

## KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS KETTUKALLION KOULU



---

## SISÄLLYSLUETTELO

1	Toimeksianto .....	3
2	Tulokset .....	3
2.1	Kuvaamataito.....	4
2.2	Englannin luokka.....	4
2.3	Äidinkielen luokka .....	6
2.4	Iltapäiväkerho .....	6
2.5	Ruotsin luokka.....	7
3	Yhteenveto.....	8
4	Toimenpidesuosituksset .....	9

---

## 1 TOIMEKSIANTO

Kihniön kunnan tekninen johtaja on pyytänyt sisäilmatutkimusta keskuskoululla (Kettukallion koulu). Sisäilmatutkimus suoritettiin sisäilmanäytteiden sekä pyyhintäpölynäytteiden avulla. Sisäilmatutkimuksen yhteydessä näytteenoton alaisia tiloja ja niiden sisäilmariskejä arvioitiin rakenteita rikkomattomin tarkaste-luin siinä laajuudessa kuin näytteenoton aikana ehdittiin.

## 2 TULOKSET

Sisäilmatutkimuksessa otettiin sisäilmanäyte yhteensä 5 luokkatilasta, jotka olivat:

- kuvaamataidon luokka (näyte 1)
- englannin luokka (näyte 2)
- äidinkieli (näyte 3)
- iltapäiväkerho (näyte 4)
- ruotsin luokka (näyte 5).

Näytteiden 1-3 ja 5 luokkatilat sijaitsevat koulun toisessa kerroksessa ja ovat vierekkäisiä luokkatiloja saman käytävän varrella. Iltapäiväkerhon tila sijaitsee erillisessä siivessä ja on maantasokerroksessa. Koulurakennus on kaksikerroksinen.

Äidinkielen luokka ei ollut kuntotutkimuksen yhteydessä enää normaalissa opetuskäytössä, koska siihen liittyen oli koettu sisäilmaongelmia.

Sisäilmatutkimuksen yhteydessä ulkona maa oli lumipeitteessä ja jäässä, eikä ulkoilman vertailunäytettä nähty aiheelliseksi ottaa. Ulkoilman lämpötila oli  $-2,3$  °C ja suhteellinen kosteus 76,2 % RH. Ulkoilman kosteussisältö oli  $3,1$  g/m<sup>3</sup>.

Sisäilmanäytteet otettiin 6-vaiheimpaktiokerääjällä (ns. Andersen-keräin) keskittyen mikrobien esiintymi- seen sisäilmassa. Pölynäytteistä arvioitiin yleisesti tilojen pölyn koostumusta. Pölynäytteitä otettiin yhteensä 3 kappaletta.

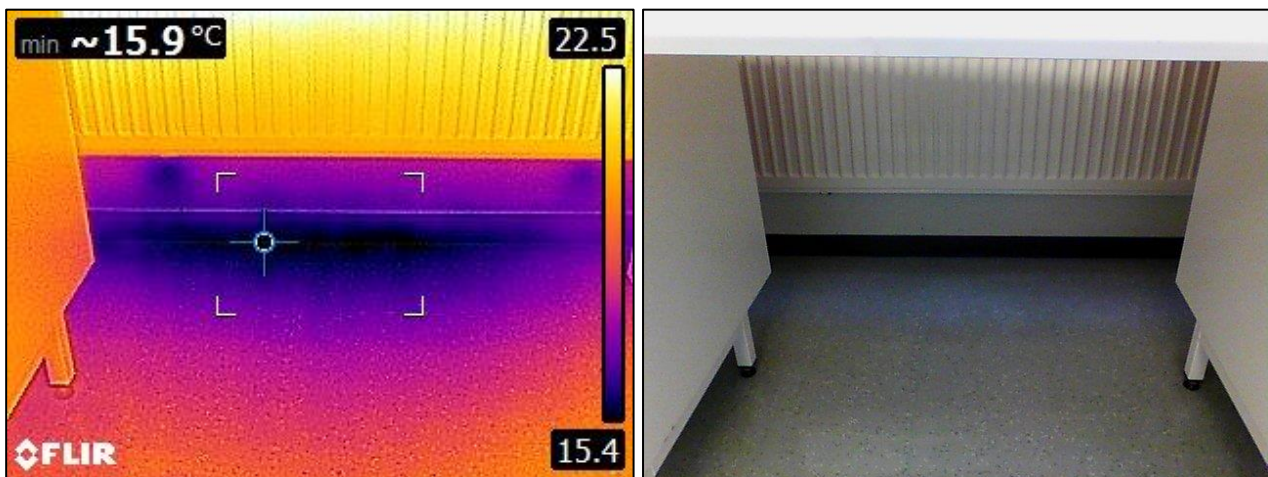
## 2.1 KUVAAMATAITO

Sisäilmanäyte 1 otettiin kuvaamataidon luokasta. Näytteen perusteella ei ole epäiltävissä, että näytteenoton alaista tilaa ympäröivissä rakenteissa esiintyisi mikrobikasvustoa. Näytettä koskeva analyysivastaus on toimitettu kokonaisuudessaan raportin liitteenä.

Sisäilman olosuhteet näytteenoton yhteydessä olivat: lämpötila +19,5 °C, suhteellinen kosteus 24,6 % RH ja kosteussisältö 4,1 g/m<sup>3</sup>. Tilassa on koneellinen ilmanvaihto.

Luokkatilan ovelta mitattiin käytävään nähden 0-0,5 Pa ylipaine, joten luokkatilan ja käytävän välillä ei ole käytännössä paine-eroa.

Lämpökameralla havaittiin kylmäsilta tai mahdollinen viite ilmavuodosta ulkoseinän ja välipohjan liitosalueella. Sisäpinnan pintalämpötilasta laskettu lämpötilaindeksi 83 on kuitenkin hyvällä tasolla.



**Kuva 2.1.** Lämpökamerakuva välipohjan ja ulkoseinän liitoksesta: lämpötilaindeksi on 83. Lämpötilaero muodostuneen rakenteellisesta kylmäsilta.

## 2.2 ENGLANNIN LUOKKA

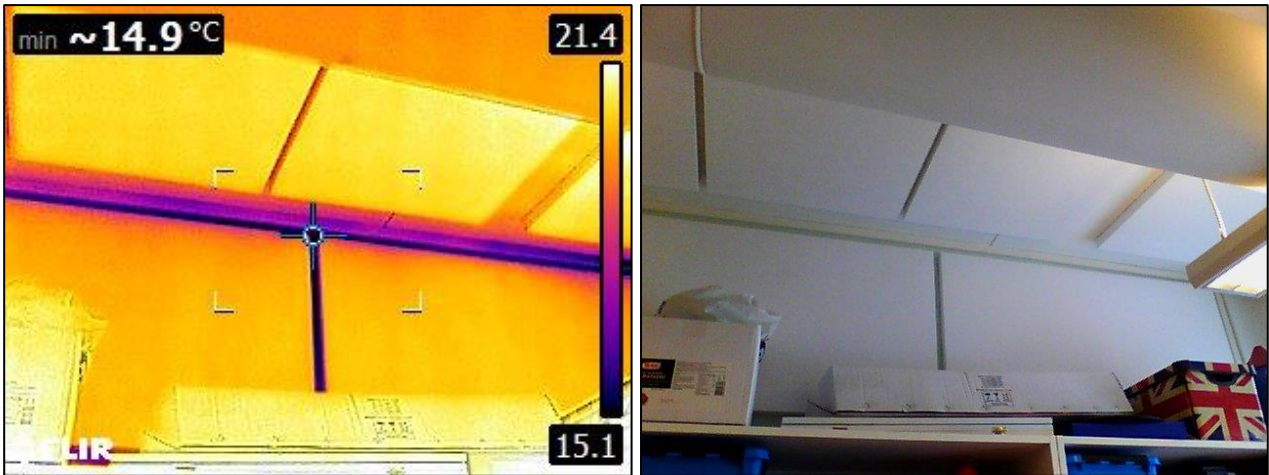
Sisäilmanäyte 2 otettiin englannin luokasta. Näytteen perusteella ei ole epäiltävissä, että näytteenoton alaista tilaa ympäröivissä rakenteissa esiintyisi mikrobikasvustoa. Näytettä koskeva analyysivastaus on toimitettu kokonaisuudessaan raportin liitteenä.

Sisäilman olosuhteet näytteenoton yhteydessä olivat: lämpötila +19,8 °C, suhteellinen kosteus 31,4 % RH ja kosteussisältö 5,4 g/m<sup>3</sup>. Tilassa on koneellinen ilmanvaihto.

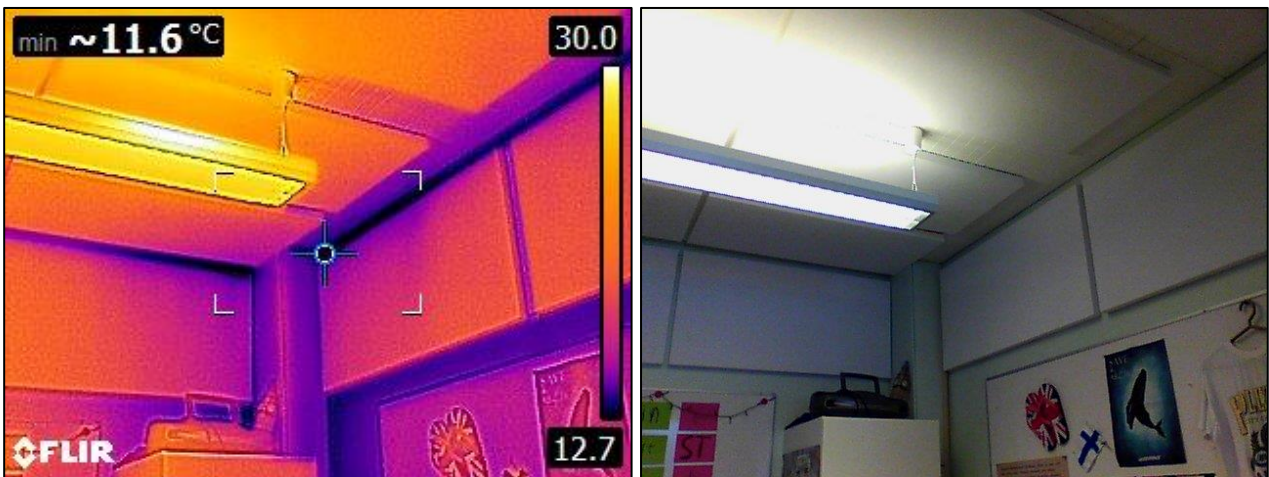
Luokkatilan ovelta mitattiin käytävään nähden 0,5 Pa ylipaine, joten luokkatilan ja käytävän välillä ei ole käytännössä paine-eroa. Käytävään liittyvien muiden ovien aukeaminen ja sulkeutuminen kuitenkin aiheuttivat mittaukseen vähäistä vaihtelua ja korkein yksittäinen mittaustulokseksi oli 1,5 Pa.

Huoneesta otettiin pyyhintäpölynäyte 1, jolla arvioitiin pidempiaikaista pölykertymää ja sen sisältöä. Näytteessä havaittiin vähäisiä määriä mineraalivillakuituja sekä kohtalaisesti rakennusmateriaalipölyä. Näytettä koskeva analyysivastaus on toimitettu kokonaisuudessaan raportin liitteenä.

Lämpökameralla ulkoseinän ja yläpohjan liitoksessa havaittiin kylmäsiltaa ja ilmavuotoa. Lämpötila ja siitä määritetty lämpötilaindeksi laskee lähelle asumisterveysasetuksessa määritetty toimenpiderajaa 61. Vaikka raja ei alitu suositellaan jatkotoimenpiteitä.



**Kuva 2.2.** Lämpökuva ulkoseinän ja yläpohjan liitosalueelta: lämpötilaindeksi on 78.



**Kuva 2.3.** Lämpökuva ulkoseinän ja yläpohjan liitosalueelta: lämpötilaindeksi on 63.

### 2.3 ÄIDINKIELEN LUOKKA

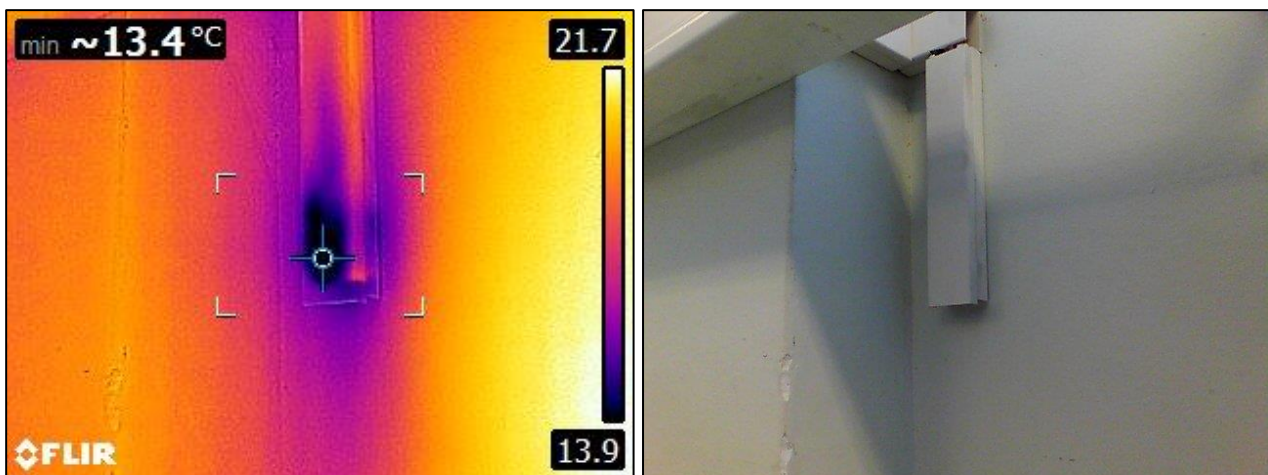
Sisäilmanäyte 3 otettiin äidinkielen luokasta. Näytteen perusteella ei ole epäiltävissä, että näytteenoton alais-  
ta tilaa ympäröivissä rakenteissa esiintyisi mikrobikasvustoa. Näytettä koskeva analyysivastaus on toimitettu  
kokonaisuudessaan raportin liitteenä.

Sisäilman olosuhteet näytteenoton yhteydessä olivat: lämpötila +19,1 °C, suhteellinen kosteus 25,0 % RH ja  
kosteussisältö 4,1 g/m<sup>3</sup>. Tilassa on koneellinen ilmanvaihto.

Luokkatilan ovelta mitattiin käytävään nähden 1-2 ylipaine.

Huoneesta otettiin pyyhintäpölynäyte 2, jolla arvioitiin pidempiaikaista pölykertymää ja sen sisältöä. Näyt-  
teessä havaittiin vähäisiä määriä mineraalivillakuituja sekä runsaasti rakennusmateriaalipölyä. Näytettä kos-  
keva analyysivastaus on toimitettu kokonaisuudessaan raportin liitteenä.

Ulkoseinällä havaittiin lämpökameralla yksittäinen ilmavuotoreitti liittyen sähköjen läpivientiin.



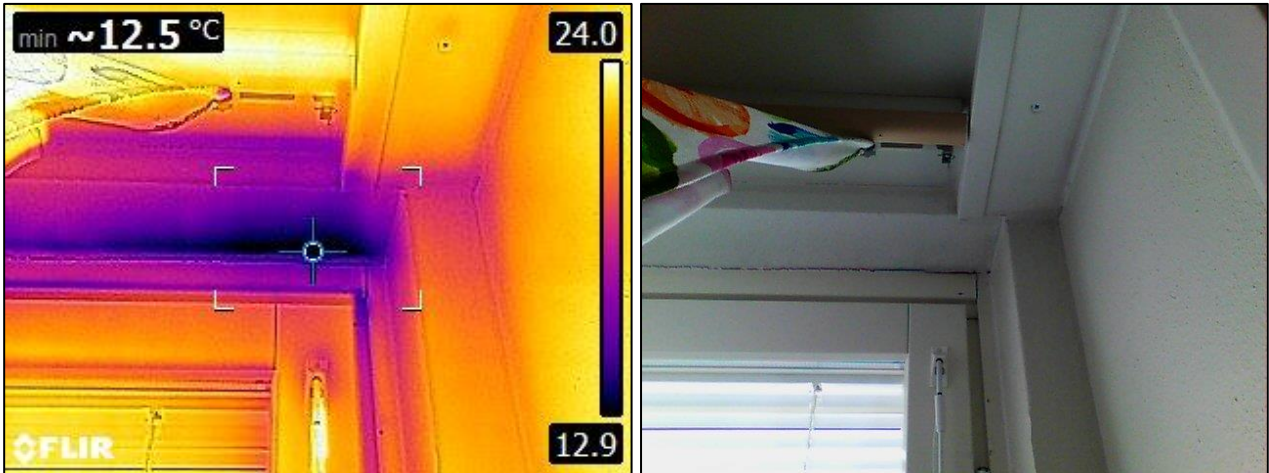
**Kuva 2.4.** *Ulkoseinällä on läpivienttiin liittyen todennäköinen ilmavuotopaikka.*

### 2.4 ILTAPÄIVÄKERHO

Sisäilmanäyte 4 otettiin iltapäivätoiminnan tilasta. Näytteen perusteella ei ole epäiltävissä, että näytteenoton  
alaista tilaa ympäröivissä rakenteissa esiintyisi mikrobikasvustoa. Näytettä koskeva analyysivastaus on toi-  
mitettu kokonaisuudessaan raportin liitteenä.

Sisäilman olosuhteet näytteenoton yhteydessä olivat: lämpötila +20,5 °C, suhteellinen kosteus 25,0 % RH ja  
kosteussisältö 4,4 g/m<sup>3</sup>. Tilassa on koneellinen ilmanvaihto.

Tilojen ulko-ovelta mitattiin sisätilojen alipaineeksi 3-4 Pa suhteessa ulkoilmaan.



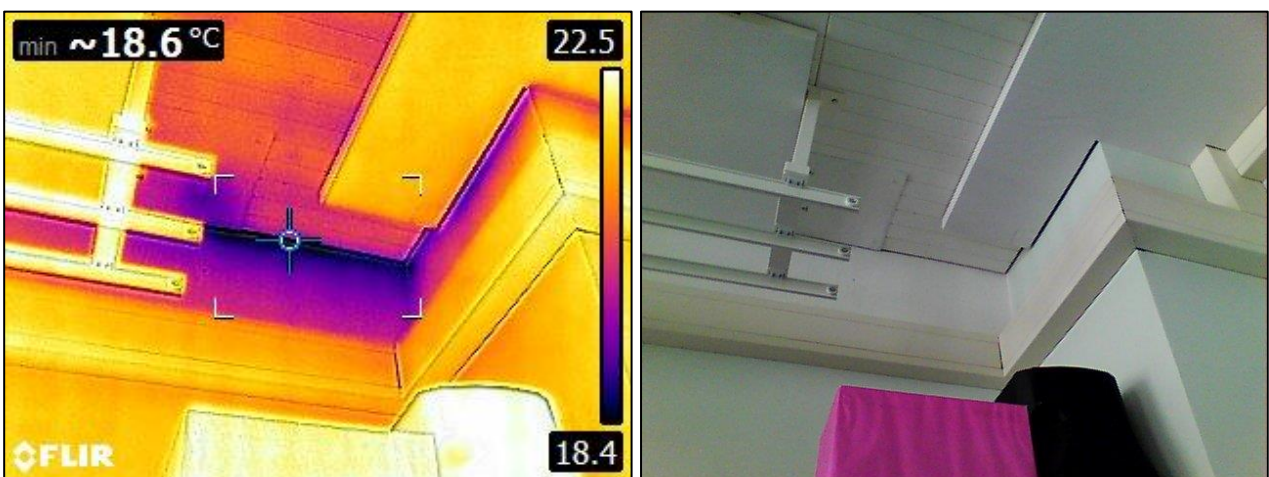
**Kuva 2.5.** Ulkoseinällä ikkunaliitoksessa on lämpökamerahavainnon perusteella ilmavuotoa: lämpötilaindeksi on 65.

Huoneesta otettiin pyyhintäpölynäyte 3, jolla arvioitiin pidempiaikaista pölykertymää ja sen sisältöä. Näytteessä havaittiin kohtalaisesti rakennusmateriaalipölyä. Näytettä koskeva analyysivastaus on toimitettu kokonaisuudessaan raportin liitteenä.

## 2.5 RUOTSIN LUOKKA

Sisäilmanäyte 5 otettiin ruotsin luokasta. Näytteen perusteella ei ole epäiltävissä, että näytteenoton alaista tilaa ympäröivissä rakenteissa esiintyisi mikrobikasvustoa. Näytettä koskeva analyysivastaus on toimitettu kokonaisuudessaan raportin liitteenä.

Sisäilman olosuhteet näytteenoton yhteydessä olivat: lämpötila +20,5 °C, suhteellinen kosteus 25,0 % RH ja kosteussisältö 4,4 g/m<sup>3</sup>. Tilassa on koneellinen ilmanvaihto. Luokkatilan ovelta mitattiin käytävään nähden 1-2 alipaine. Lämpökameralla havaittiin viite ilmavuotoreitistä yläpohjaa kohden.



**Kuva 2.6.** Lämpökamerahavainto äidinkielen luokan vastaisen väliseinän ja yläpohjan liitoksesta.

### 3 YHTEENVETO

Suoritettu sisäilmatutkimus ja siinä otetut sisäilmanäytteet eivät viittaa mikrobien esiintymiseen sisäilmassa. Myöskään rakenteiden pinnoilta tehdyt havainnot eivät viittaa tähän. Rakenteita rikkomaton tarkastelu oli rajallinen toimeksiannon mukaisesti. Kosteus- ja mikrobivaurioiden mahdollisuutta ei voida kuitenkaan täysin sulkea pois rakenteita rikkomattomalla selvityksellä ja sisäilmanäytteillä.

Äidinkielen luokan edustalla käytävällä havaittiin lievä mikrobiperäinen haju. Käytävällä oli säilytyksessä lasten vaatteita ja tilastollisesti on melko todennäköistä, että kyseisessä joukossa jonkun kotona voi esiintyä kosteus- ja mikrobivaurioita, jolloin haju ei välttämättä liity tutkittuun rakennukseen.

Pölynäytteillä arvioitiin yleisesti luokkatiloissa liikkuvia epäpuhtauksia ja erilaisen pyyhintäpinta-alan sekä laskeuma-ajan johdosta näytteiden sisällön välisiä määraeroja ei tule vertailla keskenään. Kahdessa näytteessä havaittiin mineraalivillakuituja ja kaikissa kolmessa havaittiin rakennusmateriaalipölyä. Havainnot ja tulokset voidaan arvioida melko tavanomaisiksi, mutta niistä voi yksilötasolla seurata oireilua. Yläpölyjen puhdistaminen suositellaan tasaisin väliajoin sisällyttämään siivousohjelmaan.

Lämpökameratarkastelun perusteella rakennusvaipassa esiintyy erilaisia puutteita, joita ovat mm. ilmavuodot rakennusosien läpi. Näiden ilmavuotojen kautta sisäilmaan voi vähintään ajoittain kulkeutua epäpuhtauksia.

Tutkimukseen sisältyneiden tilojen sekä koko koulun ilmanvaihto muodostuu useassa erillisestä ilmanvaihtokoneesta, joiden käynnissä olo riippuu osin sisäilman lämpötilasta, jotta se ei pääsisi laskemaan liian alas. Näiden muutosten seurauksena painesuhteet eri tilojen välillä ja rakennusosien ylitse vaihtelevat, mikä voi toimia epäpuhtauksien levittäjänä. Muutosten todentaminen ja haitan arviointi vaatisi seurantamittausten toteuttamista.

Rakennusosien osalta kyseisten tilojen kannalta yläpohjaa pidetään merkittävimpana sisäilmariskinä. Yläpohjaan kohdistuvalla kosteusteknisellä kuntotutkimuksella voidaan varmistaa ja selvittää yläpohjarakenteen kunto sekä arvioida sen mahdollista vaikutusta sisäilmaan.



---

#### 4 TOIMENPIDESUOSITUKSET

##### **Rakennusvaipan lämpö- ja kosteustekninen toimivuus**

Rakennuksen ulkovaipassa (ulkoseinät, yläpohja, alapohja sekä näiden liitokset) on otoksena suoritettun lämpökameratutkimuksen perusteella yksittäisiä puutteita. Tätä voidaan pitää aikakauden rakennukselle melko tavanomaisena tilanteena. Puutteiden seurauksena rakenteiden sisäpintojen lämpötila laskee kuitenkin lähellä asumisterveysasetuksessa määritettyä toimenpiderajaa. Puutteet ja niihin liittyvät toimenpidetarpeet voidaan kartoittaa kokonaisvaltaisen lämpökamerakuvauksen avulla.

Rakennuksen ulkovaippaan liittyvien ilmvuotoreittien kautta sisäilmaan voi kulkeutua sisäilman laatua heikentäviä epäpuhtauksia.

##### **Paine-erojen seurantamittaus**

Erillisten ilmanvaihtokoneiden aiheuttamien paine-erovaihteluiden vaikutusta voidaan arvioida paine-erojen seurantamittauksilla. Paine-erojen vaihtelut tilojen välillä sekä rakennusosien ylitse voivat toimia epäpuhtauksien levittäjänä.

##### **Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus yläpohja**

Yläpohjaan kohdistuvalla kosteus- ja sisäilmateknisellä kuntotutkimuksella voidaan selvittää yläpohjan nykyinen kunto ja arvioida siten tarkemmin siihen mahdollisesti liittyvää sisäilmariskiä.

Vastaavasti muiden rakennusosien tutkimuksilla voidaan arvioida niiden osalta tilannetta.

Tampere 20.3.2020



Petri Annila

Johtava asiantuntija, diplomi-insinööri

##### **LIITTEET**

Turun yliopisto, aerobiologia: Testausseloste 18.3.2019, 10 sivua

Tampereen asbesti- ja kuitulaboratorio: Analyysiraportti, 2 sivua