät täysin estä veden pääsyä seinärakenteisiin. Pellin reuna tulisi olla ”smyygilaudan” takana.

Lämpökamerakuvauksissa havaittiin yhtenäisempiä ilmavuotokohtia juhlasalissa ja satunnaisesti myös muualla rakennuksessa. Ks. lämpökuvat.



Kuva 19. Vesikaton sadevesi kastelee juhlasalin seinää paikallisesti.



Kuva 20. Juhlasalissa on näkyvillä vanhoja tasakaton aiheuttamia vuotojälkiä.

5.1.2.2 Mittaustulokset

- Erityisluokan ulkoseinän kipsilevyn ulkopinnasta otettiin materiaalinäyte (mikrobi 1 RM2019-053) mikrobianalyysiin. **Kipsilevyn paperi RA1.** Analyysituloksen perusteella **kipsilevyn kartongissa ei ole mikrobikasvua.**



Kuva 21. Mikrobinäyte 1/2019 otettiin kipsilevyn kartongista tummentuman kohdalta. Tummentuma on todennäköisesti syntynyt kipsilevyn valmistuksen yhteydessä.

- Ulkoseinän mineraalivillasta alaohjauspuun päältä otettiin materiaalinäyte (mikrobi 2 RM2019-053) mikrobianalyysiin (ks. kuva 4). Analyysituloksen perusteella **seinäeristeen alaosassa on selvä mikrobikasvu** sisältäen mm; *Penicillium sp.* +, *Cladosporium sp.* +, *steriilit* +, **Aspergillus-ryhmä Restricti* +++(T)
- Erityisluokan ulkoseinän alajuoksujen välisestä mineraalivillakaistasta otettiin materiaalinäyte (mikrobi 3 RM2019-053) mikrobianalyysiin (ks. kuva 10). Analyysituloksen perusteella **mineraalivillakaistassa on epäily mikrobikasvusta** sisältäen mm; **Aspergillus versicolor* +(10), *Penicillium sp.* +, *steriili* +, *Cladosporium sp.* +, *muut bakteerit* + ja **sädesienet* <mr.
- Erityisluokan ulkoseinän alemman kestopuisen alajuoksun ja perusmuurin yläpinnan kermikaistan välisestä mineraalivillaeristeestä otettiin materiaalinäyte (mikrobi 4 RM2019-053) mikrobianalyysiin (ks. kuva 13). Analyysituloksen perusteella **mineraalivillassa on selvä mikrobikasvu** sisältäen mm; **Aspergillus-ryhmä Restricti* ++(31), *Penicillium sp.* ++, *steriili* +, **Aspergillus versicolor* +(20), *Cladosporium sp.* +, *muut bakteerit* +(YK) ja **sädesienet* < mr.



- juhlasalin sisustusvanerista otettiin materiaalinäyte kuivuneen vesivuotojäljen kohdalta mikrobianalyysiin (mikrobi 3- RM2018-1225). Analyysivastauksen mukaan sisustusvanerissa oli epäily mikrobikasvusta materiaalissa, bakteerit alle määritysrajan, mutta mikrokopioinnissa havaittiin rihmastoja ja itiöitä.
- ulkoseinärunгон alemmasta kestopuisesta alaohjauspuusta selvitettiin mahdollista Tetrakloorianisolin pitoisuutta. Materiaali-VOC näytteen perusteella kyllästetyn puun TVOC-pitoisuus oli 740 mg/kg.

5.1.3 Johtopäätökset

Rakenneavauksen kohdalla aistinvaraisesti todettuna ulkoseinä rakenne näyttäisi toimivan kosteusteknisesti tyydyttävästi. Kosteusteknisen riskin ulkoseinä rakenteelle muodostaa seinärakenteen sijainti maanpintaan nähden, sadevesien aiheuttama kosteusrasitus sadevesisyöksyjen ja roiskevesien kohdalla, ulkoseinä rakenteen alaosien vähäinen etäisyys kosteaan maahan, epätiivis seinärakenteen liitos perusmuuriin ja myös sadevesiä saattaa päästä ikkunoiden vesipeltien saumojen kautta seinärakenteisiin. Vanerinen tuulensulku saattaa jonkin verran estää seinärakenteen tuulettuvuutta. Lisäksi havaittujen ilmapuotojen kohdalla seinärakenteen lämpötila saattaa laskea tasolle, jossa sisäilman kosteus pääsee tiivistymään mikrobikasvun mahdollistavalle tasolle. Kestopuun kyllästeenä on saatettu käyttää hajua aiheuttavaa Ky-5 kyllästettä. Kylläste aiheuttaa hajua, mutta sen ei pitäisi aiheuttaa terveyshaittaa.

5.1.4 Toimenpidesuositus ulkoseinille

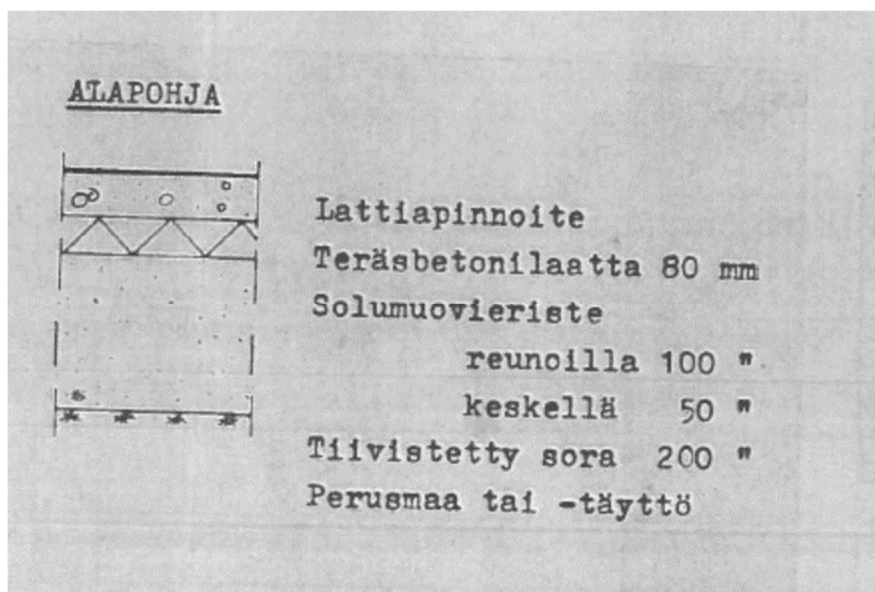
Suosittelimme kunnostustoimenpiteitä perusmuurille. Perusmuurin ulkopinnan rappaus tulisi uusua ja perusmuurin ulkopintaan pitäisi lisätä patolevy sekä lämmöneristyskerros. Sadevesien ja salaojajärjestelmän toiminta varmistetaan.

Ulkoseinän alaosan mineraalivillat suositellaan uusittaviksi noin 1-metrin korkeudelle lattiapinnasta. Ulkoseinän alaosan puurakenteiden ja perusmuurin välin epämääräinen koolaus ja eristeet tulisi poistaa. Perusmuurin ja ulkoseinän väli voitaisiin täyttää esimerkiksi eps-betonivalulla. Juhlasalin levytykset ja eristeet uusitaan alueilta missä vanhoja vuotojälkiä näkyvillä (vaurioalue + metri vaurioitumatonta).

Havaitut ilmapuodot korjataan ulkoseinäkorjausten yhteydessä. Vesipellitykset ikkunoiden pielilaudoitukset ja toimimattomat vaakarännit uusitaan

5.2 Alapohja

Maanvarainen laatta koostuu 80 mm:n paksuisesta teräsbetonilaatasta, eps-eristeestä, jota on reuna-alueella 100 mm ja keskiosalla 50 mm. Alapohjarakennetta tutkittiin aistinvaraisesti, pintakosteustunnistimella ja viiltomittauksin. Lisäksi muovimatosta otettiin materiaali- näyte VOC-analyysiin.



Kuva 22. Suunnitelmien mukainen alapohjarakenne

5.3.1 Rakenne

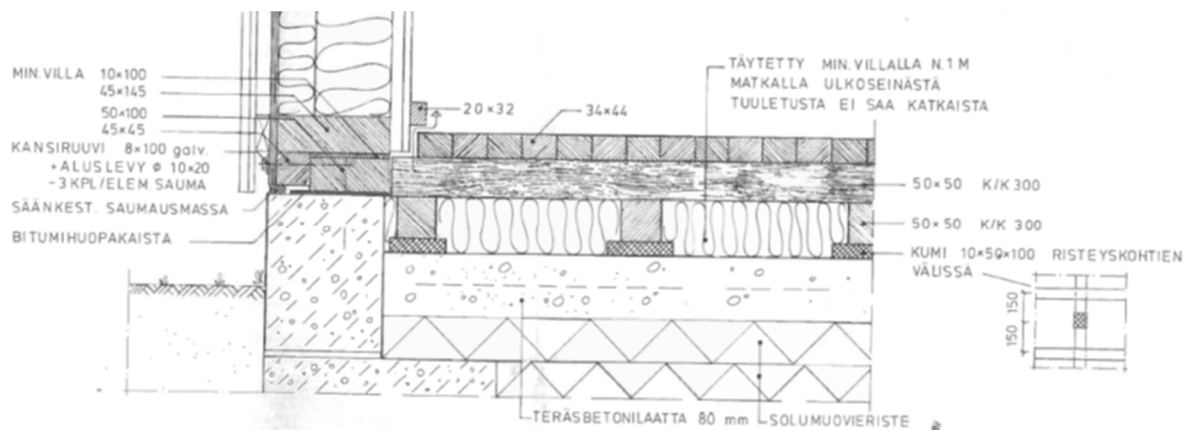
Todettu rakenne viemärin tarkastuskaivon kohdalla:

- lattiapinnoite
- liima ja tasoite
- betonilaatta
- eps-eristyskerros
- hiekkakerros



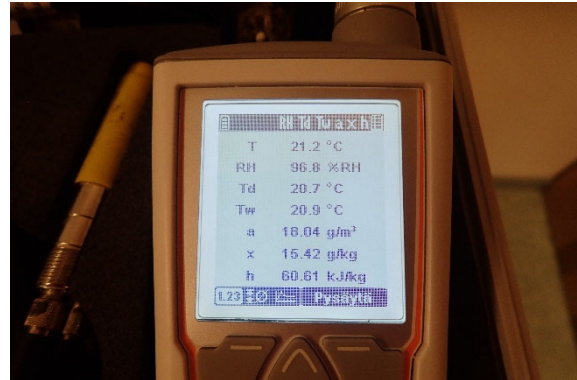
Kuva 23. Alapohjarakennetta.

5.3.2 Juhlasalin alapohjarakenne



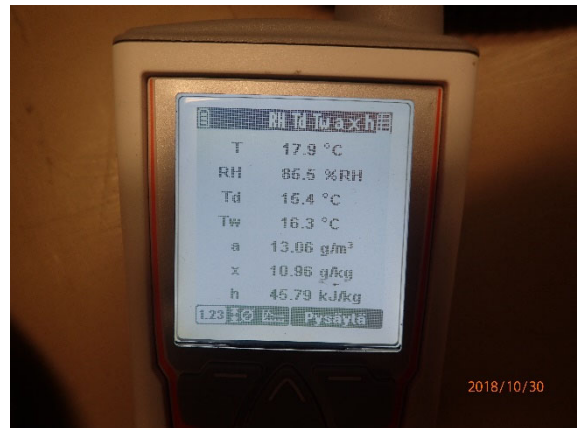
Kuva 24. Juhlasalin alapohjarakenteena on puukoolattu lattia. Rakenne on riskirakenne.

5.3.2 Havainnot ja mittaukset

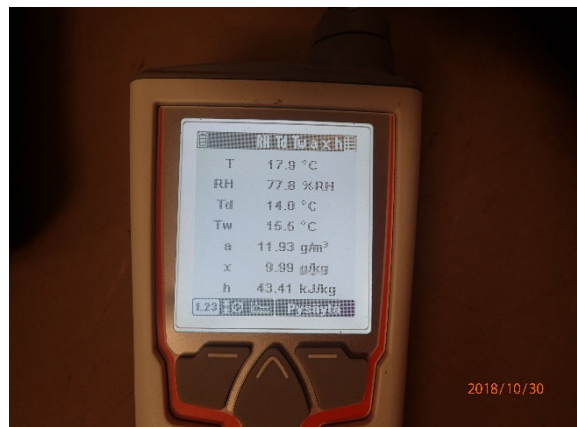


Kuva 25. Alapohjan täyttömateriaali oli hienojakoista hiekkaa. Hiekka oli kostea lähellä kapillaarialuetta RH 96,8%.

Luokan 136 lattiaa tutkittiin pintakosteustunnistimella. Pintakosteustunnistimen ala-yläarvojen kohtiin tehtiin viiltomittaukset kosteustilanteen määrittämiseksi eri pintakosteusarvoille.



Kuva 26. Luokan 136 lattian viiltomittaus. RH 85,6% pintakosteustunnistimen arvolla 90. Viiltomittauskohdassa havaittiin mattoliiman hajua. Sisäilman abs 4,3 g/m³.



Kuva 27. Luokan 136 lattian viiltomittaus. RH 77,8% pintakosteustunnistimen arvolla 71. Sisäilman abs 4,3 g/m³.

Käsityövaraston muovimatosta otettiin materiaalinäyte VOC-analyysiin. Analyysivastauksen mukaan muovimaton TVOC-pitoisuus oli $630 \text{ mg/m}^3\text{g}$. 2-etyyli-1-hekasanolipitoisuus oli $580 \text{ mg/m}^3\text{g}$. Tulos viittaa muovimaton kemialliseen hajoamiseen. Pintakosteus muovimaton päältä oli 80 ja maton poiston jälkeen betonipinnalla 121.



Kuva 28. Käsityövaraston materiaalinäyte ja pintakosteustulos. Tilan pintakosteuksissa oli samansuuntaisia poikkeamia pintakosteuslukemissa kuin luokassa 136.



Kuva 29. Käytävällä on kaksi viemäreiden tarkastusluukkuja. Kaivoissa mikrobiperäinen haju. Kaivojen kannet eivät ole tiiviitä ja mikrobiperäistä hajua pääsee sisäilmaan. Toisessa kaivossa kaivon pohja oli betonoitu ja toinen ei



Kuva 30. Paikattu kohta käytävällä. Korjattu kohta oli märkä ja laatat olivat kosteuskuormituksen vaikutuksesta irti alustasta. Korjaus on tehty viemäririkon vuoksi. Punaisen nuolen kohdalla liikuntasäuma. Liikuntasäumasta saattaa olla suora yhteys alapohjan maatayttyöön.



Kuva 31. Paikallisesti korjattu wc-istuimen alusta.

Juhlasalin puukoolatun lattian eristeestä otettiin materiaalinäyte mikrobianalysiin (mikrobi 2 RM2018-1225). Analyysivastauksen mukaan mineraalivillassa havaittiin selvä mikrobikasvu sisältäen mm; **Aspergillus-ryhmä restricti* ++(38), *Calodosporium sp.* +, *Penicillium sp.* +, **Aspergillus ochraceus* +(1), **Paecilomyces sp.* +(1), *steriilit* +, **Aspergillus versicolor* +(1), **Wallemia sp.* +++(T) ja *muut bakteerit* + (YK)

Seurantatutkimusten yhteydessä juhlasalin puukoolatusta lattiarakenteesta otettiin kaksi materiaalinäytettä mikrobiviljelyyn vaurioiden laajuuden varmistamiseksi. Analyysitulosten mukaan ulkoseinän läheisyydessä alapohjan mineraalivillassa (Mikrobi 1 RM2019-420)

havaittiin selvä mikrobikasvu sisältäen mm; **Wallemia sp.* ++(40), *Penicillium sp* +, **Aspergillus-ryhmä restricti* +(5), **Aspergillus versicolor* +++(T), **sädesienet.* +++(25) ja muut bakteerit +.

Juhlasalin lattian puukoolaukseen on asennettu mineraalivillaeriste vain ulkoseinän läheisyydessä. Piirustusten mukaan n. metrin matkalla ulkoseinästä. Ulkoseinärakenne on toteutettu suunnitelmien mukaan. Juhlasalin lattian puukoolauksesta rakennuksen keskiosalta otettiin materiaalinäyte mikrobiviljelyyn. (Mikrobi 2 RM2019-420) Analyysitulosten perusteella puukoolauksessa ei havaittu mikrobikasvua.

5.3.3. Johtopäätökset alapohjasta

Alapohjarakenteen kosteusteknisessä toiminnassa on puutteita. Ohut lämmöneristyskerros 50 mm ei täysin estä diffuusiokosteuden siirtymistä muovimaton ja betonilaatan rajapinnalle. Yhden lämmöneristyskerroksen vaikutuksesta lämmöneristelevyjen saumojen kohdalla betonilaatta kostuu eristelevyn keskiosia enemmän.

Juhlasalissa puukollattu lattiarakenne ei ole kestänyt alapohjan kautta tulevaa kosteuskuormaa. Epätiiviiden tarkastusluukkujen ja liikuntasauaman kautta sisäilmaan pääsee todennäköisesti epäpuhtauksia.

5.3.4 Toimenpidesuosituksat alapohjalle

Vaihtoehto 1.

Suosittelomme alapohjarakenteen uusimista. Uusimisessa alapohjalaatan alle lisätään kapillaarikatkokerros, nykymääräysten mukainen eps-lämmöneristyskerros, radontuuletusputkisto ja uusi pintabetonilaatta. Kaivojen kannet uusitaan kaasutiiviiksi. Ratkaisu on kustannuksiltaan kallis, mutta kosteusteknisesti rakenteesta saadaan toimiva.

Vaihtoehto 2.

Nykyiset muovimattopinnoitteet uusitaan ja tilalle asennetaan kosteutta läpäisevä tai kosteutta hyvin kestävä lattiapinnoite. Ratkaisu sisältää riskejä, koska kosteuskuormitusta ei poisteta ja betonilaattaan mahdollisesti imeytyneet hajut jäävät riskiksi. Kaivojen kannet uusitaan kaasutiiviiksi.

Vaihtoehto 3.

Liikuntasalin puukoolattu lattia uusitaan. Muovimattopinnat jätetään ennalleen. Ilmanvaihtoa pidetään ainakin osateholla päällä 7/24.

5.4 Yläpohja

Kohteessa on aiemmin ollut tasakatto. Tasakatto on muutettu harjakatoksi todennäköisesti vuonna 1994. Yläpohjan rakenteista otettiin 5 materiaalinäytettä mikrobialalyysiin.



Kuva 32. Suunnitelmien mukainen tasakattorakenne.

5.4.1 Havainnot ja mittaustulokset

5.4.1.1 Havainnot



Kuva 33. Uuden katon peltikatteen alapuolella ei ole käytetty aluskatetta. Kattopellin alapinta oli kuurassa 30.10.2018. Ullakon tuulettuvuudessa saattaa olla puutteita, koska laudoituksessa näkyvää tummentumaa.



Kuva 34. Lämpötilan noustessa pellin pinnalta sulava vesi kastelee koolauslautoja ja osa kondenssivedestä tippuu todennäköisesti vanhan tasakaton päälle. Vanha tasakaton kermieristys on aika yhtenäinen ja estää ainakin osittain sulamisveden pääsyä lämmöneristeisiin



Kuva 35. Höyrysulun päällä oli nähtävillä merkkejä kuivuneista vesivuodoista



Kuva 36. Höyrysulun tiiveydessä on puutteita talotekniikan läpimenojen kohdalla



Kuva 37. Paikoitellen höyrysulku on sulanut hitsaustöiden vaikutuksesta pois.

5.4.1.2 Mittaustulokset

- Luokan 0-2 akustovillan pinnoitteesta otettiin materiaalinäyte (mikrobi 1 RM2018-1225, Kuva 29) mikrobianalyysiin. Analyysivastauksen mukaan akustolevyn tummissa kohdin ei havaittu mikrobikasvustoa



Kuva 38. Akustovillojen sisäpinnalla oli mustaa väripoikkeamaa. Akustovillan sisäpinnasta otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin.

- **Mineraalivilla.** Yläpohja. Käytävä. Mineraalivillan alapinnasta höyrynsulkua vasten otettiin materiaalinäyte (**mikrobi 5**) mikrobianalyysiin. Analyysituloksen perusteella **mineraalivillassa ei ole mikrobikasvua**
- **Mineraalivilla.** Yläpohja. Käytävä. Mineraalivillan alapinnasta höyrynsulkua vasten otettiin materiaalinäyte (**mikrobi 6**) mikrobianalyysiin. Analyysituloksen perusteella **mineraalivillassa on epäily mikrobikasvusta sisältäen mm; *Cladosporium sp.* +, *Penicillium sp.* +, **Aspergillus-ryhmä Restricti* ++(7), **Scopulariopsis sp.* +(3), *Arthriniium sp.* +.**
- **Mineraalivilla.** Yläpohja. Käytävä. Mineraalivillan alapinnasta höyrynsulkua vasten otettiin materiaalinäyte (**mikrobi 7**) mikrobianalyysiin. Analyysituloksen perusteella **mineraalivillassa ei ole mikrobikasvua.**
- **Mineraalivilla.** Yläpohja. Käytävä. Mineraalivillan alapinnasta 100 mm:stä ylöspäin. Höyrynsulku sulanutta otettiin materiaalinäyte (**mikrobi 7**) mikrobianalyysiin. Analyysituloksen perusteella **mineraalivillassa ei ole mikrobikasvua.**
- Tähdellä * merkityt mikrobit ovat ns. kosteusvaurioindikaattorimikrobeja.

5.4.2 Johtopäätökset

Useammasta rakennusteknisistä puutteesta huolimatta yläpohjassa ei havaittu merkkejä mittavista koko yläpohjaa koskevista ongelmista. Aluskatteen puuttuminen rasittaa vanhaa tasakattorakennetta. Mikäli tasakattorakenteen kautta pääsee vettä yläpohjarakenteisiin ovat paikalliset kosteusvauriot yläpohjassa kuitenkin mahdollisia. Puutteet höyrystulussa saattavat aiheuttaa sisäilman kosteuden pääsyn yläpohjarakenteisiin.



Kuva 5.26. Konvektion vaikutus rakenteiden kastumiseen ja kuivumiseen. Ilmavirtausten suunnat voivat tietyissä tilanteissa olla myös toisinpäin kuin kuvassa.

Kuva 39. Sisältä ulospäin suuntautuvat ilmavirtaukset pyrkivät kastelemaan rakenteita.

5.4.3 Toimenpidesuositukset yläpohjalle

Suosittelemme yläpohjan höyrystulkujen puutteiden korjaamista. Tiivis höyrystulku estäisi sisäilman kosteuden pääsyä yläpohjarakenteisiin. Ratkaisulla pitäisi olla vaikutusta kattopellin alapintaan tiivistyvän kosteuden määrään sitä alentaen.

Peltikatteen alapuolelle olisi suositeltavaa lisätä aluskate. Peltikatteen pintaan tiivistyvä kosteus ohjautuisi sulaessaan rakennuksen ulkopuolelle.

6 LVI-järjestelmän tutkimukset

6.1.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä. Kiinteistön kouluosaa palvelee kolme tuloilmakonetta, sekä tilakohtaisia poistoilmajärjestelmiä. Päiväkodilla on oma tulo- ja poistoilmanvaihtokone vuodelta 2010. Ilmanvaihtojärjestelmää tutkittiin ainoastaan olosuhdemittaustulosten, VOC-ilmanäytteiden ja pölyn laskeumanäytteiden perusteella.

6.1.2 Havainnot ilmanvaihtojärjestelmästä

Luokkaan 136 tuli tuloilmaa väliseinän ja katon rajapinnasta.

6.1.3 Johtopäätökset

Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnassa on mineraalivillakuitujen vaikutuksesta selviä puutteita. Ilmanvaihto laimentaa muovimattojen kemiallisen hajoamisen aiheuttamia emissioita tyydyttävälle tasolle.

6.1.4 Toimenpidesuosituks

Ks. kohta 7.4.5

6.1.5 Epäselviksi jääneet asiat

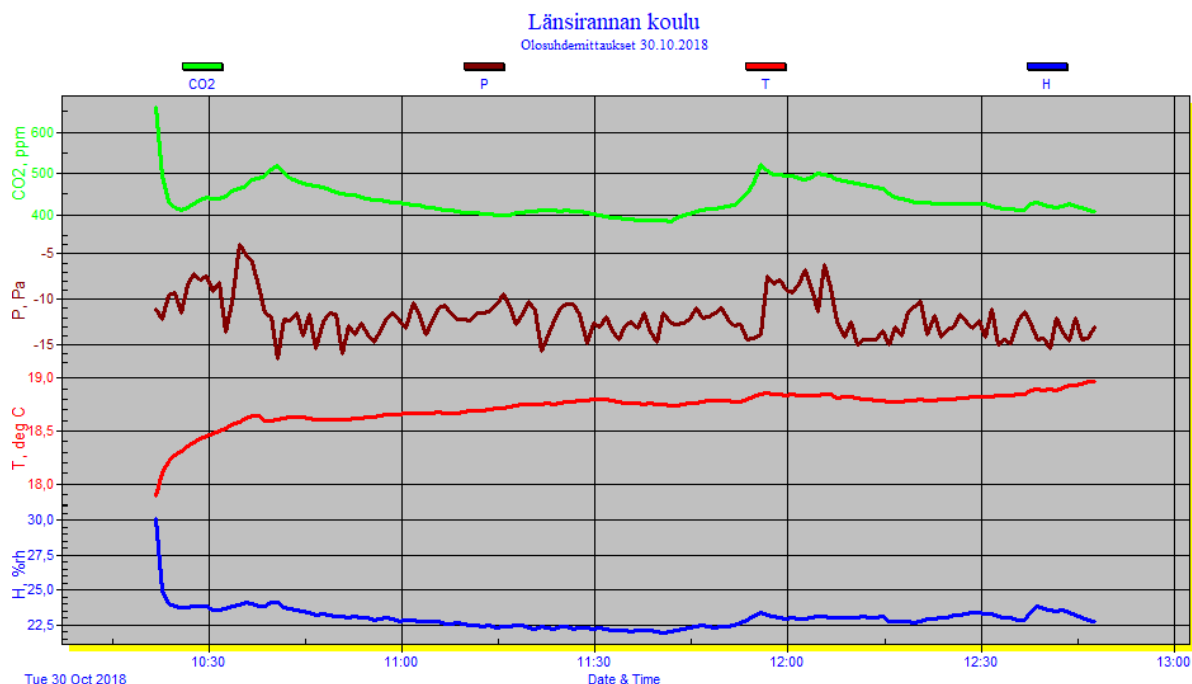
LVI-järjestelmiä ei kattavasti tutkittu.

7.0 Sisäilman olosuhdemittaukset

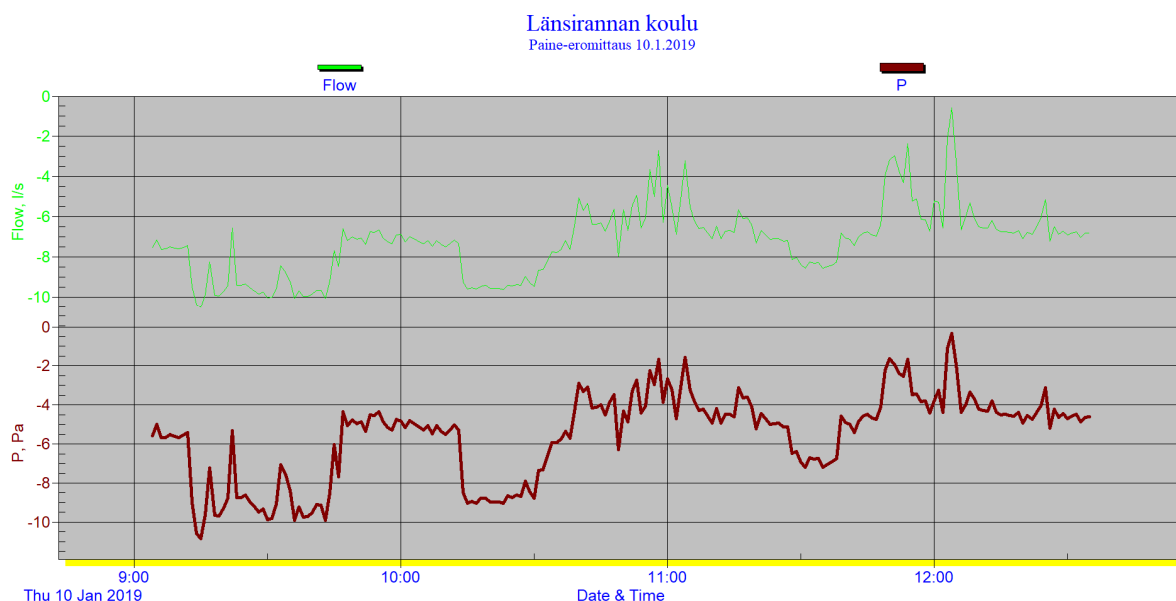
Rakennukseen tehtiin olosuhdemittaukset kenttätutkimusten yhteydessä 11.12.2018. Mittauksella seurattiin paine-eroja ulkovaipan yli, sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, sisäilman lämpötilaa sekä suhteellista kosteutta. Rakennuksen ilmanvaihto oli normaalisti päällä tutkimusten aikana.

7.1 Paine-ero

Sisäilman ja ulkoilman paine-eroa mitattiin makuuhuoneessa. Sisätilat olivat keskimäärin -5,6...-12,0 Pa alipaineisia tutkimusten aikana paine-erojen vaihdellessa -0,4 ja -16,5 Pa:n välillä. Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta mukaan erityissuunnittelijan on suunniteltava rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta, eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan. Paine-ero oli tutkimushetkellä hieman liian alipaineinen.



Kuva 40. Olosuhdemittaukset 30.10.2018



Kuva 41. Paine-eromittaukset 10.1.2019.

7.2 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Rakennuksen sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta mitattiin opettajainhuoneessa. Sisäilman lämpötila oli keskimäärin $+18,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja suhteellinen kosteus oli keskimäärin RH 23,0%. Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta mukaan huonelämpötilan hallinnan suunnittelussa huonelämpötila voi vaihdella välillä 20–25 celsiusastetta lämmityskaudella ja välillä 20–27 celsiusastetta lämmityskauden ulkopuolella. Sisäilman kosteuden on pysyttävä tilojen suunnitellun käyttötarkoituksen mukaisissa arvoissa sisäilman kosteudesta aiheutuvia kosteusvaurioita, mikrobien kasvua tai terveydellistä haittaa välttämällä. Sisäilman absoluuttinen vesimäärä oli keskimäärin $7,4\text{ g/m}^3$. Ulkoilman absoluuttinen vesimäärä oli vastaavana aikana $5,1\text{ g/m}^3$. Sisäilman kosteuslisä oli tutkimushetkellä normaalilla tasolla. Asunto oli normaalissa käyttötilanteessa tutkimusten yhteydessä.

7.3 Hiilidioksidipitoisuus

Rakennuksen hiilidioksidipitoisuutta mitattiin opettajainhuoneessa. Hiilidioksidipitoisuus oli keskimäärin 437 ppm ja se vaihteli 385 ja 662 ppm:n välillä. Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdesta mukaan sisäilman hiilidioksidin hetkellisen pitoisuuden suunnitteluarvo huonetilan suunniteltuna käyttöaikana voi olla enintään $1\,450\text{ mg/m}^3$ (800 ppm) suurempi kuin ulkoilman pitoisuus. Hiilidioksidipitoisuus oli hyvällä tasolla eikä ylittänyt Asumisterveysasetuksen toimenpideraja-arvoja.



Channel	Avg	Min	Max	Cal Factor
CO2	437 ppm	385 ppm	662 ppm	1.000
P	-12.0 Pa	-16.5 Pa	-3.9 Pa	1.000
T	18.7 deg C	17.9 deg C	19.0 deg C	1.000
H	23.0 %rh	22.0 %rh	30.1 %rh	1.000

Kuva 42. 30.10.2018 tehtyjen olosuhdemittausten numeeriset tiedot.

Channel	Avg	Min	Max	Cal Factor
Flow	-7.25 l/s	-10.54 l/s	-0.57 l/s	1.000
P	-5.6 Pa	-10.8 Pa	-0.4 Pa	1.000

Kuva 43. 10.1.2019 tehtyjen paine-eromittausten numeeriset tiedot

Hiilidioksidipitoisuuden lievä nousu viittaa ilmanvaihdon puutteisiin.

7.4 Mineraalivillakuitumittaukset

7.4.1 Tutkimusmenetelmä

Suomalaisten tutkimusten mukaan kahden viikon MMVF-kertymä on sopiva menetelmä huoneiden pintojen kuitupölyn tiheyden arvioimiseksi. Suositeltu vii-tearvo pituudeltaan > 20 µm teollisten mineraalikulitujen kahden viikon kertymälle toimistoympäristössä on 0,2 kuitua/cm². Jos suositeltu ohjearvo ylittyy, mahdolliset lähteet tulisi selvittää ja olisi ryhdyttävä tarvittaviin toimenpiteisiin MMVF-kertymän pienentämiseksi. MMVF= teolliset mineraalikulidut.



Tutkimukset tehtiin käyttäen geeliteippimenetelmää.

Tutkimustavat:

- Kuitunäytteen ottaminen geeliteippimenetelmällä 14 vrk:n pölyn laskeumasta

Kuitunäytteen ottaminen teippimenetelmällä tehtiin Mikrobioni Oy:n määrittämällä tavalla, jossa teollisten mineraalikuitujen esiintymistä sisäympäristössä arvioidaan geeliteippinäytteiden avulla. Geeliteippi kerää puhdistetulle näytealustalle laskeutuneen pölyn, josta voidaan valomikroskooppia käyttäen laskea yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalikulut. Analyysin tulos ilmoitetaan kuitujen lukumääränä pinta-alaa kohden (kuitua/cm²).

Näytteenkeräyspaikaksi valittiin tasopinnat, joissa huoneilman pöly voi vapaasti laskeutua näytteenkeräykseen käytettävälle alustalle kahden viikon ajan. Näytteenkeräyskohtiin ei osunut voimakkaita ilmavirtauksia esim. tuloilmaelimestä.

7.4.2 Kuitumittaustulokset

Tutkimustulokset:

Taulukko 1. Teippimenetelmämittauksen tulokset:

Näyte	Laskeuma-aika	Kuitua/cm ²	Muita huomioita	Näytetunnus
1 Ritvan luokka	14-vuorokautta	7,7		MK190027
2 Opettajien taukotila	14-vuorokautta	0,6		MK190028
3 Erityisopetus	14-vuorokautta	0,5		MK190029

7.4.3 Johtopäätökset

Mineraalivillakuitujen määrä ylittää selkeästi mineraalivillakuitujen toimenpiderajan. Todennäköisenä kuitulähteenä toimii alkuperäiset kanavistot ja tuloilmalaitteet.

7.4.5 Toimenpidesuosituks

Mineraalivillapitoisuutta tulee madaltaa toimenpideraja-arvon 0,2 kuitua/cm². Suosittelemme ilmanvaihtokanaviston ääniloukkujen tarkastamista / vaihtamista, Ilmanvaihtokanaviston kuvaamista. Mineraalivillaeristeistä sisältävät iv-kanavat uusitaan tai käsitellään



puhdistamisen jälkeen Grafoseal-käsittelyllä. Raittiin ilman sisäänotto tulisi järjestää suoraan ulkoilman kautta. Suosittelemme ilmanvaihdon sisäänoton järjestämistä suoraan ulkoilmasta. Korjausten jälkeen mineraalivillakuitujen määrä tarkistetaan 14 vrk pölyn laskeumanäytteillä.

Taulukko 2. Mineraalivillakuitujen seurantatutkimus tehtiin korjaustoimenpiteiden jälkeen 15.4.2019

Näyte	Laskeuma-aika	Kuitua/cm ²	Muita huomioita	Näytetunnus
1 Ryhmis 203	14-vuorokautta	0,2		MK190280
2 Erityisopettaja	14-vuorokautta	0,4		MK190281
3 Luokkahuone 103	14-vuorokautta	0,2		MK190282
4 Luokkahuone 136	14-vuorokautta	<mr		MK190283
5 Opettajainhuone 129	14-vuorokautta	0,1		MK190284

Huonepintojen kuitupölytiheys on korjaustoimenpiteiden jälkeen vähentynyt merkittävästi. Osassa tutkituista tiloista kuitupölytiheys ylittää kuitenkin edelleen toimenpiderajan 0,2 kuitua/cm².

7.5 VOC-mittaukset sisäilmasta

7.5.1 Menetelmäkuvaus

Sisäilmanäytteet

Sisäilman VOC-pitoisuudet ja profiilit määritettiin Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen III 11.4.2016 mukaisella ilmanäytteenotolla (ISO 16000-6:2004). Taulukossa 1 on esitetty VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC), ja huomioitu tavanomaisesta poikkeavat yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet. Näytteet on analysoitu Mikrobioni Oy:ssä.

Viitearvoja: Mikäli haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) toimistoissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto, ylittää 100 µg/m³, viittaa se sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin, joiden selvittäminen on tarpeellista (Työterveyslaitos 2016) ja yksittäisen yhdisteen 50 µg/m³ tolueenivasteella laskettuna (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 2015) Lisäksi seuraaville sisäilmaongelmiin liittyville yksittäisille yhdisteille on säädetty erilliset toimenpiderajat tolueenivasteella laskettuna; 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti (TXIB) (10 µg/m³), 2-etyyli-1-heksanoli (2-EH) (10 µg/m³), naftaleeni ja styreeni (10 µg/m³). Muiden yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajan (50 µg/m³)



ylittyessä sen haitallisuus ja merkitys sisäilman laatuun on selvitettävä ja ryhdyttävä toimenpiteisiin haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Mikäli toimenpideraja ylittyy yhdisteellä, joka ei ole kyseissä pitoisuudessa terveydelle haitallinen (esimerkiksi terpeenit, siloksaanit) ylittyminen ei johda toimenpiteisiin. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira Ohje 8/2016).

Tulosten tulkinta

Sisäilmanäytteet kertovat todellisen tilanteen VOC-yhdisteiden osalta, millaista ilmaa käyttäjät hengittävät.

Taulukko 3. Sisäilman TVOC-pitoisuudet 24.1.2018

Mittauspiste	TVOC-pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Huomioita yksittäisistä yhdisteistä
Ritvan luokka	30*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 22% TVOC:sta
Käsityövarasto	48*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 14% TVOC:sta
Eritysluokka		

*Näytteiden TVOC-pitoisuuteen sisältyy pieniä pitoisuuksia yhdisteitä, joita ei kyetty luotettavasti tunnistamaan.

Taulukko 4. Sisäilman TVOC-pitoisuudet 1.4.2019

Mittauspiste	TVOC-pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Huomioita yksittäisistä yhdisteistä
1 Eritysopettaja	27*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 39% TVOC:sta
2 Ryhmis, tila 203	43*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 21% TVOC:sta nonanaalipitoisuus $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$
3 Käytävä, tila 102	26*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 47% TVOC:sta
4 Luokkahuone, tila 103	21*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 39% TVOC:sta
5 Luokkahuone, tila 139	36*	Tunnistamattomien yhdisteiden osuus 42% TVOC:sta



7.5.2 Johtopäätökset VOC-näytteistä

Käsityövaraston muovimatosta otetussa materiaali-VOC näytteessä oli viitteitä muovimaton kemiallisesta hajoamisesta. Tiiviin muovimaton ja ilmanvaihdon vaikutuksesta muovimatosta emitoituvat päästöt ovat kuitenkin alhaisia.

VOC-sisäilmanäytteiden VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) olivat pieniä. Yhdessä tilassa, Nonanaali yhdisteen pitoisuus ylittää lievästi P90 viitearvon. P90 on arvo = Persentiili eli sadannes- tai prosenttipiste kuuluu ns. fraktiileihin eli jakauman osuuspisteisiin. Se ilmoittaa muuttujan arvon, jonka alapuolelle viiteaineiston tuloksista jää 90 %.

- tila 203, Ryhmis, tilan nonanaalipitoisuus $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittää lievästi viitearvon $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valtanen ym. 2016 Työpaikkojen sisäilman VOC-viitearvot. Sisäilmaseminaari 2016.) Nonanaalia esiintyy mm. puutuotteissa, lastulevyssä, lattiavahassa ja linoleumissa. Yksittäisen yhdisteen pitoisuuden pitäisi olla $< 10\%$ mitatusta TVOC-arvosta. TVOC-pitoisuuden ollessa hyvin alhainen tätä ei kuitenkaan yleensä tarvitse huomioida, Työterveyslaitos Toimiston sisäilman tutkiminen 2011.

7.5.3 Toimenpidesuosituks

Ilmanvaihtoa tulisi pitää koko ajan päällä VOC-pitoisuuksien hallitsemiseksi.

7.6 Pölyn laskeumanäytteet

Ritvan luokasta otetussa pölyn laskeumanäytteessä ei esiintynyt mikrobeja

Opettajien taukotilan sisäilmasta otetussa pölyn laskeumanäytteessä esiintyi muutamia kosteusvaurioon viittavia mikrobilajistoja mm; **Oidiodendron sp* +(2). **Acremonium sp.* + (1)

Erityisopetustilan sisäilmasta otetussa pölyn laskeumanäytteessä esiintyi muutamia kosteusvaurioon viittavia mikrobilajistoja. **Oidiodendron sp* +(1)

Lajisto poikkesi ulkoseinistä otettujen materiaalinäytteiden mikrobilajistosta.

7.6.1 Johtopäätökset

Pölyn laskeumanäytteiden perusteella tulokset eivät viittaa merkittäviin mikrobipitoisuuksiin sisäilmassa tutkimusajankohtana. Ilmanäytteiden virhemarginaali on suuri, jonka johdosta johtopäätöksiin sisältyy epävarmuustekijöitä.

7.7 Tetrakloorianisoli

7.7.1 Menetelmäkuvaus

Sisäilman Tetrakloorianisolipitoisuutta tutkittiin pidennetyn VOC-ilmanäytteen avulla. VOC-näyte otettiin Mikrobioni Oy:n ohjeiden mukaisesti.

7.7.2 Tulosten tulkinta

kohde näytetunnus	Tulos, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Länsirannan koulu, erityisopetus CA190001
2,6-dikloorianisoli	<0,002
2,3-dikloorianisoli	<0,002
2,4,6-trikloorianisoli	<0,003
2,3,6-trikloorianisoli	<0,005
2,4,5-trikloorianisoli	<0,003
2,3,4-trikloorianisoli	<0,003
2,3,5,6-tetrakloorianisoli	<0,001
2,3,4,6-tetrakloorianisoli	0,005
2,3,4,5-tetrakloorianisoli	<0,001
pentakloorianisoli	<0,001

Kuva 44. 2,3,4,6-tetrakloorianisolipitoisuus oli koholla 0,003 mg/m^3

7.7.3 Johtopäätökset

Tetrakloorianisolipitoisuus on hiukan koholla. Yhdiste tuottaa sisäilmaan mummonmökkimäistä hajua, joka voi tarttua vaatteisiin. Haju saatetaan sekoittaa mikrobiperäiseen hajuun. Hajun ei tiedetä aiheuttavan terveyshaittaa.

8.0 Kosteustekniset tutkimukset

Kosteusmittaukset on käsitelty kohdissa 5.1 ja 5.2.

9.0 Muiden tutkimusten tulokset

Kuntoarvioraportti WSP 5.10.2018

”Yleisesti ottaen rakennus on peruskorjauksen tarpeessa rakennustekniikan ja talotekniikan osalta. Kuntoarviossa ei tavanomaisesti oteta kantaa rakennuksen käytettävyyteen tai käyttötärpeiden muutokseen”.

”Länsirannan koulun liittyessä Lappajärven kouluselvitykseen on näkemyksemme, että rakennusta ei kannata kunnostaa, koska talotekniikan osalta rakennus jouduttaisiin saneeraamaan täydellisesti”.

10.0 Altistumisen arviointi

Valviran ”Ohje asunnon terveyshaitan selvittämisen prosessiin” (4/2017) julkaisussa on luvussa ”5.8. Terveyshaittaa aiheuttavan olosuhteen arviointi” (sivut 35-37) esitetty ohjeet terveyshaittaa aiheuttavan olosuhteen vakavuuden arvioitiin. Vakavuuden arviointi perustuu altistumisolosuhteiden ja altistumisen kokonaisarviointiin, jossa huomioidaan asumisterveysasetuksen 3§:n mukaisesti mm. altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto.

- ulkoseinien alaosissa on todennäköisiä mikrobivaurioita
- lämpökamerakuvauksissa havaittiin ilmavuotoja ulkoseinän ja alapohjan rajapinnoilta
- alapohjan kosteusteknisessä toimivuudessa on paikallisia koko rakennusta koskevia puutteita
- mineraalivillakuitujen määrä ylittää selvästi toimenpideraja-arvon 0,2 kuitua / cm²

Arvoimme, että haitallinen altistumisolosuhde on tällä hetkellä mahdollinen (mikrobit)

Mineraalivillakuitujen osalta altistumisolosuhde on todennäköinen.

11. Yhteenveto toimenpide-ehdotuksista

11.1 Ulkoseinä

Suosittelimme kunnostustoimenpiteitä perusmuurille. Perusmuurin ulkopinnan rappaus tulisi uusua ja perusmuurin ulkopintaan pitäisi lisätä patolevy sekä lämmöneristyskerros. Sadevesien ja salaojajärjestelmän toiminta varmistetaan.

Ulkoseinän alaosan mineraalivillat suositellaan uusittaviksi noin 1-metrin korkeudelle lattiapinnasta. Ulkoseinän alaosan puurakenteiden ja perusmuurin välin epämääräinen koolaus ja eristeet tulisi poistaa. Perusmuurin ja ulkoseinän väli voitaisiin täyttää esimerkiksi eps-betonivalulla. Juhlasalin levytykset ja eristeet uusitaan alueilta missä vanhoja vuotojälkiä näkyvillä (vaurioalue + metri vaurioitumatonta).

Havaitut ilmavuodot korjataan ulkoseinäkorjausten yhteydessä. Vesipellitykset ikkunoiden pielilaudoitukset ja toimimattomat vaakarännit uusitaan

11.2 Alapohja

Vaihtoehto 1.

Suosittelimme alapohjarakenteen uusimista. Uusimisessa alapohjalaatan alle lisätään kapillaarikatkokerros, nykymääräysten mukainen eps-lämmöneristyskerros, radontuuletusputkisto ja uusi pintabetonilaatta. Kaivojen kannet uusitaan kaasutiiviiksi. Ratkaisu on kustannuksiltaan kallis, mutta kosteusteknisesti rakenteesta saadaan toimiva.

Vaihtoehto 2.

Nykyiset muovimattopinnoitteet uusitaan ja tilalle asennetaan kosteutta läpäisevä tai kosteutta hyvin kestävä lattiapinnoite. Ratkaisu sisältää riskejä, koska kosteuskuormitusta ei poisteta ja betonilaattaan mahdollisesti imeytyneet hajut jäävät riskiksi.

Vaihtoehto 3.

Liikuntasalin puukoolattu lattia uusitaan. Muovimattopinnot jätetään ennalleen. Ilmanvaihtoa pidetään ainakin osateholla päällä 7/24.

11.3 Yläpohja

Suosittelimme yläpohjan höyrysulkujen puutteiden korjaamista. Tiivis höyrysulku estäisi sisäilman kosteuden pääsyä yläpohjarakenteisiin. Ratkaisulla pitäisi olla vaikutusta kattopellin alapintaan tiivistyvän kosteuden määrään sitä alentaen.

Peltikatteen alapuolelle olisi suositeltavaa lisätä aluskate. Peltikatteen pintaan tiivistyvä kosteus ohjautuisi sulaessaan rakennuksen ulkopuolelle.

11.4 Talotekniikka

Mineraalivillapitoisuutta tulee madaltaa toimenpideraja-arvon 0,2 kuitua/cm². Suosittelemme ilmanvaihtokanaviston ääniloukkujen tarkastamista / vaihtamista, Ilmanvaihtokanaviston kuvaamista. Mineraalivillaeristeistä sisältävät iv-kanavat uusitaan tai käsitellään puhdistamisen jälkeen Grafoseal-käsittelyllä.

Raittiin ilman sisäänotto tulisi järjestää suoraan ulkoilman kautta. Suosittelemme ilmanvaihdon sisäänoton järjestämistä suoraan ulkoilmasta. Korjausten jälkeen mineraalivillakuitujen määrä tarkistetaan 14 vrk pölyn laskeumanäytteillä.

Talotekniikan tekninen käyttöikä alkaa olla saavutettu.

12. Päiväys ja allekirjoitus

Seinäjoella 13.5.2019

Esa Kemppainen

Esa Kemppainen

Rakennusterveysasiantuntija RTA VTT-C-21559-26-15

Liitteet

1. Mikrobioni Oy tulokset RM2018-1225
2. Mikrobioni Oy tulokset RM2019-053
3. Mikrobioni Oy tulokset MV2019-009
4. Mikrobioni Oy raportti LP2019-004
5. Mikrobioni Oy raportti MK2019-007
6. Mikrobioni Oy raportti VC2019-012
7. Mikrobioni Oy raportti CA190001
8. Mikrobioni Oy raportti MK2019-074
9. Mikrobioni Oy raportti RM2019-420
10. Mikrobioni Oy raportti VC2019-073
11. Lämpökamerakuvausraportti Proleader Oy 11.2.2019
12. Paikannuspiirustus

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan koulu, Lappajärvi

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Esa Kemppainen, ProLeader Oy, 30.10.2018. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 31.10.2018 ja viljelty 31.10.2018.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia ripoteltiin 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 mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

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: +++

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 katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 11 % (M2-alusta) ja 12 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 21 % ja sädesienille 30 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

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:
	1, Akustovillan sisäpinnoite, Luokan 0-2. Akustolevyn sisäpinta	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa
	2, Mineraalivilla, Julasalin lattiaeriste läheltä ulkoseinää	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	3, Sisustusvaneri, Juhlasalin seinän sisäverhous	vähän homeita, bakteerit alle määritysrajan, mutta mikroskopoinnissa rihmastoa ja itiöitä (kts. lisätiedot)	epäily mikrobikasvusta materiaalissa

Lisätietoja:

Koska näytteessä 3 todettiin vain yksittäiset homepesäkkeet, näytemateriaalia tarkasteltiin myös suoraan valomikroskoopilla. Tarkastelussa todettiin rihmastoa ja itiöitä. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 14.11.2018

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Merkintöjen selitykset:

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

< mr = alle määrittäysrajan

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: 1, Akustovillan sisäpinnoite, Luokan 0-2. Akustolevyn sisäpinta (tutkimustunnus: RM186609)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+	+		
steriilit	+			

Näyte: 2, Mineraalivilla, Julasalin lattiaeriste läheltä ulkoseinää (tutkimustunnus: RM186610)

	M2	DG18		THG
	Pitoisuus	Pitoisuus	BAKTEERIT	Pitoisuus
HOMEET JA HIIVAT	(pmy/malja)	(pmy/malja)		(pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+++	Kokonaismäärä	+
*Aspergillus-ryhmä Restricti		++(38)	muut bakteerit	+(YK)
Cladosporium sp.	+		*sädesienet	<mr
Penicillium sp.	+	+		
*Aspergillus ochraceus	+(1)			
*Paecilomyces sp.	+(1)			
steriilit	+			
*Aspergillus versicolor	+(1)			
*Wallemia sp.		+++ (T)		

Näyte: 3, Sisustusvaneri, Juhlasalin seinän sisäverhous (tutkimustunnus: RM186611)

HOMEET JA HIIVAT	M2	DG18	BAKTEERIT	THG
	Pitoisuus (pmy/malja)	Pitoisuus (pmy/malja)		Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.		+		

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.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan koulu

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Esa Kemppainen, ProLeader Oy, 10.1.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 11.1.2019 ja viljelty 11.1.2019.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia ripoteltiin 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 mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskopoimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

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: +++

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 katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 11 % (M2-alusta) ja 12 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 21 % ja sädesienille 30 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

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:
	1, kipsilevy / kipsilevyn paperi, RA1. Erityisopetus. Ulkoseinän kipsilevyn ulkopinta	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	ei mikrobikasvua materiaalissa
	2, mineraalivilla, RA1. Erityisopetus. Ulkoseinän mineraalivilla alaohjauspuun päältä	paljon homeita, indikaattorimikrobia. Bakteerit alle määritysrajan	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	3, mineraalivilla, RA1. Erityisopetus. Mineraalivilla alaohjauspuiden välistä	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobia	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
	4, mineraalivilla, RA1. Erityisopetus. Alemman alajuoksun ja bitumikerman välinen villa	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	5, mineraalivilla, Yläpohja. Käytävä A-paikka. Mineraalivillan alapinta höyrysulkua vasten	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	6, mineraalivilla, Yläpohja. Käytävä B-paikka. Mineraalivillan alapinta höyrysulkua vasten	vähän homeita ja bakteereita, mutta indikaattorimikrobeita	epäily mikrobikasvusta materiaalissa

	7, mineraalivilla, Yläpohja. käytävä C-paikka. Mineraalivillan alapinta höyrysulkuu vasten. Höyrysulku sulanutta	homeet alle määritysrajan, vähän bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa
	8, mineraalivilla, Yläpohja. käytävä C-paikka. Mineraalivillan alapinta 100 mm:stä ylöspäin. Höyrysulku sulanutta	homeet ja bakteerit alle määritysrajan	ei mikrobikasvua materiaalissa

Lisätietoja:

Näyttemateriaaleja näytteistä 1 tarkasteltiin myös suoraan valomikroskoopilla. Tarkastelussa ei todettu yhtenäisiä mikrobikasvuun viittaavia rakenteita, rihmastoa eikä itiöitä. Yksittäisten itiöiden ja rihmastopätkien havaitseminen valomikroskooppisesti voi olla vaikeaa.

Ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 25.1.2019

Teija Meklin

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Merkintöjen selitykset:

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

< mr = alle määrittäysrajan

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 pesäkemäärää.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

Näyte: 1, kipsilevy / kipsilevyn paperi, RA1. Erityisopetus. Ulkoseinän kipsilevyn ulkopinta (tutkimustunnus: RM190243)

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

Näyte: 2, mineraalivilla, RA1. Erityisopetus. Ulkoseinän mineraalivilla alaohjauspuun päältä (tutkimustunnus: RM190244)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT				
Kokonaismäärä	+	+++	Kokonaismäärä	<mr
Penicillium sp.	+	+		
Cladosporium sp.	+	+		
steriilit	+			
*Aspergillus-ryhmä Restricti		+++ (T)		

Näyte: 3, mineraalivilla, RA1. Erityisopetus. Mineraalivilla alaohjauspuiden välistä (tutkimustunnus: RM190245)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
*Aspergillus versicolor	+(9)	+(10)	muut bakteerit	+
Penicillium sp.		+	*sädesienet	<mr
steriilit	+			
Cladosporium sp.		+		

Näyte: 4, mineraalivilla, RA1. Erityisopetus. Alemman alajuoksun ja bitumikerman välinen villa (tutkimustunnus: RM190246)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	++	+++	Kokonaismäärä	+
*Aspergillus-ryhmä Restricti		++(31)	muut bakteerit	+(YK)
Penicillium sp.	+	++	*sädesienet	<mr
steriilit	+			
*Aspergillus versicolor	+(9)	+(20)		
Cladosporium sp.		+		

Näyte: 5, mineraalivilla, Yläpohja. käytävä A-paikka. Mineraalivillan alapinta höyrystykseen vasten (tutkimustunnus: RM190247)

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

Näyte: 6, mineraalivilla, Yläpohja. Käytävä B-paikka. Mineraalivillan alapinta höyrysulkua vasten (tutkimustunnus: RM190248)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
steriilit	+		muut bakteerit	+(YK)
Cladosporium sp.	+	+	*sädesienet	<mr
Penicillium sp.	+	+		
*Aspergillus-ryhmä Restricti		+(7)		
*Scopulariopsis sp.		+(3)		
Arthrimum sp.	+			

Näyte: 7, mineraalivilla, Yläpohja. käytävä C-paikka. Mineraalivillan alapinta höyrysulkua vasten. Höyrysulku sulanutta (tutkimustunnus: RM190249)

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

Näyte: 8, mineraalivilla, Yläpohja. käytävä C-paikka. Mineraalivillan alapinta 100 mm:stä ylöspäin. Höyrysulku sulanutta (tutkimustunnus: RM190250)

HOMEET JA HIIVAT	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)	BAKTEERIT	THG Pitoisuus (pmy/malja)
Kokonaismäärä	<mr	<mr	Kokonaismäärä	<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.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan koulu

NÄYTTEET:

Materiaalinäytteet on ottanut Esa Kemppainen, ProLeader Oy, 10.1.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 11.1.2019. Näytteet on analysoitu 11.1.2019.

ANALYYSIT:

Emissionäytteet kerättiin mikrokammiolaitteella (Micro-Chamber, μ CTE) Tenax TA adsorbenttiin. Analyysit tehtiin kaasukromatografilaitteistolla, johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori (TD-GC -MS). Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto nist02.L).

Tolueenin, styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3 -pentaanidioli di-isobutyyraatin (TXIB) pitoisuus laskettiin oman vertailuaineen avulla. Muiden heksaanin ja heksadekaanin väliseltä kiehumispistealueelta löytyneiden yhdisteiden pitoisuudet laskettiin ns. tolueeniekvivalenttina.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (ns. TVOC) saatiin laskemalla kaikkien heksaanin ja heksadekaanin väliltä löytyneiden yhdisteiden tolueeniekvivalenttina määritetyt pitoisuudet yhteen. Lasketut tulokset ilmoitetaan lopuksi tutkittua näytemäärää kohti ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{g}$).

TVOC-tuloksen mittausepävarmuus ilman näytteenottoa on 34 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat välillä 25 - 60 % riippuen yhdisteestä. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat suurempia.

Tällä menetelmällä tehty analyysi ei ole kvantitatiivinen, vaan se kertoo ainoastaan sen, mitä yhdisteitä ja missä keskinäisessä suhteessa, tutkitusta materiaalista emittoituu käytetyissä olosuhteissa.

TULOKSEN TULKINTA:

Tuloksen tulkintaan ei ole olemassa virallisia ohjeita. Alla olevassa taulukossa on esitetty Työterveyslaitoksen määrittämiä viitearvoja, joita voidaan hyödyntää materiaalien VOC tulosten arvioinnissa. Viitearvot perustuvat Työterveyslaitoksen sisäiseen aineistoon. Menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).

Materiaalien VOC-emissioiden viitearvot erilaisille materiaalityypeille	
PVC pehmittimenä DEHP (di-etyyliheksyyliiftalaatti)	
TVOC	200 µg/m³g
2-etyyli-1-heksanoli	70 µg/m³g
PVC pehmittimenä DINCH (di-isononyyliheksahydroftalaatti), DINP (di-isononyyliiftalaatti) tai DIDP (di-isodekyyliiftalaatti)	
TVOC	500 µg/m³g
2-etyyli-1-heksanoli	50 µg/m³g
C9-alkoholit	320 µg/m³g
TASOITTEET JA BETONI	
TVOC	50 µg/m³g
2-etyyli-1-heksanoli	40 µg/m³g
LINOLEUM	
TVOC	650 µg/m³g
propaanihappo	100 µg/m³g

ANALYYSITULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

Tulokset on ilmoitettu tolueenivasteella laskettuna. Mikäli yhdisteen pitoisuus näytteessä on alle 1 µg/m³g, sitä ei ole merkitty tulostaulukkoon, mutta se on mukana TVOC-arvossa.

(*), laskettu omalla vasteella

Näyte: 1, puu, RA 1. Erityisopetus. Kyllästetty alajuoksu (tutkimustunnus: MV190013)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³g)
TVOC	740
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
symeeni	47
tolueeni	12 (*15)
TERPEENIT	
3-kareeni	260
Myrseeni	3.3
alfa-longipineeni	1.4
alfa-pineeni	120
alfa-terpinyyliasettaatti	6.0
beta-pineeni	120
kamfeeni	3.3
limoneeni	24
longifoleeni	4.5
ALDEHYDIT	
bentsaldehydi	1.5
nonanaali	8.9
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	120 (17% TVOC:sta)

Näyte: 2, muovimatto, Käsityövaraston muovimatto. Pintakosteudet 80/122 (tutkimustunnus: MV190014)

YHDISTEET Pitoisuus tolueeniekvivalenttina
(µg/m³g)

TVOC 630

AROMAATTISET HIILIVEDYT

tolueeni 5.0 (*5.7)

TERPEENIT

longifoleeni 19

YKSIARVOISET ALKOHOLIT

2-etyyli-1-heksanoli 580 (*490)

KETONIT

3-heptanoni 3.1

PIIYHDISTEET

dimetoksidimetyylisilaani 4.4

heksametyylisyklotrisiloksaani 1.5

TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET

19 (3% TVOC:sta)

Kuopiossa, 17.1.2019

Jani Mäkelä

Mikrobioni Oy

VIITTEET:

ISO 16000-6, 2004, Indoor air - Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, 1-25.

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

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/2016.

Järnström H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in Residential buildings, 2007, VTT publications 672.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 2017.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki

TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan koulu

NÄYTTEENOTTAJA:

Näytteet on ottanut Joni Vuoto, ProLeader Oy, 24.1.2019 ja ne on vastaanotettu laboratorioon 25.1.2019.

ANALYYSIT:

Näytteet on otettu geeliteipille pinnoille laskeutuneesta pölystä. Laboratoriossa näytteistä laskettiin valomikroskooppia käyttäen yli 20 µm (mikrometriä) pituiset teolliset mineraalikuidut.

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Laboratorion menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on 26 %.

TULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

< mr = alle määrittäysrajan

NÄYTE	LASKEUMA-AIKA	KUITUA/CM ²	MUITA HUOMIOITA	LAB. TUNNUS
1 Ritvan luokka	14vrk	7.7		MK190027
2 Opettajien taukotila	14vrk	0.6		MK190028
3 Erityisopetus	14vrk	0.5		MK190029

TULKINTA:

Asumisterveysasetuksen mukaan teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon pöylaskeumassa on 0,2 kuitua/cm² (Asumisterveysasetus 2015). Työterveyslaitoksen ohjearvo teollisille mineraalikuiduille toimistojen kahden viikon pöylaskeumassa on 0,2 kuitua/cm² (Salonen ym. 2011). Mikäli ohjearvo ylittyy, on tarpeen selvittää kuitulähteet ja mahdollisuudet kuitupitoisuuksien vähentämiseen.

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määrittäysraja on 0,1 kuitua /cm².

Kuopiossa, 30.1.2019

Mika Lindh

Mikrobioni Oy

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 III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/2016.

Salonen H. ym. Toimiston sisäilman tutkiminen. Työterveyslaitos, Tampere 2011.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki

TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan koulu

NÄYTTEET:

Laskeumapölynäytteet on ottanut Joni Vuoto, ProLeader Oy, 24.1.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 25.1.2019.

ANALYYSIT:

14 vuorokauden ajalta kerättyä laskeumapölyä oli kerätty pinta-alaltaan 100 cm² suuruisilta näytteenottoalueilta steriiliin puskuriliuokseen kostutetulla pumpulipuikolla sivellen. Näyte oli viljelty suoraan kolmelle elatusalustalle: mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustat sienille ja tryptoni-hiivauute-glukoosi-alusta (THG) bakteereille. Näytettä inkuboitiin +25°C 7 vrk (homeet ja hiivat, kokonaisbakteerimäärä) ja 14 vrk (sädesienet), minkä jälkeen maljoilta laskettiin pesäkkeiden määrät ja homeet tunnistettiin suku- tai lajitasolle.

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määritysraja on 1 pmy/näytteenottoalue

TULOKSEN TULKINTA:

Muista, kuin toimitustyypisistä rakennuksista, ei ole julkaistuja tutkimustuloksia tai tulkintaohjeita, joten tuloksista ei ole tehty tulosityhteenvetoa.

Kuopiossa, 8.2.2019

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

ANALYYSITULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

Lyhenteiden selitykset:

T = malja täynnä pesäkkeitä, ei voitu laskea

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

* = kosteusvaurioindikaattori, ko. mikrobien osalta on suluissa esitetty myös näytteessä todettu pesäkemäärä.

Elinkykyisten mikrobien määrä:

<mr = alle määrittäysrajan

+ = (1-19 pmy/100 cm²)

++ = (20-49 pmy/100 cm²)

+++ = (50-200 pmy/100 cm²)

++++ = (> 200 pmy/100 cm²)

Näyte: 1, Ritvan luokka (tutkimustunnus: PI190033)

HOMEET JA HIIVAT	M2 (pmy/100 cm ²)	DG18 (pmy/100 cm ²)	BAKTEERIT	THG (pmy/100 cm ²)
Kokonaismäärä	<mr	+	Kokonaismäärä	++++
steriilit		+	muut bakteerit	++++
			*sädesienet	<mr

Näyte: 2, Opettajien taukotila (tutkimustunnus: PI190034)

HOMEET JA HIIVAT	M2 (pmy/100 cm ²)	DG18 (pmy/100 cm ²)	BAKTEERIT	THG (pmy/100 cm ²)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	++++
steriilit		+	muut bakteerit	++++
*Oidiodendron sp.		+(2)	*sädesienet	<mr
Penicillium sp.	+			
*Acremonium sp.		+(1)		

Näyte: 3, Erityisopetus (tutkimustunnus: PI190035)

HOMEET JA HIIVAT	M2 (pmy/100 cm ²)	DG18 (pmy/100 cm ²)	BAKTEERIT	THG (pmy/100 cm ²)
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	++++
Cladosporium sp.		+	muut bakteerit	++++
*Oidiodendron sp.	+(1)		*sädesienet	<mr

VIITTEET:

Salonen, Lappalainen, Lindroos, Harju, Reijula. Fungi and bacteria in mould-damaged and non-damaged office environments in a subarctic climate. Atmospheric Environment. 2007:41;6797-6807.

Salonen, H., ym. 2011. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos, Tampere.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki

TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan koulu

NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Joni Vuoto, ProLeader Oy, 24.1.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 25.1.2019 ja VOC-analyysit on tehty 1.2.2019.

ANALYYSIT:

Ilmanäytteet kerättiin Tenax TA adsorbenttiin ja analyysit tehtiin standardin ISO 16000-6 mukaisesti kaasukromatografi-massaspektrometrilaitteistolla. Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto NIST11) ja niiden pitoisuudet laskettiin tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). TVOC-pitoisuus määritettiin laskemalla yhteen kaikkien yhdisteiden tolueeniekvivalentteina määritetyt pitoisuudet n-heksaanin ja heksadekaanin väliltä.

Styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatin (TXIB) pitoisuus on laskettu puhtaan vertailuaineen avulla. Yhdisteen omalla vasteella lasketut tulokset on merkitty tulostaulukkoon tähdellä (*).

Tulosraportissa ilmoitetut tulokset perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun näytteen keräysaikaan.

TVOC-tuloksen mittausepävarmuus ilman näytteenottoa on 35 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat välillä 19 – 38 % riippuen yhdisteestä. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat suurempia ja niiden pitoisuuden määrittäminen on semikvantitatiivinen.

Puhtaiden, vertailuaineen avulla laskettujen yhdisteiden määrittämiss raja on keskimäärin 4 ng/näyte, jolloin se on 10 litran näytteelle 0,4 µg/m³. TVOC-pitoisuudelle määrittämiss raja on 10 µg/m³.

TULOKSEN TULKINTA:

Jos haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) toimistossa, joissa on koneellinen ilmanvaihto, ylittää 100 µg/m³, viittaa se sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin, joiden selvittäminen on tarpeellista (Työterveyslaitos 2016).

Asunnoissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja on 400 µg/m³ ja yksittäisen yhdisteen 50 µg/m³ tolueenivasteella laskettuna (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 2015). Lisäksi seuraaville sisäilmaongelmiin liittyville yksittäisille yhdisteille on säädetty erilliset toimenpiderajat tolueenivasteella laskettuna; 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti (TXIB) (10 µg/m³), 2-etyyli-1-heksanoli (10 µg/m³),

styreeni (40 µg/m³) ja naftaleeni (10 µg/m³).

Muiden yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajan (50 µg/m³) ylittyessä sen haitallisuus ja merkitys sisäilman laatuun on selvitettävä ja ryhdyttävä toimenpiteisiin haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Mikäli toimenpideraja ylittyy yhdisteellä, joka ei ole kyseisessä pitoisuudessa terveydelle haitallinen (esimerkiksi terpeenit, siloksaanit), ylittyminen ei johda toimenpiteisiin. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/216).

Asunnoissa yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet ovat tyypillisesti välillä 5-20 µg/m³ ja kokonaispitoisuudet (TVOC) 120-350 µg/m³ (Järnström, 2007).

ANALYYSITULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

* laskettu yhdisteen omalla vasteella.

Näyte: 1, Ritvan luokka (tutkimustunnus: VC190031, näytteenottoaika 45,2min, näytetilavuus 9,0dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³)
-----------	--

TVOC	30
------	----

ALIFAATTISET HIILIVEDYT

dodekaani	0.2
-----------	-----

heksadekaani	0.2
--------------	-----

oktaani	0.3
---------	-----

AROMAATTISET HIILIVEDYT

bentseeni	0.4
-----------	-----

etyylibentseeni	0.9
-----------------	-----

m-Ksyleeni	0.2
------------	-----

styreeni	1.3 (*0.9)
----------	------------

tolueeni	0.7 (*0.6)
----------	------------

TERPEENIT

3-kareeni	0.3
-----------	-----

alfa-pineeni	0.6
--------------	-----

YKSIARVOISET ALKOHOLIT

2-etyyli-1-heksanoli	0.8 (*1.1)
----------------------	------------

ALDEHYDIT

bentsaldehydi	0.7
---------------	-----

nonanaali	0.6
-----------	-----

KETONIT

6-metyyli-5-hepten-2-oni	0.3
--------------------------	-----

asetofenoni	0.2
-------------	-----

ESTERIT JA LAKTONIT

2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti	0.6 (*0.4)
2-(2-Butoksietoksi) etanoliasetaatti	0.2

PIIYHDISTEET

dekametyylisyklopentasiloksaani	9.8
dodekametyylisykloheksasiloksaani	1.3
heksametyylisyklotrisiloksaani	2.5
tetradekametyylisykloheptasiloksaani	0.5

TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET

6.6 (22% TVOC:sta)

Näyte: 2, Käsityövarasto (tutkimustunnus: VC190032, näytteenottoaika 45,4min, näytetilavuus 9,1dm³)

YHDISTEET **Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³)**

TVOC 48

ALIFAATTISET HIILIVEDYT

dodekaani 0.3

heksadekaani 0.6

heptaani 0.2

tetradekaani 0.2

undekaani 0.6

AROMAATTISET HIILIVEDYT

bentseeni 0.5

etyylibentseeni 0.2

styreeni 0.2 (*0.3)

tolueeni 0.6 (*0.4)

TERPEENIT

3-kareeni 0.5

alfa-pineeni 1

YKSIARVOISET ALKOHOLIT

1-butanoli 0.4

2-etyyli-1-heksanoli 1 (*1.2)

ALDEHYDIT

bentsaldehydi 0.4

heksanaali 0.6

heptanaali 0.2

nonanaali 2.3

oktanaali 0.3

KETONIT

6-metyyli-5-hepten-2-oni 0.6

ESTERIT JA LAKTONIT

2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti 0.3 (*0.2)

PIIYHDISTEET

dekametyylisyklopentasiloksaani 22

dodekametyylisykloheksasiloksaani 1.3

heksametyylisyklotrisiloksaani 4.4

oktametyylisyklotetrasiloksaani 1.5

tetradekametyylisykloheptasiloksaani 0.2

TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET

6.8 (14% TVOC:sta)

Kuopiossa, 6.2.2019

Jani Mäkelä

Mikrobioni Oy

TAUSTAA:

VOC tulee englanninkielisestä sanasta Volatile Organic Compound joka tarkoittaa haihtuvaa orgaanista yhdistettä. VOC yhdisteet ovat huoneenlämmössä useimmiten nesteitä, mutta nämä nesteet haihtuvat höyrynpaineidensa mukaisesti ilmaan höyryiksi. VOC-yhdisteiden kiehumispisteet vaihtelevat 50-250°C asteen välissä.

VOC-yhdisteillä on lukuisia lähteitä. Niiden lähteitä ovat sisäilmassa mm. rakennus- ja sisustusmateriaalit, pesu- ja puhdistuskemikaalit, kosmeettiset tuotteet, ruuanlaitto, tupakointi jne. Esimerkkinä mainiten poikkeuksetta kaikki orgaaniset liuottimet (esim. asetoni, alkoholit, alifaattiset ja aromaattiset hiilivedyt) ovat VOC-yhdisteitä.

Normaalissa sisäilmassa voi esiintyä useita satoja VOC-yhdisteitä, joiden yhteispitoisuus (TVOC, total volatile organic compounds) on yleensä verrattain pieni, asunnoissa tavallisesti alle 600 µg/m³ ja toimistoissa alle 250 µg/m³. Asunnoissa yksittäisen yhdisteen pitoisuus on tavallisesti alle 15 µg/m³. Työpaikkailmassa, jossa käytetään liuottimia, VOC-pitoisuustasot ovat useita kertaluokkia suurempia. Toimistotyyppisissä tiloissa yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat yleensä alle 5 µg/m³.

VOC-päästöihin ja pitoisuuksiin ilmassa vaikuttavat mm. käytetyn liuottimen määrä (pitoisuus), sen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet (yhdisteen höyrynpaine (haihtuvuus), poolisuus) sekä olosuhteet (lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus). VOC-yhdisteen haihtuminen ilmaan lisääntyy lämpötilan kasvaessa.

VOC-yhdisteiden laajasta kirjosta johtuen niistä löytyy hyvin haitallisia yhdisteitä, joilla voi olla merkittäviä terveys ja ympäristövaikutuksia. Ihmisten altistuminen VOC-yhdisteille tapahtuu pääsääntöisesti hengityksen kautta, mutta myös ihoaltistus voi olla hyvin merkittävä altistumisreitti, varsinkin käsiteltäessä liuottimia ilman asianmukaista suojavarustusta.

VIITTEET:

ISO 16000-6, 2004, Indoor air - Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, 1-25.

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

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/2016.

Järnström H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in Residential buildings, 2007, VTT publications 672.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 2017.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan koulu, juhlasali

NÄYTTEET:

Rakennusmateriaalinäytteet on ottanut Risto Kreko, ProLeader Oy, 1.4.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 3.4.2019 ja viljelty 3.4.2019.

ANALYYSIT:

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia ripoteltiin 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 mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta sädesienien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskoipimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin sädesienet.

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: +++

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 katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä muille bakteereille 22 % ja sädesienille 32 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa.

YHTEENVETO TULOISTA:

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:	Tulosityhtenveto:	Johtopäätös:
	1, mineraalivilla, Juhlasali. Ulkoseinältä	paljon homeita, indikaattorimikrobeita. Vähän bakteereita (kts. lisätiedot)	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	2, puu, Juhlasali. alapohjan puukoolatun lattian alaohjauspuuta	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa

Lisätietoja:

Näytteen 1 osalla menetelmän mittausepävarmuus vaikuttaa tulosityhtenvetoon. Korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Kuopiossa, 17.4.2019

Marja Hänninen

Mikrobioni Oy

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 määrittäysrajan

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 pesäkemäärää.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

Näyte: 1, mineraalivilla, Juhlasali. Ulkoseinältä (tutkimustunnus: RM192389)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)		THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT			BAKTEERIT	
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+++
* <i>Wallemia</i> sp.		++(40)	muut bakteerit	+
<i>Penicillium</i> sp.	+	+	*sädesienet	+++ (25)
* <i>Aspergillus</i> - ryhmä <i>Restricti</i>		+(5)		
hiivat	+			
* <i>Aspergillus versicolor</i>	+++ (T)	+++ (T)		

Menetelmän mittausepävarmuus huomioiden näytteen sädesienitulos voi olla + (< 20 pmy/alusta).

Näyte: 2, puu, Juhlasali. alapohjan puukoolatun lattian alaohjauspuuta (tutkimustunnus: RM192390)

	M2 Pitoisuus (pmy/malja)	DG18 Pitoisuus (pmy/malja)		THG Pitoisuus (pmy/malja)
HOMEET JA HIIVAT			BAKTEERIT	
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
<i>Penicillium</i> sp.	+	+	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.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki



TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan koulu

NÄYTTEET:

Ilmanäytteet on ottanut Risto Kreko, ProLeader Oy, 1.4.2019. Näytteet on vastaanotettu laboratorioon 3.4.2019 ja VOC-analysit on tehty 5.4.2019.

ANALYYSIT:

Ilmanäytteet kerättiin Tenax TA adsorbenttiin ja analyysit tehtiin standardin ISO 16000-6 mukaisesti kaasukromatografi-massaspektrometrilaitteistolla. Yhdisteet tunnistettiin retentioaikojen sekä kirjastohaun perusteella (kirjasto NIST11) ja niiden pitoisuudet laskettiin tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). TVOC-pitoisuus määritettiin laskemalla yhteen kaikkien yhdisteiden tolueeniekvivalentteina määritetyt pitoisuudet n-heksaanin ja heksadekaanin väliltä.

Styreenin, 2-etyyli-1-heksanolin, naftaleenin ja 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatin (TXIB) pitoisuus on laskettu puhtaan vertailuaineen avulla. Yhdisteen omalla vasteella lasketut tulokset on merkitty tulostaulukkoon tähdellä (*).

Tulosraportissa ilmoitetut tulokset perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun näytteen keräysaikaan.

TVOC-tuloksen mittausepävarmuus ilman näytteenottoa on 35 % (luottamusvälillä 95 %). Yksittäisten, oman vertailuaineen avulla määritettävien yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat välillä 19 – 38 % riippuen yhdisteestä. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yhdisteiden mittausepävarmuudet ovat suurempia ja niiden pitoisuuden määrittäminen on semikvantitatiivinen.

Puhtaiden, vertailuaineen avulla laskettujen yhdisteiden määrittämisraja on keskimäärin 4 ng/näyte, jolloin se on 10 litran näytteelle 0,4 µg/m³. TVOC-pitoisuudelle määrittämisraja on 10 µg/m³.

TULOKSEN TULKINTA:

Jos haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) toimistossa, joissa on koneellinen ilmanvaihto, ylittää 100 µg/m³, viittaa se sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin, joiden selvittäminen on tarpeellista (Työterveyslaitos 2016).

Asunnoissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja on 400 µg/m³ ja yksittäisen yhdisteen 50 µg/m³ tolueenivasteella laskettuna (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus, 2015). Lisäksi seuraaville sisäilmaongelmiin liittyville yksittäisille yhdisteille on säädetty erilliset toimenpiderajat tolueenivasteella laskettuna; 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti (TXIB) (10 µg/m³), 2-etyyli-1-heksanoli (10 µg/m³),

styreeni (40 µg/m³) ja naftaleeni (10 µg/m³).

Muiden yksittäisten yhdisteiden toimenpiderajan (50 µg/m³) ylittyessä sen haitallisuus ja merkitys sisäilman laatuun on selvítettävä ja ryhdyttävä toimenpiteisiin haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Mikäli toimenpideraja ylittyy yhdisteellä, joka ei ole kyseisessä pitoisuudessa terveydelle haitallinen (esimerkiksi terpeenit, siloksaanit), ylittyminen ei johda toimenpiteisiin. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/216).

Asunnoissa yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet ovat tyypillisesti välillä 5-20 µg/m³ ja kokonaispitoisuudet (TVOC) 120-350 µg/m³ (Järnström, 2007).

ANALYYSITULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

* laskettu yhdisteen omalla vasteella.

Näyte: 1, Erityisopettaja. 45 minuuttia/8.950 litraa (tutkimustunnus: VC190176, näytteenottoaika 45min, näytetilavuus 9dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³)
TVOC	27
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
dodekaani	0.2
heksadekaani	0.3
tetradekaani	0.2
tridekaani	0.2
undekaani	0.4
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
tolueeni	0.3 (*0.2)
TERPEENIT	
3-kareeni	1
alfa-pineeni	1.1
limoneeni	0.3
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	0.9 (*1.4)
fenoli	0.3
ALDEHYDIT	
bentsaldehydi	0.9
dekanaali	0.9
heksanaali	0.6
heptanaali	0.3
nonanaali	2.4

oktanaali	0.4
KETONIT	
asetofenoni	0.6
ESTERIT JA LAKTONIT	
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti	0.7 (*0.4)
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	2.8
MUUT YHDISTEET	
Ftaalihappoanhydridi	0.3
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	10 (39% TVOC:sta)

Koska näytteen pitoisuus on lähellä määrittäysrajaa, havaittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä ja luotettava tunnistaminen vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte: 2, Tila 203. Ryhmis. 45 min./9.095 litraa (tutkimustunnus: VC190177, näytteenottoaika 45min, näytetilavuus 9dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³)
TVOC	43
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
dodekaani	0.3
heksaani	0.2
heksadekaani	0.4
tetradekaani	0.4
undekaani	0.2
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
1,2,4-trimetyylibentseeni	0.4
bentseeni	0.6
etyylibentseeni	0.2
TERPEENIT	
3-kareeni	1.5
alfa-pineeni	4.6
limoneeni	0.4
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	0.3 (*0.3)
fenoli	0.2
ALDEHYDIT	
bentsaldehydi	0.6
dekanaali	1.5
dodekanaali	0.2
heksanaali	1.6
heptanaali	0.7
nonanaali	7.4
oktanaali	0.8
KETONIT	
6-metyyli-5-hepten-2-oni	0.4
asetofenoni	0.4
ESTERIT JA LAKTONIT	
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti	1.9 (*1.4)
2-(2-Butoksietoksi) etanoliasetaatti	2.6
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	5
MUUT YHDISTEET	

Ftaalihappoanhydridi	0.2
----------------------	-----

TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET

8.9 (21% TVOC:sta)

Näyte: 3, Tila 102. Käytävä 45 min. / 9.096 litraa (tutkimustunnus: VC190178, näytteenottoaika 45min, näytetilavuus 9dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m ³)
TVOC	26
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
dodekaani	0.2
heksadekaani	0.2
pentadekaani	0.2
tetradekaani	0.2
tridekaani	0.2
undekaani	0.2
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
bentseeni	0.2
TERPEENIT	
3-kareeni	0.4
alfa-pineeni	0.7
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	0.4 (*0.7)
fenoli	0.2
ALDEHYDIT	
bentsaldehydi	0.7
dekanaali	1.2
heksanaali	0.8
heptanaali	0.4
nonanaali	3
oktanaali	0.6
KETONIT	
asetofenoni	0.6
ESTERIT JA LAKTONIT	
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti	0.3 (*0.2)
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	2.5
MUUT YHDISTEET	
Ftaalihappoanhydridi	0.2
TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET	
	12 (47% TVOC:sta)

Koska näytteen pitoisuus on lähellä määrittäysrajaa, havaittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä ja luotettava tunnistaminen vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte: 4, Tila 103. Luokkahuone/ 46 min./ 9.169 litraa (tutkimustunnus: VC190179, näytteenottoaika 46min, näytetilavuus 9,1dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³)
TVOC	21
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
heksaani	0.4
heksadekaani	0.3
pentadekaani	0.2
tetradekaani	0.2
tridekaani	0.2
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
bentseeni	0.3
naftaleeni	0.2
tolueeni	0.9 (*0.8)
TERPEENIT	
3-kareeni	0.2
alfa-pineeni	0.2
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	0.3 (*0.5)
fenoli	0.3
ALDEHYDIT	
bentsaldehydi	0.7
dekanaali	1.3
heksanaali	0.7
heptanaali	0.4
nonanaali	2.5
oktanaali	0.6
undekanaali	0.2
KETONIT	
asetofenoni	0.6
HAPOT	
nonaanihappo	0.2
ESTERIT JA LAKTONIT	
2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti	0.4 (*0.2)
PIIYHDISTEET	
dekametyylisyklopentasiloksaani	0.3
MUUT YHDISTEET	

Ftaalihappoanhydridi	0.4
----------------------	-----

TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET

8 (39% TVOC:sta)

Koska näytteen pitoisuus on lähellä määrittämissrajaa, havaittujen yhdisteiden pitoisuudet ovat pieniä ja luotettava tunnistaminen vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Näyte: 5, Tila 139. Luokkahuone 45 min./ 9.095 litraa (tutkimustunnus: VC190180, näytteenottoaika 45min, näytetilavuus 9,1dm³)

YHDISTEET	Pitoisuus tolueeniekvivalenttina (µg/m³)
TVOC	36
ALIFAATTISET HIILIVEDYT	
dekaani	0.2
dodekaani	0.2
heksadekaani	0.4
nonaani	0.2
pentadekaani	0.2
tetradekaani	0.2
tridekaani	0.2
undekaani	0.5
AROMAATTISET HIILIVEDYT	
1,2,4-trimetyyllibentseeni	0.2
bentseeni	0.3
etyyllibentseeni	0.2
tolueeni	0.3 (*0.2)
TERPEENIT	
3-kareeni	0.5
alfa-pineeni	0.9
YKSIARVOISET ALKOHOLIT	
2-etyyli-1-heksanoli	0.4 (*0.7)
fenoli	0.4
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT	
2-fenoksietanoli	0.4
ALDEHYDIT	
bentsaldehydi	1.1
dekanaali	2.6
heksanaali	0.8
heptanaali	0.2
heptanaali	0.4
nonanaali	3.4
oktanaali	0.8
undekanaali	0.3
KETONIT	
6-metyyli-5-hepten-2-oni	0.3
asetofenoni	0.9
HAPOT	

nonaanihappo	0.4
--------------	-----

ESTERIT JA LAKTONIT

2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaanidioli di-isobutyraatti	0.5 (*0.2)
---	------------

PIIYHDISTEET

dekametyylisyklopentasiloksaani	2.5
---------------------------------	-----

dodekametyylisykloheksasiloksaani	0.2
-----------------------------------	-----

MUUT YHDISTEET

2,2-dimetoksibutaani	0.2
----------------------	-----

Ftaalihappoanhydridi	0.6
----------------------	-----

TUNNISTAMATTOMAT YHDISTEET

15 (42% TVOC:sta)

Näyte sisälsi paljon pieniä määriä erilaisia yhdisteitä, joiden tunnistaminen riittävällä varmuudella on vaikeaa. Tämän takia tunnistamattomien yhdisteiden suhteellinen osuus on suuri.

Kuopiossa, 9.4.2019

Jani Mäkelä

Mikrobioni Oy

TAUSTAA:

VOC tulee englanninkielisestä sanasta Volatile Organic Compound joka tarkoittaa haihtuvaa orgaanista yhdistettä. VOC yhdisteet ovat huoneenlämmössä useimmiten nesteitä, mutta nämä nesteet haihtuvat höyrynpaineidensa mukaisesti ilmaan höyryiksi. VOC-yhdisteiden kiehumispisteet vaihtelevat 50-250°C asteen välissä.

VOC-yhdisteillä on lukuisia lähteitä. Niiden lähteitä ovat sisäilmassa mm. rakennus- ja sisustusmateriaalit, pesu- ja puhdistuskemikaalit, kosmeettiset tuotteet, ruuanlaitto, tupakointi jne. Esimerkkinä mainiten poikkeuksetta kaikki orgaaniset liuottimet (esim. asetoni, alkoholit, alifaattiset ja aromaattiset hiilivedyt) ovat VOC-yhdisteitä.

Normaalissa sisäilmassa voi esiintyä useita satoja VOC-yhdisteitä, joiden yhteispitoisuus (TVOC, total volatile organic compounds) on yleensä verrattain pieni, asunnoissa tavallisesti alle 600 µg/m³ ja toimistoissa alle 250 µg/m³. Asunnoissa yksittäisen yhdisteen pitoisuus on tavallisesti alle 15 µg/m³. Työpaikkailmassa, jossa käytetään liuottimia, VOC-pitoisuustasot ovat useita kertaluokkia suurempia. Toimistotyypisissä tiloissa yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat yleensä alle 5 µg/m³.

VOC-päästöihin ja pitoisuuksiin ilmassa vaikuttavat mm. käytetyn liuottimen määrä (pitoisuus), sen fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet (yhdisteen höyrynpaine (haihtuvuus), poolisuus) sekä olosuhteet (lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus). VOC-yhdisteen haihtuminen ilmaan lisääntyy lämpötilan kasvaessa.

VOC-yhdisteiden laajasta kirjosta johtuen niistä löytyy hyvin haitallisia yhdisteitä, joilla voi olla merkittäviä terveys ja ympäristövaikutuksia. Ihmisten altistuminen VOC-yhdisteille tapahtuu pääsääntöisesti hengityksen kautta, mutta myös ihoaltistus voi olla hyvin merkittävä altistumisreitti, varsinkin käsiteltäessä liuottimia ilman asianmukaista suojavarustusta.

VIITTEET:

ISO 16000-6, 2004, Indoor air - Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS/FID, 1-25.

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

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/2016.

Järnström H., Reference values for building material emissions and indoor air quality in Residential buildings, 2007, VTT publications 672.

Saarela, K., ym., TVOC-haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaisemissio ja sen eri laskentatavat, Sisäilmastoseminaari 2005, Sisäilmayhdistys raportti 23.

Työterveyslaitos. Kooste toimistoympäristöjen epäpuhtaus- ja olosuhdetasoista (rakennuksissa, joissa on koneellinen ilmanvaihto), joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin. 2017.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki

TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan koulu

NÄYTTEENOTTAJA:

Näytteet on ottanut Risto Kreko, ProLeader Oy, 15.4.2019 ja ne on vastaanotettu laboratorioon 16.4.2019.

ANALYYSIT:

Näytteet on otettu geeliteipille pinnoille laskeutuneesta pölystä. Laboratoriossa näytteistä laskettiin valomikroskooppia käyttäen yli 20 µm (mikrometriä) pituiset teolliset mineraalikuidut.

MITTAUSEPÄVARMUUS:

Laboratorion menetelmäkohtainen mittausepävarmuus on 26 %.

TULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

< mr = alle määritysrajan

NÄYTE	LASKEUMA-AIKA	KUITUA/CM ²	MUITA HUOMIOITA	LAB. TUNNUS
1 Ryhmis 203	14vrk	0.2		MK190280
2 Erityisopettaja	14vrk	0.4		MK190281
3 Luokkahuone 103	14vrk	0.2		MK190282
4 Luokkahuone 136	14vrk	<mr		MK190283
5 Opettajainhuone 129	14vrk	0.1		MK190284

TULKINTA:

Asumisterveysasetuksen mukaan teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon pöylaskeumassa on 0,2 kuitua/cm² (Asumisterveysasetus 2015). Työterveyslaitoksen ohjearvo teollisille mineraalikuiduille toimistojen kahden viikon pöylaskeumassa on 0,2 kuitua/cm² (Salonen ym. 2011). Mikäli ohjearvo ylittyy, on tarpeen selvittää kuitulähteet ja mahdollisuudet kuitupitoisuuksien vähentämiseen.

MÄÄRITYSRAJA:

Menetelmän määritysraja on 0,1 kuitua /cm².

Kuopiossa, 24.4.2019

Mika Lindh

Mikrobioni Oy

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 III Asumisterveysasetus § 14-19. Valvira ohje 8/2016.

Salonen H. ym. Toimiston sisäilman tutkiminen. Työterveyslaitos, Tampere 2011.

Esa Kemppainen
ProLeader Oy
Impivaarantie 25
60420 Seinäjoki

TULOSRAPORTTI

KOHDE:

Länsirannan Koulu, erityisopetus

NÄYTTEET:

Kloorianisolinäytteet on otettu 24.1.2019 ja ne on vastaanotettu laboratorioon 28.1.2019.
Näytteet on analysoitu 12.2.2019.

ANALYYSIT:

Näytteet on otettu Tenax-TA®-adsorbenttiputkeen ja analyysit tehtiin kaasukromatografilaitteistolla, johon oli yhdistetty massaselektiivinen detektori (TD-GC-MS).
Näytteestä tutkittiin taulukossa 1 olevat yhdisteet.

	CAS #	määritysraja, µg/m ³
2,6-dikloorianisoli	1984-65-2	<0,002
2,3-dikloorianisoli	1984-59-4	<0,002
2,4,6-trikloorianisoli	87-40-1	<0,003
2,3,6-trikloorianisoli	50375-10-5	<0,005
2,4,5-trikloorianisoli	6130-75-2	<0,003
2,3,4-trikloorianisoli	54135-80-7	<0,003
2,3,5,6-tetrakloorianisoli	6936-40-9	<0,001
2,3,4,6-tetrakloorianisoli	938-22-7	<0,002
2,3,4,5-tetrakloorianisoli	938-86-3	<0,001
pentakloorianisoli	1825-21-4	<0,001

Taulukko 1. Näytteestä tutkitut yhdisteet ja niiden määritysrajat.

ANALYYSITULOKSET:

Tässä tulosraportissa esitetyt tulokset koskevat vain testattuja näytteitä.

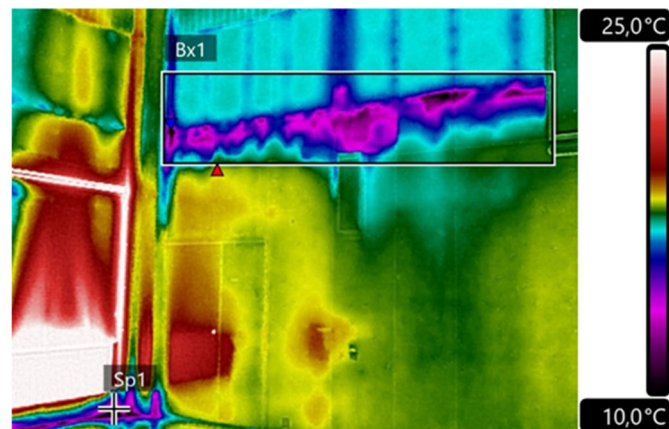
kohde näytetunnus	Tulos, µg/m ³
	Länsirannan koulu, erityisopetus CA190001
2,6-dikloorianisoli	<0,002
2,3-dikloorianisoli	<0,002
2,4,6-trikloorianisoli	<0,003
2,3,6-trikloorianisoli	<0,005
2,4,5-trikloorianisoli	<0,003
2,3,4-trikloorianisoli	<0,003
2,3,5,6-tetrakloorianisoli	<0,001
2,3,4,6-tetrakloorianisoli	0,005
2,3,4,5-tetrakloorianisoli	<0,001
pentakloorianisoli	<0,001

Kuopiossa, 18.2.2019

Jani Mäkelä
Kemisti
Mikrobioni Oy

VIITTEET:

Camino-Sánchez, F.J., Ruiz-García, J. ja Zafra-Gómez, A. (2013) Development of a thermal desorption gas chromatography–mass spectrometry method for quantitative determination of haloanisoles and halophenols in wineries' ambient air. J. Chrom A. Vol. 1305, s. 259-266.



LÄMPÖKUVAUS 11.2.2019

Länsirannan koulu

Ylirannantie 89, 62630 Lappajärvi

Lämpökuvaaja		
Esa Kemppainen	Proleader Oy Impivaarantie 25 60420 Seinäjoki	050-3044671 www.proleader.fi

1.1 KOHTEEN YLEISTIEDOT

1.2 KOHDE

Kohteen nimi:	Länsirannan koulu ja päiväkoti
Kohteen osoite:	Ylirannantie 89, 62630 Lappajärvi
Talotyyppi:	koulu-päiväkotirakennus
Rakennuksia:	1
Valmistumisvuosi	1979
Kerrosluku:	1+ ullakko
Ulkoseinä:	Kerroksellinen puuelementtirakenne
Alapohja:	Maanvarainen betonilaatta, alapuolinen lämmöneristyskerros
Yläpohja:	Puurakenteinen elementtirakenne
Lämmitysjärjestelmä:	öljy, vesikiertoinen patterilämmitys
Ilmanvaihto:	Koneellinen tulo-poistoilmanvaihto, LTO

1.3 TUTKIMUKSEN TILAAJA

Tutkimuksen tilasi Anne Övermark

1.4 TUTKIMUKSEN TAVOITE

Tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena oli selvittää rakennuksen ilmavuotokohtia kuntotutkimusten yhteydessä.

1.5 TUTKIMUKSEN TEKIJÄT

Tutkimuksen teki Joni Vuoto ja raportin laati Esa Kemppainen. Rakennusten lämpökuvaaja VTT-C-20674-25-15

1.6 TUTKIMUSAJANKOHTA

Tutkimukset tehtiin 10.1.2019.

1.7 KUVAUS KOHTEESTA

Rakennuksen ulkoseinät ja yläpohja ovat kerroksellisia puurakenteita

2. LÄHTÖARVOT

2.1 MITTAUSMENTELMÄT

Kuvaukset tehtiin yksivaiheisesti normaalissa tilanteessa ja keskimäärin -5,0 Pa alipaineessa. Ulkoilman olosuhteet mitattiin 12h kuvauksia aiemmin paikalliselta sääasemalta (www.fmi.fi). Sisäilman lämpötila, ja suhteellinen kosteus mitattiin erityisluokasta. Ilmanvaihto oli tutkimusten aikana normaalisti päällä.

Käytetty Mittauskalusto:

Lämpökamera	Flir E95, kalibroitu 16.3.2017 + FLIR MR 77
Pintalämpötilamittari	Trotec T3000, TS 131/150 SDI mittapää, kalibroitu 4.3.2014
	Vaisala SHM40, HMP42 Mittapää, kalibroitu 8.9.2016
Olosuhteet sisällä	Velocical P9565 ilmamäärämittarilla, kalibroitu 22.9.2016.
Painesuhteet	Velocical P9565 ilmamäärämittarilla, kalibroitu 22.9.2016.

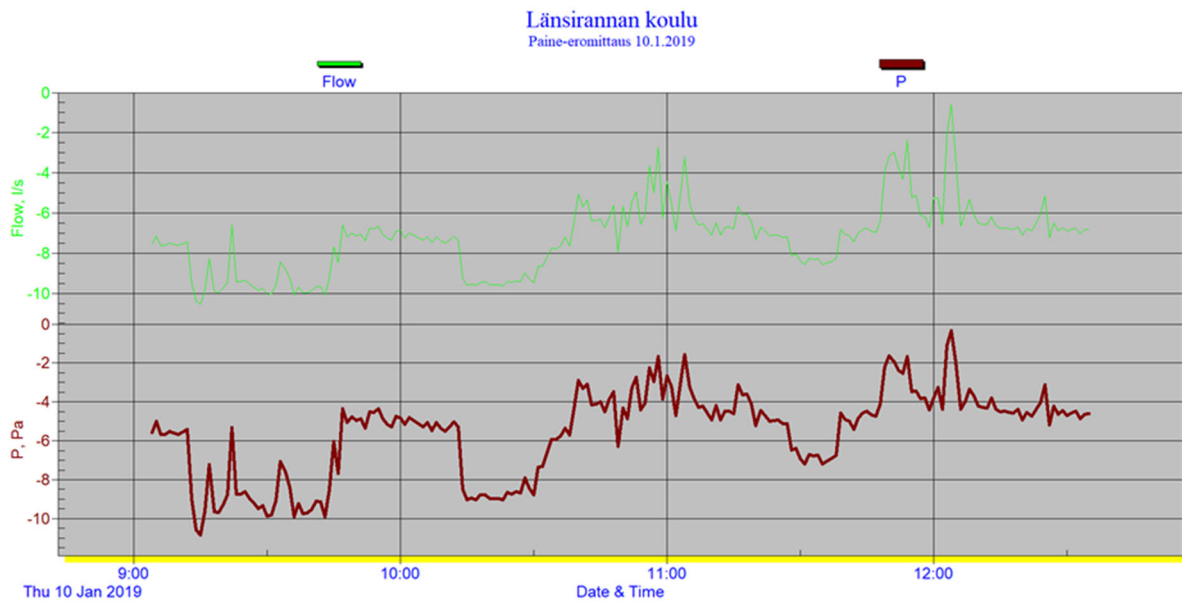
2.2 ULKO- JA SISÄILMAN OLOSUHTEET

Ulkoilman olosuhteet:

12 h ennen mittauksia	Heikkoa lumisadetta -5,0 °C, RH 98 %, kaakkoistuuli, 1 m/s. Ilma oli pilvinen.
kuvausten aikana	Kuvausten alussa ja lopussa pilvistä -8,0°C. 94 %RH. Etelätuuli 6,0 m/s 1016,1 hPa.

Sisä-ulkoilman olosuhteet taulukko 1:

huoneisto	Lämpötila °C	Kosteus %RH	Abs g/m ³	Paine-erot Pa	IV:n asento
erityisopetus	+22,2	16,6	3,3	-5...-6 Pa	normaali
Ulkoilma	-8,0	94,0	2,5		
Kosteuslisä	(keskiarvo)		0,8		kosteuslisä normaali



Kuva 1. Paine-eromittaukset lämpökuvausten aikana. Kello väärässä ajassa.

Mittausolosuhteet:

Ulko-sisälämpötilan lämpötilaero n. 31 °C joka ylittää hyväksyttävien mittausolosuhteiden minimiarvon ± 10 °C lämpötilaeron.

Kevyet rakenteet (puurakenteet): aurinko ei lämmittänyt rakenteita 12 tuntia ennen kuvauksia. Lämpötila muuttui 12 h ennen kuvauksia noin 3 °C. 12 tuntia ennen kuvauksia ja kuvausten aikana sää oli pilvinen.

Ulkoilman lämpötila oli kuvausajankohtana n. -8,0 °C ja sää oli pilvinen. Kuvausten aikana ulkoilman lämpötila ei muuttunut oleellisesti.

Tuulen nopeus alitti hyväksyttävien mittausolosuhteiden raja-arvon 10 m/s.

Ilmanvaihto oli päällä mittausten aikana. Paine-ero (-5...-6 Pa) ulkoilman ja sisätilan välillä. Paine eroa mitattiin tutkimusten ajan.

2.3 RAKENNUKSEN ILMANVAIHTO

Rakennuksen ilmanvaihto oli normaalisti päällä lämpökuvausten aikana.

3. LÄMPÖKUVAUSOHJEET JA MÄÄRÄYKSET

Yleistä:

Rakennusten sisäpinnat eivät koskaan ole tasalämpöisiä. Kuitenkaan kaikki havaitut pintalämpötilaerot tai ympäristöstään poikkeavat pintalämpötilat eivät merkitse sitä, että rakenteissa tai eristeissä olisi sillä kohdalla puutteita tai virheitä. Rakenteissa on myös niin sanottuja kylmäsiltoja, jotka aiheuttavat luonnostaan pintalämpötilojen laskua. Tyypillisesti tällaisia kohtia ovat ulkonurkat ja lattianrajat. Sisäpuolisessa lämpökuvauksessa rakennuksen nurkat, katon ja seinän sekä lattian liitokset, läpiviennit yms. ovat aina hieman ympäristöään kylmempiä.

Rakennusvirheet, kuten eristevirheet tai -puutteet aiheuttavat paikallista pintalämpötilojen laskua. Kastuneet rakenteet aiheuttavat pintalämpötilojen muutoksen saman tyyppiseen, kuivaan rakenteeseen verrattuna. Kastuneet rakenteet tulevat parhaiten esiin lämpötilamuutosten yhteydessä, koska märät rakenteet lämpiävät ja jäähtyvät hitaammin kuin kuivat. Samoin vakiotilanteessa kostea lämmöneriste johtaa paremmin lämpöä kuin kuiva. Ulkoseinärakenteiden ilmanpitävyys voi paikoittain vaihdella, jolloin rakenteiden vuotokohtien läpi tuleva kylmä ilma jäähdyttää rakenteita aiheuttaen vedontunnetta, joka johtuu kylmän ilman liikkeen aiheuttamasta vedosta tai kylmien pintojen aiheuttamasta säteilyvedosta.

Painesuhteista riippuen saattaa myös sisäilma kulkeutua rakenteisiin. Ulkopuolelta mitattuna eristevirheet ja kylmäsiltoja näkyvät ympäristöään lämpimämpinä. Rakennuksen ulkoseinien sekä lattian ja katon liitoskohtien pintalämpötiloihin vaikuttavat rakenteiden ja niiden kunnon lisäksi ilmanvaihtojärjestelmän ja lämmitysjärjestelmän toiminta sekä sääolosuhteet: ulkolämpötila, ulko- ja sisälämpötilan erotus, auringonpaiste, tuulisuus, lämpötilojen muutokset ja myös sisäiset kuormat, kuten valaistus ym.. Tämän vuoksi hyväksyttävien matalimpien pintalämpötilojen määrittäminen sekä tapauskohtaisesti että yleisesti ei ole yksiselitteistä.

Rakentamisen laatua ja rakenteiden toimintaa voidaan varmentaa käyttämällä erilaisia mittausten menetelmiä. Rakenteiden lämpötekniistä toimivuutta voidaan arvioida sekä valmiissa rakennuksessa että rakennustyön aikana lämpökameralla ja useilla muilla toisiaan tukevilla menetelmillä. Lämpökuvauksella voidaan määrittää nopeasti rakenteita rikkomatta lämpövuotokohdat sekä havaita, onko kyseessä eristyspuute, ilmavuoto, kylmäsilta tai joissakin tapauksissa myös kosteusvaurio.

Lämpökuvauksella voidaan määrittää nopeasti suurien pintojen pintalämpötilajakauma. Tyypillisesti lämpökuvauksen tarkoituksena on määrittää rakennuksen kunnon- tai laadunvalvonnassa ulkovaipan lämpötekniinen kunto, lämmöneristyskerroksen toimivuus ja rakenteellinen tiiviys (ilmanpitävyys). Lämpökameran avulla voidaan samalla selvittää muita rakennuksen ja rakenteiden toimivuuteen sekä olosuhteisiin ja asumisviihtyvyyteen liittyviä tekijöitä, kuten ilman virtausreittejä, rakenteiden fysikaalista toimintaa, tietyin edellytyksin kosteusvaurioita ja LVIS-laitteiden toimintaa.

Käsitteitä:

Lämpökamera:

Lämpökamera on, lämpösäteilyn vastaanotin. Se mittaa kuvauskohteen pinnasta lähtevän lämpösäteilyn, infrapunasäteilyn, voimakkuutta. Lämpökamera muuttaa kohteen lämpösäteilyvoimakkuuden lämpötilatiedoksi, josta lämpökuva muodostetaan digitaalisesti.

Emissiivisyys:

Pinnan kyky lähettää lämpösäteilyä. Emissiivisyysluku, emissiviteetti, kertoo kuinka suuri osa kappaleen lähettämästä energiasta on pinnasta lähtevää omaa energiaa. Lämpökuvauksessa käytetty materiaalien emissiivisyysluku vaihtelee arvon 0 -1 välissä ja se ilmoitetaan desimaalilukuna. Käytetty emissiivisyys on esitettävä mittausraportissa.

Oleskeluvyöhyke:

Huonetilan osa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan, yläpinta on 1,8 metrin korkeudella lattiasta ja sivupinnat ovat 0,6 metrin etäisyydellä seinistä tai vastaavista kiinteistä rakennusosista.

Huoneilman lämpötila:

Ilman lämpötila, mitattuna mistä tahansa oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 m:n korkeudelta. Huoneilman lämpötila mitataan standardin SFS 5511 kohdan 4 mukaisesti.

Pintojen keskimääräiset pintalämpötilat:

Seinien ja lattioiden keskimääräiset pintalämpötilat mitataan standardin SFS 5511 mukaan.

Pistemäinen lämpötila:

Pistemäinen pintalämpötila on muualla kuin oleskeluvyöhykkeellä mitattu paikallinen pintalämpötila.

Lämpötilaindeksi:

Lämpötilaindeksillä voidaan arvioida rakennuksen vaipan lämpötekniistä toimivuutta. Vaipan pintalämpötiloja voidaan arvioida ja verrata toisiinsa lämpötilaindeksiä käyttämällä silloin, kun lämpötilojen mittauksia ei voida tehdä vakio-olosuhteissa ($-5\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$:n ulkolämpötilassa ja $+21\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ sisälämpötilassa). Lämpötilaindeksiä käytettäessä on rakennuksen alipaineisuus otettava huomioon, kun keskimääräinen alipaineisuus ylittää -5 Pa.

Lämpötilaindeksi annetaan prosentin tarkkuudella ja se määritellään seuraavasti:

$$TI = (T_{sp} - T_o) / (T_i - T_o) \times 100 \text{ [%]} \quad (1)$$

TI = lämpötilaindeksi, %

T_{sp} = sisäpinnan lämpötila, °C
(mitattu esim. lämpökameralla)

T_i = sisäilman lämpötila, °C

T_o = ulkoilman lämpötila, °C

Normaali käyttötilanne:

Normaalilla käyttötilanteella tarkoitetaan olosuhteita, joissa mitattava tila tavallisesti sitä käytettäessä on.

Mittauksen erikoistilanteet:

Lämpökuvaus voidaan erityistilanteessa (uimahallit, teollisuusrakennukset ym. poikkeukselliset rakennukset) tehdä kaksivaiheisena, jossa ensimmäinen kuvaus suoritetaan

ilmanvaihtojärjestelmän ollessa normaalissa käyttötilanteessa tai kytkettynä pois päältä sekä toinen kuvaus alipaineessa, jonka tulee olla normaalin käyttötilanteen painesuhteita vähintään 20 Pa suurempi, mutta kuitenkin enimmillään 50 Pa. Tämän mittauksen tarkoituksena on erottaa ns. kylmäsilat ilmavuotokohdista sekä paikantaa ilmavuotokohdat. Pintalämpötilat määritetään kuitenkin aina normaalin käyttötilanteen perusteella.

Lämpökuvauksessa raportoitavat poikkeamat

Lämpökuvauksessa havaitut selkeät poikkeamat, jotka vaikuttavat oleellisesti lämpöviihtyvyyteen, rakennuksen tai rakenteiden toimivuuteen, pitkäaikaiskestävyyteen tai rakenteiden vaurioitumiseen on aina raportoitava ja esitettävä niiden korjaamista tai lisätutkimuksia. Tällaisia ovat mm:

- eristeiden puuttuminen, eristevirheet, ilmansulun vuodot, suuret
- pintalämpötilojen poikkeamat
- ilmavuodot sisätiloista rakenteisiin
- ilmavuodot sisätiloihin, joista epäillään tulevan epäpuhtauksia sisäilmaan (radon ja mikrobit)
- laajat kylmät sisäpinnat, jotka voivat aiheuttaa vetoa
- kosteusvaurioepäilyt
- muut talotekniikan viat ja puutteet

Rakennuksissa ilmenee yleensä myös muita paikallisia poikkeamia, jotka analysoidaan tapauskohtaisesti. Tällaisia ovat mm. ilmavuodot, jotka jäädyttävät rakenteita ja aiheuttavat vetoa.

Tulosten tulkinnan helpottamiseksi niistä lasketaan lämpötilaindeksi silloin, kun kyseessä on normaali sisäpuolelta tehty lämpökuvaus. Poikkeamista (lämpötilaindeksi alle 70 %) tehdään johtopäätöksiä korjausluokitusarvio, mikäli siitä on tilaajaosapuolen kanssa toimeksiannon yhteydessä sovittu.

Korjausluokan arvioinnissa on pyrittävä ottamaan huomioon tilan käyttötarkoitus, sekä poikkeaman laajuus ja sen sijainti tilassa. Korjausluokitukseen vaikuttavat oleellisesti tilan käyttötarkoitus ja rakennuksen rakentamiseen tai käyttöön liittyvät sopimusperusteiset kriteerit, kuten esim. sisäilmaluokituksen mukaiset vaatimukset.

Määräysten ja ohjeiden soveltaminen sekä niiden tulkinta

Viranomaismääräykset ja ohjeet (Suomen rakentamismääräyskokoelma) eivät anna selkeitä raja-arvoja tai lukuarvoja sallittujen pintalämpötilojen suhteen. Niissä annetaan ainoastaan toiminnallisia ohjeita, määräyksiä tai suunnitteluarvoja, kuten että rakenteiden tulee toimia kosteus- ja lämpöteknisesti siinä käyttötarkoituksessa, johon ne on suunniteltu (toiminnallinen ohje).

Tulosten tulkintaan ja korjausluokituksen minimitason määrittämiseen käytetään terveydellisiä ohjeita. Terveydelliset ohjeet antavat rakennukselle ns. vähimmäistason. Vähimmäistaso koskee kaikkia asuinhuoneita riippumatta rakennuksen iästä. Varsinainen terveyshaitta koskee ainoastaan oleskeluvyöhykettä. Oleskeluvyöhykkeen ulkopuolella jäljempänä esitettyä lämpötilaindeksiä sovelletaan toimivuuden arviointiin.

Keskimääräisen pintalämpötilan määrittäminen

Lattian ja seinän keskimääräisen pintalämpötilan määrittäminen tehdään lämpökameran aluemittausvälineen keskiarvotoiminnalla kuvan 1 mukaisesti. Lämpötila ilmoitetaan 0,1 °C:n tarkkuudella. Kun pintalämpötilaa raportoidaan, tulee ulko- ja sisälämpötilat pyöristää 0,5 °C:n tarkkuudella. Lämpökameralla mitatut pintalämpötilatiedot kirjautuvat automaattisesti 0,1 °C:n tarkkuudella. Rajalämpötilat tulee pyöristää 0,5 :n tai 1 °C:n tarkkuuteen.

Pistemäisen lämpötilan määrittäminen

Pintojen pistemäinen lämpötila mitataan lämpökameralla 2–4 metrin etäisyydeltä kohteesta. Mittausvälineenä käytetään lämpökameran aluemittausvälineen minimimäärittäystä. Mittauksen voi tehdä myös halkaisijaltaan alle 15 mm kalibroidulla kosketuslämpötilamittarilla. Lämpötila ilmoitetaan 0,1 °C:n tarkkuudella.

Lämpötilojen tulee täyttää Asumisterveysasetuksen liitteessä 1 olevan taulukon 2 mukaiset toimenpiderajat. Toimenpiderajoja sovelletaan asunnossa vain asuinhuoneiden lämpötilojen terveellisuuden arviointiin. Lämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksen 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Lämpökuvien tulkinta

Lämpökuvaaja tulkitsee ottamiaan lämpökuvia ja tekee johtopäätökset ja antaa suositukset jatkotoimenpiteiksi lähtötietojen, lämpökuvien ja rakentamisen tietämyksensä perusteella. Asuinrakennusten ja myös muiden rakennustyyppien lämpökuvaustulosten

tulkintaesimerkkejä on koottu Lämpökuvaus rakentamisessa -kirjaan. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen lämpökuvausella mitattuja lämpötiloja verrataan asumisterveysasetuksen (sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015) soveltamisohjeeseen. Taulukossa 2. on esitetty soveltamisohjeen lämpötilojen toimenpiderajat.

Taulukko 2. Asumisterveysasetuksen tulkintaohjeen liitteen 1 ja taulukon 1 mukaiset toimenpiderajat. Lähde; Valvira Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa 1 8/2016.

Taulukko 1. Lämpötilojen toimenpiderajat		
	Lämpötilojen toimenpiderajat	Lämpötilaindeksi TI
<i>Asunnossa</i>		
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 18 °C – + 26 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella	+ 18 °C – + 32 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+ 16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+ 18 °C	87
Alin pistemäinen pintalämpötila	+ 11 °C	61
<i>Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa</i>		
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 20 °C – + 26 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella lasten päivähoitopaikat, oppilaitokset ja muut vastaavat tilat	+ 20 °C – + 32 °C	
Huoneilman lämpötila lämmityskauden ulkopuolella, palvelutalot, vanhainkodit ja muut vastaavat tilat	+ 20 °C – + 30 °C	
Seinäpinnan alin keskiarvolämpötila	+ 16 °C	81
Lattiapinnan alin keskiarvolämpötila	+ 19 °C	92
Alin pistemäinen pintalämpötila	+ 11 °C	61

Pintalämpötilavaatimukset koskevat sekä oleskeluvyöhykkeellä että sen ulkopuolella olevia oleskelutilojen pintoja. Sisäpuolelta otettujen lämpökuvien tulkinnan helpottamiseksi lasketaan lämpötilaindeksi alueen minimilämpötilasta sekä tarvittaessa referenssipisteestä, taulukko 3. Lämpötilaindeksiä käytetään silloin, kun kuvaus on tehty normaalissa käyttöolosuhteessa eli vallitseva paine-ero on -0...-5 Pa. Jos mittauskohteessa alipaine on välillä -6...-15 Pa, tehdään lämpötilaindeksiin paine-erokorjaus taulukon 4. mukaisesti. Jos mittauskohteessa vallitseva paine-ero on suurempi kuin -16 Pa, ei lämpötilaindeksiä ilmoiteta.

Taulukko 3. Lämpötilaindeksin käyttö.

Vallitseva paine-ero	Lämpötilaindeksin käyttö	Soveltuvuus	Raja-arvot
Ylipaine		Ei havaita ilmapuotoja	Ei raja-arvoja
0 Pa · -5 Pa	Lasketaan lämpötilaindeksi	Laadunvalvonta	Asumisterveysasetus
-6 Pa · · -15 Pa	Lasketaan paine-ero korjattu lämpötilaindeksi	Laadunvalvonta	Asumisterveysasetus/ Valviran ohje
-16 Pa · · · -90 Pa	Ei ilmoiteta lämpötilaindeksiä	Ilmapuotojen paikannus	Ei raja-arvoja

Taulukko 4. Rakennuksessa mitatun alipaineen vaikutus mitattuun pistemäiseen lämpötilaindeksiin. Lähde: Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa I.

Mitattu alipaine rakennuksessa (Pa)	Korjaus mitattuun pistemäiseen lämpötilaindeksiin
0-5	
6	+ 0,5
7	+ 1,0
8	+ 1,5
9	+ 2,0
10	+ 2,5
11	+ 3,0
12	+ 3,5
13	+ 4,0
14	+ 4,5
15	+ 5,0

Asumisterveysasetuksen mukaisesti asuintiloissa pistemäisen pintalämpötilan toimenpideraja on +11 °C, vastaten lämpötilaindeksiä 61 %. Tämä vastaa kastepistelämpötilaa, kun sisäilma on +21 °C ja suhteellinen kosteus 50 %.) Asetuksen pintalämpötila-arvoja voidaan käyttää sellaisenaan, kun sisäilman lämpötila on normaali 21 °C ja ulkoilman lämpötila on -5 °C ja tuulen nopeus on 5-10 m/s, ei kuitenkaan poikkeuksellisen kylmissä tai tuulissa olosuhteissa. Poikkeaman riskialttiutta kuvataan Asumisterveysasetuksessa lämpötilaindeksillä, joka lasketaan sisälämpötilan ja ulkolämpötilan sekä pinnan lämpötilan mitatuista arvoista (kaava 1). Lämpötilaindeksiä voidaan käyttää rakennusmääräyskokoelman määräysten tukena. Muut kuin asuin- ja työtilat on käsiteltävä eri lähtökohdista. Tulosten tulkinta ja korjaustarve

määrittävät ensi sijassa tilan käyttötarkoituksesta ja rakennuksen toiminnan vaatimista olosuhteista.

Asumisterveysasetuksen pintalämpötilojen ohjearvot on asetettu mahdollisten terveyshaittojen kannalta. Asumisterveysasetus ei sinänsä ota kantaa rakennusvirheisiin. Yleisesti hyväksytyt rakenteelliset ratkaisut (esim. nurkkaikkunat, yksinkertainen parvekeovi, ovien ja ikkunoiden tiivisteet jne.) voivat johtaa siihen että välttävä taso ei täyty. Mikäli valitun ja hyväksytyn rakenneratkaisun pintalämpötilat todennäköisimmin tulevat alittamaan kriteerit, voidaan näillä kohdin kriteeriä tarvittaessa väljentää, mikäli lämpöviihtyvyyden aleneminen voidaan korvata muulla tavoin eikä siitä aiheudu haittaa käyttäjille tai rakennukselle. Pääsääntöisesti käytetty toimenpideraja (TI = 61 %) tulisi kuitenkin saavuttaa. Tarkemmin poikkeamat voidaan analysoida pintalämpötilaindeksiä sekä laskennallisia menetelmiä käyttäen. Ikkunapintojen pintalämpötilojen määrittäminen lämpökameralla sisältää heijastuksista johtuvan virhemahdollisuuden. Mikäli ikkunan pintalämpötila halutaan tarkemmin määrittää, on käytettävä vertailumittausta esim. ikkunaan kiinnitettävää teippiä käyttäen.

Jos kuvausolosuhteet eivät ole vakiot, on ulkolämpötilan, sisälämpötilan ja vaipan yli olevan paine-eron muutoksen tai poikkeaman merkitys tuloksiin arvioita erikseen. Lämpötilaindeksin suuruus antaa asiakkaalle peruskäsityksen lämpötilatasosta. Asumisterveysasetuksessa annetut seinän ja lattian pinnan keskimääräiset pintalämpötilavaatimukset määritetään standardin SFS 5511 mukaisesti. Jos sisäilman kosteus on poikkeuksellisen korkea ja pintalämpötilat laskevat vallitsevissa olosuhteissa kastepisteeseen tai sen alapuolelle, on käytettävä kriteeriä $T_p = RH$ 80 %:a vastaava pintalämpötila.

Johtopäätöksiä ja korjausluokituksia määritettäessä täytyy ottaa huomioon kuinka laaja pintalämpötilan poikkeama on ja aiheutuuko siitä mahdollisesti joitain muita ilmiöitä, joita lämpökameralla ei suoraan nähdä, esim. liian voimakas veto. Jos pintalämpötila on sinänsä riittävän korkea, mutta ilmavirtaus on suuri ja/tai vika on koko seinän ja lattian liitoksen matkalla, on luonnollista, että poikkeama on syytä luokitella tiukemman kriteerin kautta ja käyttää apuna muita mittauksia, kuten vetomittausta, savukokeita tai tiiviysmittausta.

Kosteus- ja homevaurioiden paikantaminen sekä talotekniikan vikojen paikantaminen lämpökuvauksella jää aina kuvaajan asiantuntemuksen ja kokemuksen varaan ja tulkinta on

tapauskohtainen. Kokemuksen myötä opitaan katsomaan eri ilmiöitä ja asioita ja tekemään niistä johtopäätöksiä.

Mittausten virhearviointi

Lämpökamerakuvaus onnistumisen tärkein edellytys on kokenut kuvaaja. Hän voi arvioida kokonaisuutena kuvattavan kohteen toimivuuden ja määritellä ne raja-arvot, jotka kyseinen rakennus ja sen ympäristö asettavat. Kaikkia asioita ja yksityiskohtia ei voida määrätä normeilla, vaan lopullinen vastuu kuvauksen onnistumisesta jää kuvaajalle. Jotta lopputulos on varmasti oikea, se edellyttää sekä kuvaajalta että kuvan tulkitsijalta vankkaa kokemusta rakennusfysiikasta ja kameran käytöstä ja sen sovellutusohjelmien tuntemisesta.

Lämpökamerakuvaus vaatii aina tuekseen lämpötila-, paine-ero- ja kosteusmittauksia. Erityisesti rakennuksen ulkopuolelta suoritettava kuvaus asettaa kuvaajalle ja kuvien tulkitsijalle suuren haasteen, eikä lämpökuvaus tällöin yksinään riitä, vaan usein tarvitaan esim. lämmönsiirtolaskelmia.

Viranomaismääräykset ja -ohjeet eivät edellytä lämpökuvaajalta osoitettua pätevyyttä. Yleisenä ammattitaitovaatimuksena voidaan pitää, että rakennusten lämpökuvaajalla on sekä lämpökuvauksen että rakennustekniikan asiantuntemus.

Mittausten virherajat

Lämpökamerakuvaus itsessään on tarkka ja luotettava mittausmenetelmä joten itse mittauksen virhemahdollisuus on hyvin pieni. Käytetyn mittauskaluston pintalämpötilojen erotteluherkkyys on noin 0,1 °C ja mittausepäätarkkuus kaikissa tilanteissa on 2 °C. Käytännön sisäkuvauksissa mittauksen tarkkuus on 1 °C. Kyseisessä lämpökuvauksessa mittausvirhettä voi tulla myös sisäilman lämpötilan ja ulkoilman lämpötilan mittauksessa. Käytännön niissäkin mittauksen tarkkuus on ± 1 °C.

Mittausvirheistä aiheutuva hajonta lämpötilaindeksissä on keskimäärin ± 3 yksikköä. Jos kaikissa mittauksissa (ulkolämpötila, sisälämpötila, pinnan lämpötila) tehdään yhden asteen mittausvirhe aina pahimpaan suuntaan aiheuttaa se lämpötilaindeksiin hajontaa keskimäärin ± 6 yksikköä. Tämä mittausvirheiden aiheuttama hajonta tulee ottaa huomioon johtopäätöksissä. (Paloniitty 2015)

4. LÄMPÖKUVAUKSEN TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Lämpökuvauksia tehtiin koulun sisätiloissa. Ulkoseinän nurkissa/alaosissa ja yläpohjissa havaittiin toimenpiteitä vaativia ilmavuotoja. Lämpötilaindeksin TI 61 alittavat ulkoseinän tai yläpohjan ilmavuodot tulisi korjata.

Seinäjoella 11.2.2019 Esa Kemppainen RKM.

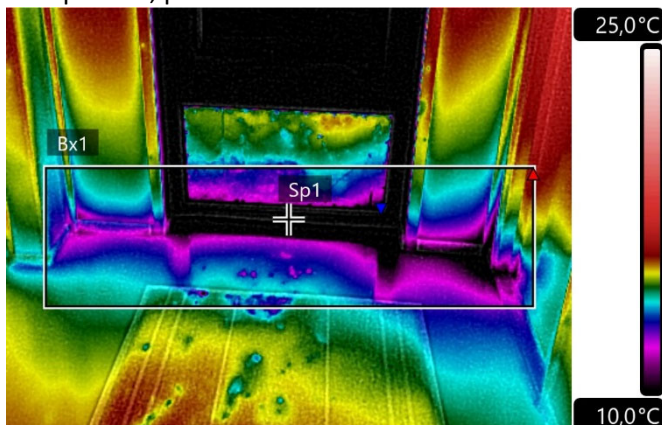
Esa Kemppainen,

Rakennusten lämpökuvaaja VTT-C-20674-25-15

Liitteet Lämpökamerakuvat 10.1.2019 + Lämpökuvien paikannuspiirustus.

Kohde / huone:	Tuulikaappi 117
----------------	-----------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:26:12



Valokuva



KUVA 1

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	11,9 °C
Mittausalueen minimilämpötila	-1,2 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	23,5
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	23,5

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	2,7 m
Suhteellinen kosteus	20 %

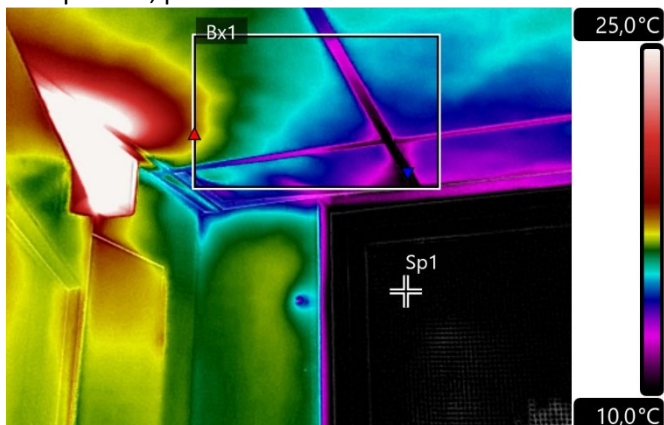
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0669.jpg

Kommentit: Metallirakenteisen oven kylmä sisäpinta. Oven oikealla puolella ilmavuoto ulkoseinän ja lattian rajapinnasta. Ulkoseinän korjausluokka 1, Korjaus on suositeltavaa. Oven korjausluokka 2. Ulkoseinän mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Tuulikaappi 100
----------------	-----------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:30:05



Valokuva



KUVA 2

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	14,8 °C
Mittausalueen minimilämpötila	7,9 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	54,8
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	54,8

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	2,2 m
Suhteellinen kosteus	20 %

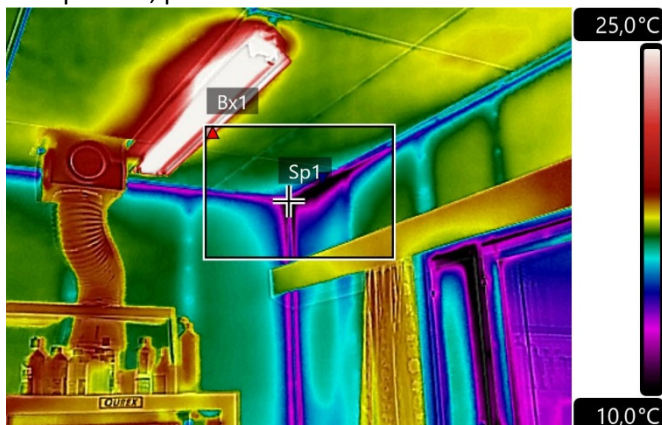
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0670.jpg

Kommentit: Ikkunan ja karmin välistä pieni ilmavuoto alakaton yläpuolelle. ikkunan lämpöteknisissä ominaisuuksissa on puutteita. Ulkoseinän/karmin korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Oven korjausluokka 2.

Kohde / huone:	101 Puu-metalliluokka
----------------	-----------------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:31:24



Valokuva



KUVA 3

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	15,9 °C
Mittausalueen minimilämpötila	5,3 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	45,7
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	45,7

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	4,2 m
Suhteellinen kosteus	20 %

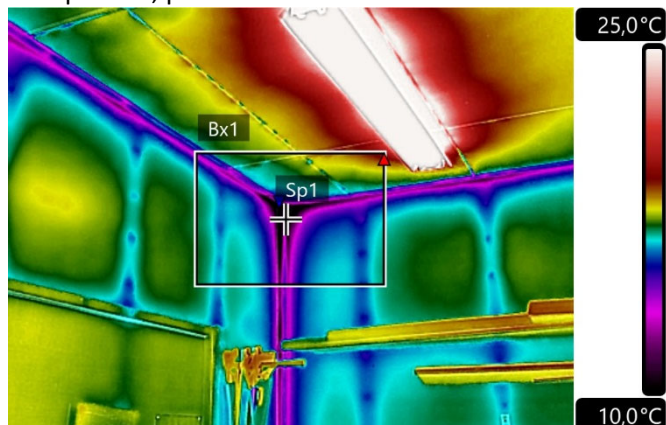
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0671.jpg

Kommentit: Ulkoseinän ja yläpohjan rajapinnassa pieni ilmavuoto. ikkunan tuuletusluukussa ja lämpöteknisissä ominaisuuksissa on puutteita. Ulkoseinän Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Ikkunan korjausluokka 2. Ulkoseinän mittausulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	101 Puu-metalliluokka
----------------	-----------------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:31:49



Valokuva



KUVA 4

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	16,0 °C
Mittausalueen minimilämpötila	4,0 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	41,5
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	41,5

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	3,7 m
Suhteellinen kosteus	20 %

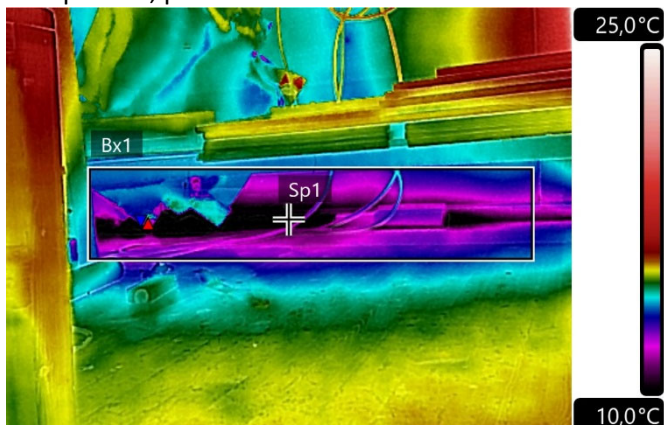
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0672.jpg

Kommentit: Pieni ilmavuoto ulkoseinän nurkassa. Ilmavuoto jäädyttää nurkan pystyrungon välit. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	101 Puu-metalliluokka
----------------	-----------------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:33:58



Valokuva



KUVA 5

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	12,1 °C
Mittausalueen minimilämpötila	3,1 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	38,2
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	38,2

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	2,1 m
Suhteellinen kosteus	20 %

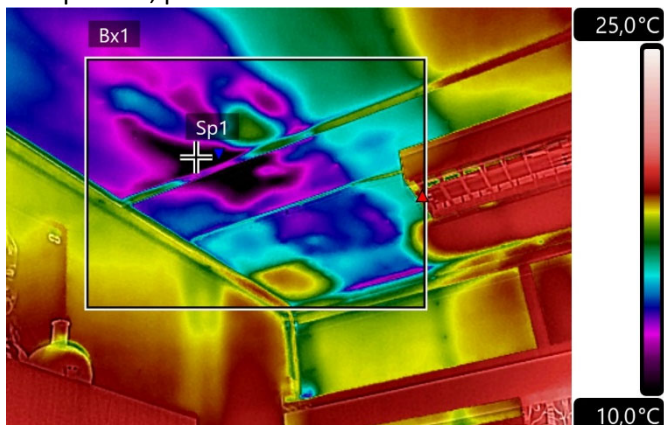
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0673.jpg

Kommentit: Ilmavuoto ulkoseinän ja lattian rajapinnalta. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	128 Opettajien taukotila
----------------	--------------------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:38:28



Valokuva



KUVA 6

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	14,9 °C
Mittausalueen minimilämpötila	5,4 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	46,3
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	46,3

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	2,4 m
Suhteellinen kosteus	20 %

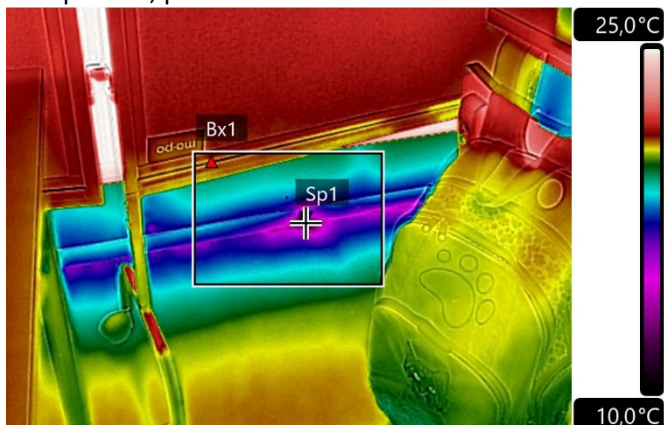
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0674.jpg

Kommentit: Yläpohjaa jäähdyttävä ilmavuoto. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Luokka 138
----------------	------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:42:38



Valokuva



KUVA 7

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	18,3 °C
Mittausalueen minimilämpötila	9,5 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	60,5
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	60,5

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	1,7 m
Suhteellinen kosteus	20 %

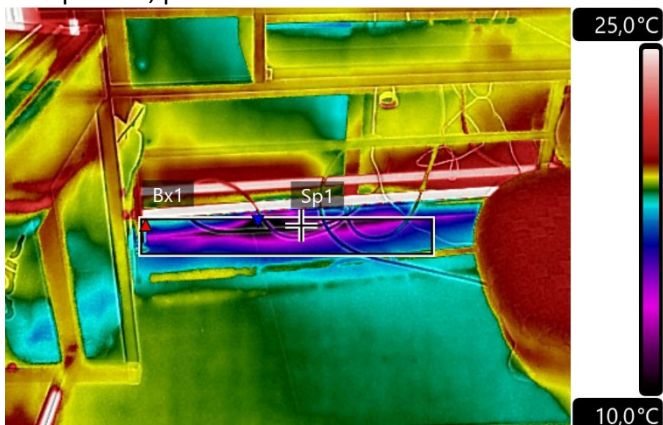
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0675.jpg

Kommentit: Pieni ilmavuoto ulkoseinän ja alapohjan rajapinnassa. Korjausluokka 2.

Kohde / huone:	Luokka 139
----------------	------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:46:17



Valokuva



KUVA 8

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	15,1 °C
Mittausalueen minimilämpötila	3,3 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	39,1
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	39,1

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	1,9 m
Suhteellinen kosteus	20 %

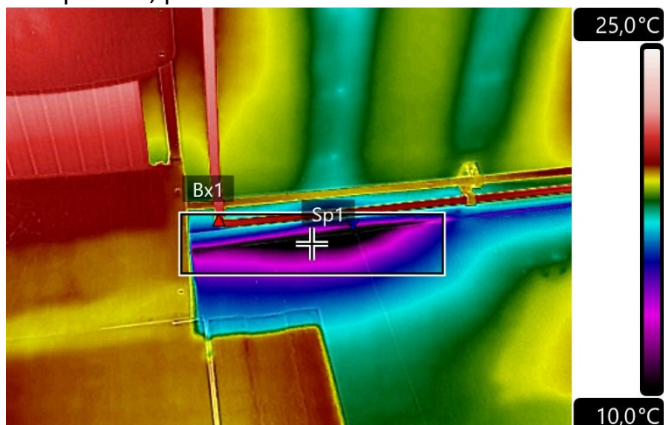
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0676.jpg

Kommentit: Ilmavuoto ulkoseinän ja alapohjan rajapinnassa. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Luokka 139
----------------	------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:47:05



Valokuva



KUVA 9

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	14,3 °C
Mittausalueen minimilämpötila	2,4 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	35,8
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	35,8

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	1,5 m
Suhteellinen kosteus	20 %

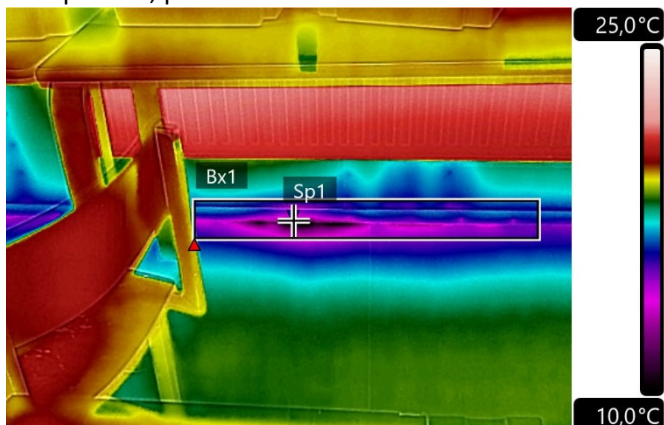
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0677.jpg

Kommentit: Ilmavuoto ulkoseinän ja alapohjan rajapinnassa. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Luokka 139
----------------	------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:47:43



Valokuva



KUVA 10

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	15,2 °C
Mittausalueen minimilämpötila	8,5 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	56,7
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	56,7

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	2,2 m
Suhteellinen kosteus	20 %

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0678.jpg

Kommentit: Ilmavuoto ulkoseinän ja alapohjan rajapinnassa. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Luokka 139
----------------	------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:48:22



Valokuva



KUVA 11

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	14,8 °C
Mittausalueen minimilämpötila	6,1 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	48,8
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	48,8

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	1,6 m
Suhteellinen kosteus	20 %

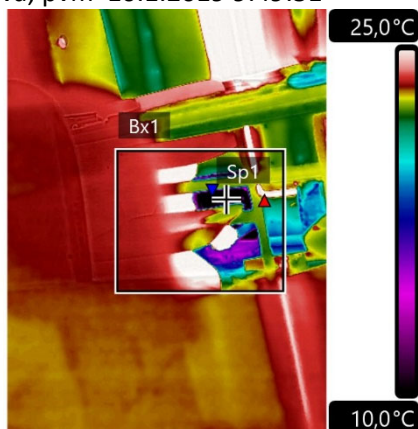
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0679.jpg

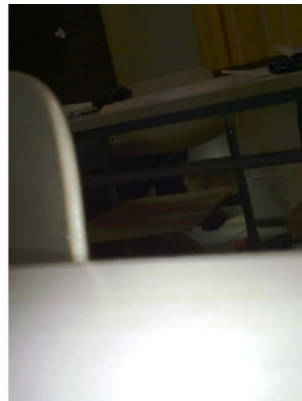
Kommentit: Ilmavuoto ulkoseinänurkan ja alapohjan rajapinnassa. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Luokka 136
----------------	------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:49:51



Valokuva



KUVA 12

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	22,5 °C
Mittausalueen minimilämpötila	-0,4 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	26,3
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	26,3

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	0,2 m
Suhteellinen kosteus	20 %

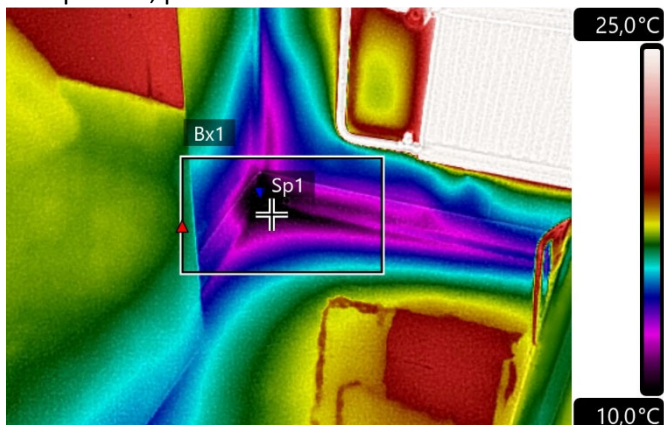
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0680.jpg

Kommentit: Ilmavuoto ulkoseinän ja alapohjan rajapinnassa. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	118 Pukuhuone
----------------	---------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 9:58:57



Valokuva



KUVA 13

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	13,3 °C
Mittausalueen minimilämpötila	8,1 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	55,4
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	55,4

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	2,0 m
Suhteellinen kosteus	20 %

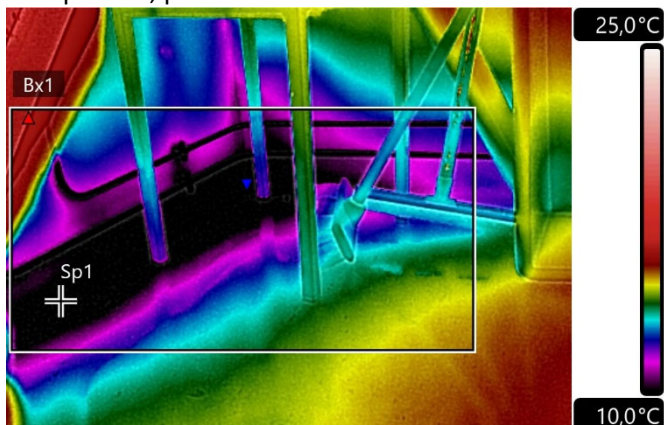
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0681.jpg

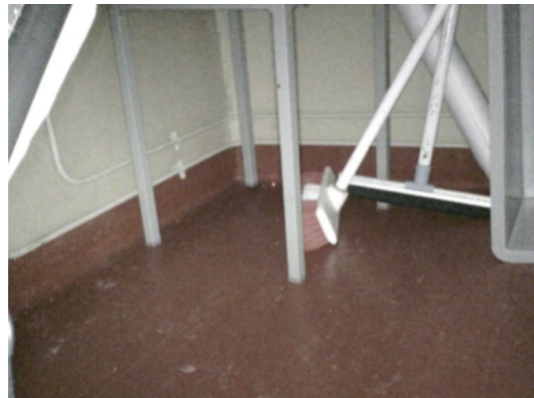
Kommentit: Ilmavuoto ulkoseinänurkan ja alapohjan rajapinnassa. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	118 Pukuhuone
----------------	---------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:01:04



Valokuva



KUVA 14

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	12,0 °C
Mittausalueen minimilämpötila	3,7 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	40,4
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	40,4

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	1,5 m
Suhteellinen kosteus	20 %

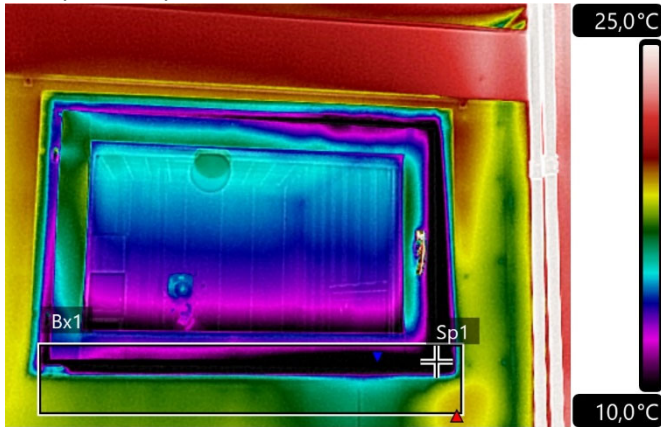
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0682.jpg

Kommentit: Ilmavuoto ulkoseinänurkan ja alapohjan rajapinnassa. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	118 Pukuhuone
----------------	---------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:01:48



Valokuva



KUVA 15

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	13,4 °C
Mittausalueen minimilämpötila	-2,7 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	18,4
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	18,4

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	4,7 m
Suhteellinen kosteus	20 %

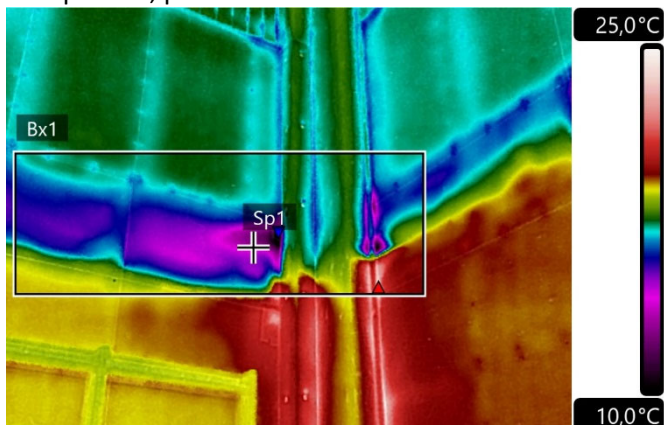
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0683.jpg

Kommentit: Ilmavuoto ikkunan puitteiden välistä. Korjausluokka 1. Ikkunan tiivisteet suositellaan uusittaviksi.

Kohde / huone:	Juhlasali
----------------	-----------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:05:23



Valokuva



KUVA 16

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	17,1 °C
Mittausalueen minimilämpötila	8,9 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	58,4
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	58,4

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	3,8 m
Suhteellinen kosteus	20 %

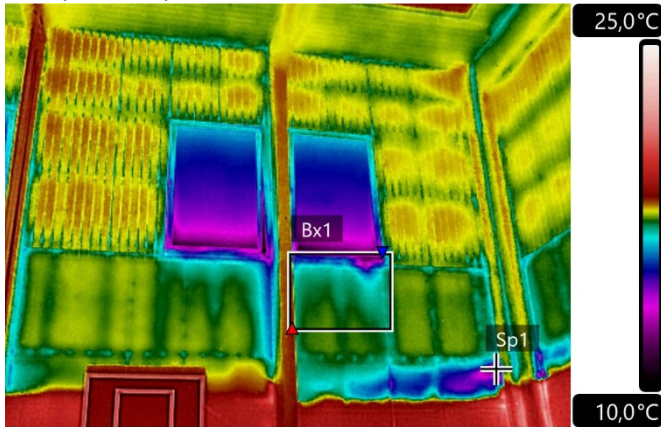
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0684.jpg

Kommentit: Ulkoseinää jäähdyttävä ilmavuoto vanhan tasakaton kohdalta yläpohjasta. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Juhlasali
----------------	-----------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:08:34



Valokuva



KUVA 17

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	16,9 °C
Mittausalueen minimilämpötila	10,7 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	64,6
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	64,6

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	8,4 m
Suhteellinen kosteus	20 %

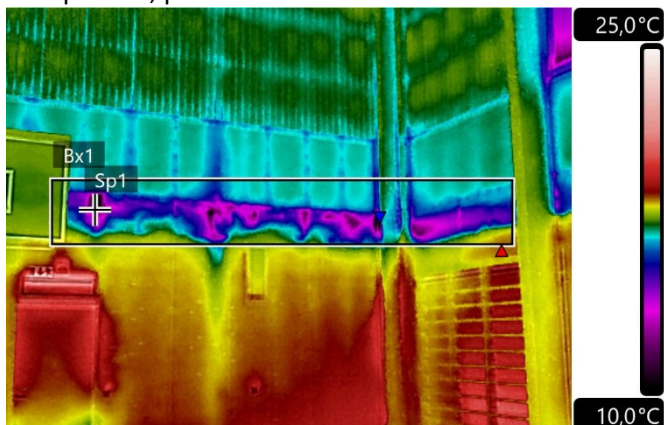
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0685.jpg

Kommentit: Ulkoseinää jäähdyttävä ilmavuoto vanhan tasakaton kohdalta yläpohjasta. Toinen ilmavuotokohta on ikkunakarmien ja ulkoseinän välistä. Korjausluokka 2.

Kohde / huone:	Juhlasali
----------------	-----------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:09:34



Valokuva



KUVA 18

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	16,2 °C
Mittausalueen minimilämpötila	7,1 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	52,1
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	52,1

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	10,2 m
Suhteellinen kosteus	20 %

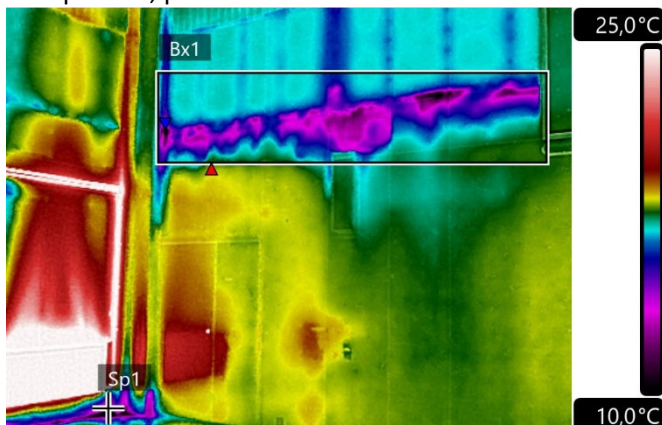
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0686.jpg

Kommentit: Ulkoseinää jäähdyttävä ilmavuoto vanhan tasakaton kohdalta yläpohjasta. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Juhlasali
----------------	-----------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:10:31



Valokuva



KUVA 19

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	16,3 °C
Mittausalueen minimilämpötila	6,3 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	49,2
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	49,2

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	7,5 m
Suhteellinen kosteus	20 %

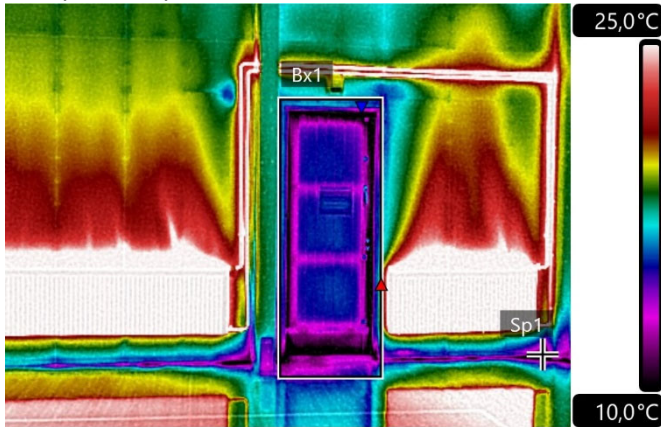
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0687.jpg

Kommentit: Ulkoseinää jäähdyttävä ilmavuoto vanhan tasakaton kohdalta yläpohjasta. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Juhlasalin poistumistieovi
----------------	----------------------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:11:30



Valokuva



KUVA 20

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	13,7 °C
Mittausalueen minimilämpötila	-2,4 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	19,2
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	19,2

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	6,6 m
Suhteellinen kosteus	20 %

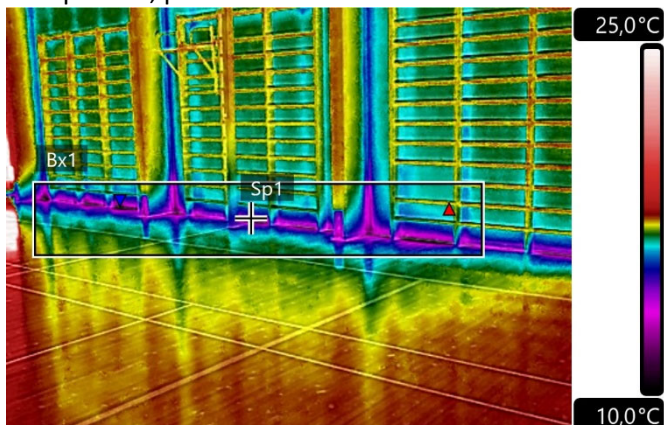
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0688.jpg

Kommentit: Metallisen ulko-oven lämpöteknisessä toimivuudessa on puutteita.

Kohde / huone:	Juhlasali.
----------------	------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:12:01



Valokuva



KUVA 21

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	16,1 °C
Mittausalueen minimilämpötila	7,9 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	54,8
Paine-ero	-5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	54,8

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	8,3 m
Suhteellinen kosteus	20 %

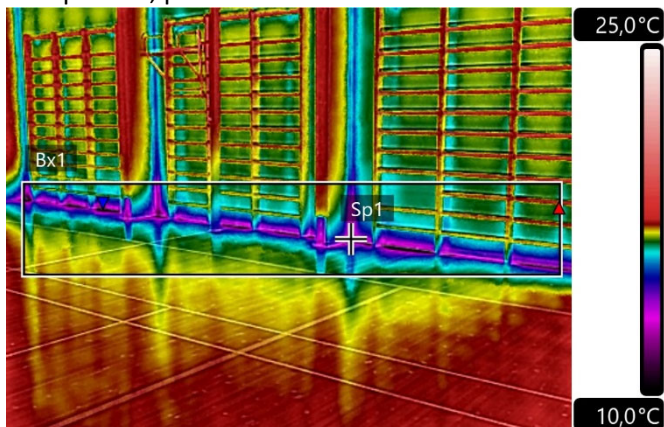
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0689.jpg

Kommentit: Ilmavuotoa ulkoseinän ja alapohjan rajapinnasta. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Juhlasali
----------------	-----------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:12:20



Valokuva



KUVA 22

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	16,2 °C
Mittausalueen minimilämpötila	7,5 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	53,4
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	53,4

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	8,2 m
Suhteellinen kosteus	20 %

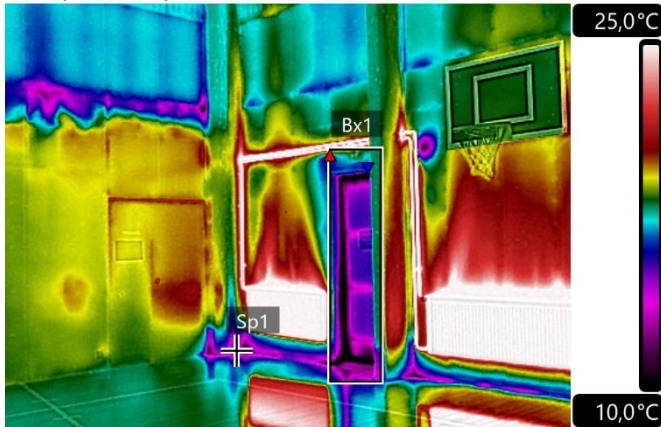
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0690.jpg

Kommentit: Ilmavuotoa ulkoseinän ja alapohjan rajapinnasta. Sama kuin kuva 21. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	Juhlasali
----------------	-----------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:13:02



Valokuva



KUVA 23

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	14,7 °C
Mittausalueen minimilämpötila	1,3 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	32,2
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	32,2

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	9,3 m
Suhteellinen kosteus	20 %

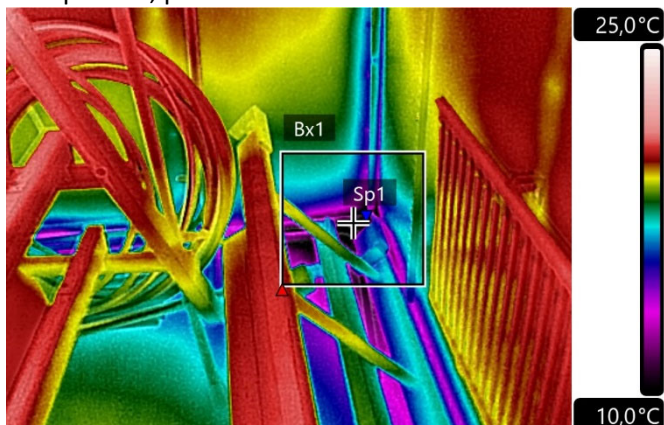
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0691.jpg

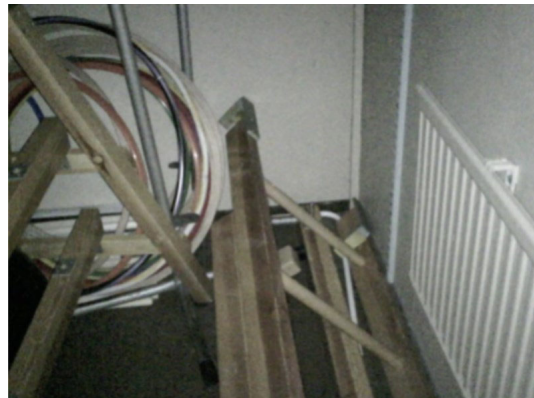
Kommentit: Ilmavuotoa ulkoseinän ja alapohjan rajapinnasta. Ks. kuvat 21 ja 22.

Kohde / huone:	122 Välinevarasto
----------------	-------------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:14:17



Valokuva



KUVA 24

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	16,2 °C
Mittausalueen minimilämpötila	2,9 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	37,6
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	37,6

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	2,3 m
Suhteellinen kosteus	20 %

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0692.jpg

Kommentit: Ilmavuotoa ulkoseinän ja alapohjan rajapinnasta. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	202 keittiö
----------------	-------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:18:40



Valokuva



KUVA 25

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	15,0 °C
Mittausalueen minimilämpötila	10,7 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	64,3
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	64,3

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	1,3 m
Suhteellinen kosteus	20 %

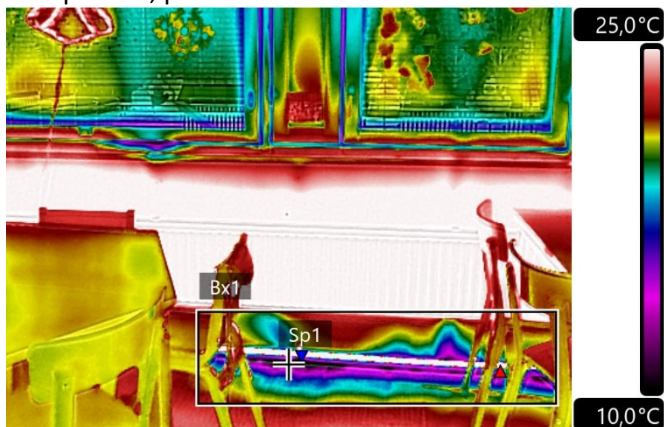
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0693.jpg

Kommentit: Ilmavuoto kalusteen takana. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	203 olohuone
----------------	--------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:20:33



Valokuva



KUVA 26

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	21,0 °C
Mittausalueen minimilämpötila	5,8 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	47,7
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	47,7

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	2,9 m
Suhteellinen kosteus	20 %

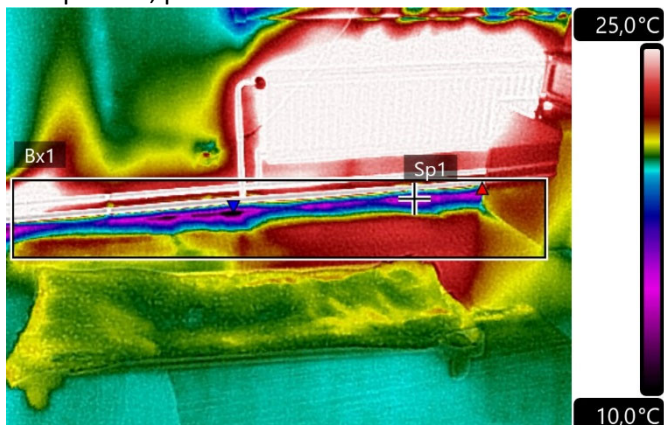
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0694.jpg

Kommentit: Ilmavuotoa ulkoseinän ja alapohjan rajapinnasta. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	204 makuuhuone
----------------	----------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:21:38



Valokuva



KUVA 27

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	23,2 °C
Mittausalueen minimilämpötila	6,8 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	51,2
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	51,2

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	3,4 m
Suhteellinen kosteus	20 %

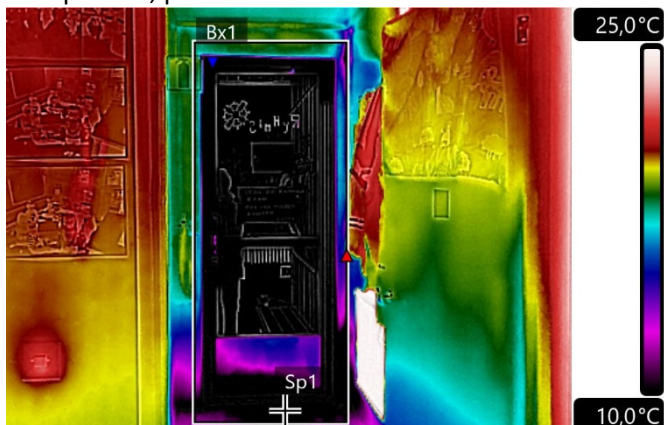
Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0695.jpg

Kommentit: Ilmavuotoa ulkoseinän ja alapohjan rajapinnasta. Korjausluokka 1, korjaus on suositeltavaa. Mittaustulos ei täytä Asumisterveysasetuksen pistemäisen lämpötilan lämpötilaindeksiä TI 61. Pintalämpötilat eivät saa aiheuttaa Asumisterveysasetuksessa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä.

Kohde / huone:	142 tuulikaappi
----------------	-----------------

Lämpökuva, pvm 10.1.2019 10:23:36



Valokuva



KUVA 28

Mittausarvot ja niiden lämpötilaindeksi

Mittausalueen keskiarvolämpötila	7,3 °C
Mittausalueen minimilämpötila	-4,0 °C
Lämpötilaindeksi alueen min. lämpötilasta	13,6
Paine-ero	- 5 Pa
Paine-erokorjattu lämpöindeksi	13,6

Ulkoilman olosuhteet

Pilvisyys	Pilvinen
Tuulen nopeus / suunta	6 m/s / etelätuuli
Ulkoilman lämpötila	-8,0 °C

Kameran mittausparametrit

Emissiivisyys	0,93
Heijastuva lämpötila	21,0 °C
Sisäilman lämpötila	21,0 °C
Etäisyys	4,8 m
Suhteellinen kosteus	20 %

Muuta tietoa kamerasta ja kuvasta

Kameramalli	FLIR E95 24__ + 42__
Kameran sarjanumero	78500634
Kuvanumero / nimi	FLIR0696.jpg

Kommentit: Metallisen ulko-oven muodostama kylmäsilta.

