

WO-00550582

10.4.2018

# Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

Nissnikun alakoulu  
Masalantie 268  
02430 Masala



**kiwa** 

Trust  
Quality  
Progress

## Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Nissnikun alakoulussa esiintyvien sisäilmahaittojen syitä ja riskitekijöitä ja esittää niiden perusteella jatkotoimenpiteet ja korjaustarpeet. Tutkimuskokonaisuus sisälsi rakenteiden ja teknisten järjestelmien kuntoon ja sisäilman laatuun liittyviä tutkimuksia.

Tutkimuksissa havaittiin huomattavia sisäilman laatuun vaikuttavia puutteita ja riskejä. Seuraavassa on esitetty tärkeimmät havainnot ja tulokset.

### Alapohja- ja ulkoseinärakenteiden kosteus- ja mikrobivauriot ja tiiveyspuutteet

Rakennuksen alapohjaan ja ulkoseinien alaosiin kohdistuu huomattavaa kosteusrasitusta mm. rakennuksen korkeusaseman, salaojituksen toimimattomuuden, katto- ja pintavesien puutteellisen ohjauksen sekä ryömintätilan ja ulkoseinärakenteen puutteellisen tuuletuksen johdosta.

Alapohjan ryömintätila on matala ja täyttömaana on hienoa hiekkaa. Ryömintätalassa on huomattavaa veden lammikoitumista ja ontelolaattojen alapuolisten lämmöneristeiden alapinnoissa on ryömintätilan korkeasta suhteellisesta kosteudesta johtuen todennäköisesti jatkuvasti vesipisaroita. Riskinä on, että betonirakenteiden kautta kosteus siirtyy ylemmäs rakenteissa lattian pintamateriaaleihin saakka. Riski on toteutunut tilassa 130, jossa lattian linoleummaton alapuolelta mitattiin yli 94 % suhteellisen kosteuden arvoja. Kosteus on aiheuttanut maton alapinnassa mikrobikasvua.

Ulkoseinärakenteeseen tehdyissä rakenneavauksissa havaittiin ulkoseinän lämmöneristeen olevan osin suunnitelmista poiketen noin 100 mm syvyydellä lattian pinnasta, jolloin se on lähellä maanpintaa ja siihen kohdistuu kosteusrasitusta roiskevesistä. Ulkoseinien alaosista otettujen mikrobinäytteiden perusteella kosteus on aiheuttanut rakenteeseen mikrobikasvustoja.

Merkitseväkokeissa sekä ilmanpitävyysselvityksessä havaittiin ilmapuorettejä ulkoseinärakenteesta sekä alapohjan ja ulkoseinien liitoskohdista sisäilmaan, joten ulkoseinän ja ryömintätilan vaurioituneista materiaaleista peräisin olevien epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan on hyvin todennäköistä.

### Yläpohjan ilmapuodot

Rakennuksen yläpohja-/vesikattorakenne on osin ristikkorakenteinen ja osin vesikatteen suuntaisesti lämmöneristetty liimapuupalkkirakenne. Yläpohjan ilman-/höyrynsulkuna toimii muovikalvo. Muovikalvoa ei ole liitetty tiiviisti liittyviin rakenteisiin ja läpivientien kohdalla muovikalvosta on poistettu suuria paloja. Lisäksi ilmanvaihdon puhdistusluukkujen kohdalta on poistettu muovikalvo sekä jätetty luukut avonaisiksi.

Yläpohjan kautta havaittiin aistinvaraisesti sekä ilmantiiveyselvityksessä erittäin runsasta ilmapuotoa yläpohjatilasta sisäilmaan päin. Kylmän ilmavirtauksen havaittiin paikoin laskevan huomattavasti alakattotilojen ja huonetilojen lämpötilaa. Yläpohjan liitoskohdissa havaittiin paikoin olevan lähes ulkolämpötilaa vastaava lämpötila, mikä aiheuttaa riskin kosteuden kondensoitumiseen rakenteiden pinnoille. Yläpohjan lämmöneristeistä otetuissa materiaalinäytteissä ei kuitenkaan havaittu merkittävässä määrin mikrobivaurioita.

### Vesikatteen vuotoriski

Vesikatteenä olevassa saumapeltikatteessa havaittiin riskejä vesivuotojen muodostumiselle katteen lävitse kiinnitettyjen kattovarusteiden osalta. Osa kiinnityksistä on avonaisia, jolloin niiden kautta pääsee katteen pintaa pitkin valuvaa vettä yläpohjatiloihin. Vesikatetta on osin paikattu mm. jiirien osalta. Läpivientejä on myös tiivistetty vesikatteen tiivistykseen soveltumattomalla silikonilla. Uusimattomilta vesikateosuuksilta puuttuu aluskate, mikä aiheuttaa riskin katteen alapintaan kondensoituneen veden tippumisesta yläpohjiin.

### Mineraalivillakuidut

Sisäilmassa esiintyy mineraalivillakuituja kohonneina pitoisuuksina. Sisäilman merkittävimmät kuitulähteet ovat todennäköisesti tuloilmajärjestelmän suojaamattomat mineraalivillapinnat, kotelorakenteiden ja alakattojen yläpuolisten tilojen suojaamattomat villaeristeet, yläpohjien ja ulkoseinien eristevillat sekä akustiikkalevyjen avonaiset villapinnat.

### **Ilmanvaihto**

IV-koneet ovat teknisen käyttöikänsä päässä ja ilmamäärissä esiintyi huomattavaa vajausta suunniteluarvoihin nähden. Tuloilmajärjestelmässä on suojaamattomia mineraalivillapintoja, joista voi irrota kuituja sisäilmaan.

**Yhteenvetona todettakoon**, että rakennuksen rakenteiden kunto ja teknisten järjestelmien kunto ovat niin heikkoja ja rakenneratkaisut ongelmallisia, että rakennuksen korjauslaajuus muodostuu huomattavan korkeaksi. Siksi rakennuksen peruskorjaaminen ei ole todennäköisesti taloudellisesti kannattavaa suhteessa rakennuksen purkamiseen ja uudisrakentamiseen. Riskinä on, ettei rakenteisiin ja sisäilman laatuun liittyviä ongelmia saada poistettua laajallakaan korjauksella.

## Sisällysluettelo

### Tiivistelmä

<b>1. Yleistiedot</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Kohteen yleiskuvaus</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Lähtötiedot</b> .....	<b>7</b>
<b>4. Tutkimukset ja menetelmät</b> .....	<b>7</b>
4.1 Suoritetut tutkimukset.....	7
4.2 Tutkimusmenetelmät ja laitteet.....	7
<b>5. Rakenneteknisen tutkimuksen tulokset</b> .....	<b>8</b>
5.1 Alapohjat ja maanvastaiset seinät.....	8
5.1.1 Rakenteet .....	8
5.1.2 Havainnot ja mittaustulokset .....	9
5.1.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	16
5.2 Julkisivut, ulkoseinät ja ikkunat .....	18
5.2.1 Rakenne .....	18
5.2.2 Havainnot ja mittaustulokset .....	19
5.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	33
5.3 Välipohjat, väliseinät ja pintarakenteet.....	35
5.3.1 Rakenne .....	35
5.3.2 Havainnot ja mittaustulokset .....	35
5.3.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	39
5.4 Vesikatot ja yläpohjat.....	41
5.4.1 Rakenne .....	41
5.4.2 Havainnot ja mittaustulokset .....	41
5.4.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	52
<b>6. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset</b> .....	<b>54</b>
6.1 Paine-ero .....	54
6.2 Hiilidioksidipitoisuus.....	54
6.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus.....	54
6.4 Epäpuhtausmittaukset (VOC, mineraalivillakuidut, pölynkoostumus ja radon).....	55
6.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset.....	56
<b>7. Taloteknisten järjestelmien kuntoarvio ja tutkimukset</b> .....	<b>57</b>
7.1 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimukset.....	57
7.1.1 Ilmanvaihdon keskusosat .....	57
7.1.2 Ilmanvaihdon siirto-osat .....	64
7.1.3 Ilmanvaihdon pääteosat .....	66
7.1.4 Ilmamäärämittaukset .....	68
7.2 Lämmitysjärjestelmän kuntoarvio .....	68
7.2.1 Käyttövesijärjestelmien kuntoarvio .....	71
<b>8. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien kuntoarvio</b> .....	<b>73</b>
8.1 S1 Asennus ja apujärjestelmät.....	73
8.2 S2 Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset .....	74
8.2.1 S21 Sähköenergian tuotanto ja liittäminen.....	74
8.2.2 S22 Sähköenergian pääjakelu .....	74
8.2.3 S23 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys.....	75
8.2.4 S24 Sähköliitännäsjärjestelmät .....	76
8.2.5 S25 Valaistusjärjestelmä .....	77
8.2.6 S26 Sähkölämmitysjärjestelmät .....	78
8.3 S6 Turvavalaisusjärjestelmät .....	79
8.4 T1 Viestintä ja tietoverkkojärjestelmät.....	79
8.4.1 T110 Antennijärjestelmä.....	79
8.4.2 T130 Yleiskaapelointijärjestelmä (ATK-järjestelmä).....	80
8.4.3 T140 Puhelinjärjestelmä.....	80
8.5 T2 Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät .....	81
8.5.1 T210 AV-järjestelmä .....	81
8.6 T4 Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät .....	81

8.6.1	T410 Ajannäyttöjärjestelmä.....	81
8.7	T5 Tilaturvallisuusjärjestelmät.....	82
8.7.1	T530 Murtoilmaisujärjestelmä.....	82
8.7.2	550 Kameravalvontajärjestelmä.....	82
<b>9.</b>	<b>T8 Automaatio- ja mittausjärjestelmät.....</b>	<b>83</b>
9.1.1	T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä.....	83
<b>10.</b>	<b>Asbesti- ja haitta-ainetutkimus, yhteenveto.....</b>	<b>85</b>
<b>11.</b>	<b>Rakennuksen ilmanpitävyysetutkimus, yhteenveto.....</b>	<b>85</b>
<b>12.</b>	<b>Homekoiratutkimus, yhteenveto.....</b>	<b>85</b>
<b>13.</b>	<b>Viemärien kunto, yhteenveto.....</b>	<b>85</b>
<b>14.</b>	<b>Yhteenveto suositeltavista toimenpiteistä.....</b>	<b>85</b>

## LIITTEET

LIITE 1. Pohjakuva, johon on merkitty mittaus- ja näytteenottoaikat sekä tärkeimmät havainnot

LIITE 2. Olosuhdeseurantojen mittauskäyrät

LIITE 3. Materiaalinäytteiden mikrobitutkimuksen analyysivastaus MIK6471/18

LIITE 4. VOC-näytteiden analyysivastaus VOC0407/18

LIITE 5. Kuitunäytteiden analyysivastaus/tasopinnat KU894/18

LIITE 6. Pölynkoostumusnäytteiden analyysivastaus/tulokanavat PK77/18

LIITE 7. Asbesti- ja haitta-ainekartoitusraportti

LIITE 8. Tiiveystutkimuksen raportti

LIITE 9. Homekoiratutkimuksen raportti

LIITE 10. Viemäreiden sisäpuolinen TV-kuvausraportti

LIITE 11. Viemärikuvausten lisätyöraportti

## 1. Yleistiedot

### Kohde

Nissnikun alakoulu  
Masalantie 268  
02430 Masala

### Tilaaaja

Kirkkonummen kunta  
Kuntatekniikka  
PL 20  
02401 Kirkkonummi

### Tilaaajan yhteyshenkilö

Benny Vilander

### Tutkimuksen tekijät

Inspecta Oy  
Sentnerikuja 3  
00440 Helsinki  
etunimi.sukunimi@inspecta.com

Kaisa Wallenius, projektipäällikkö, p. 050 4634063  
Jyrki Pulkki, tutkimussuunnitelma  
Sami Kallio, rakenne- ja kosteustutkimukset  
Ville Ruotsalainen, rakenne- ja kosteustutkimukset  
Elli Laine, seurantamittaukset ja kuitunäytteenotot  
Jukka Tonteri, merkkiainetutkimukset  
Maija Ojala, homekoiratutkimukset  
Johan Rönblad, viemärikuvaukset  
Jouko Pekkarinen, IV-tutkimukset ja LV-kuntoarvio  
Olli Karvonen, sähköjärjestelmien kuntoarvio  
Ingo Achilles, ilmatiiveystutkimukset  
Oy Kiinteistöpalvelu ETS Fastighetservice Ab,  
rakenneavaukset ja paikkaukset

**Tutkimusajankohta:** 15.12.2017-18.2.2018

### Tutkimuksen tarkoitus ja rajaukset:

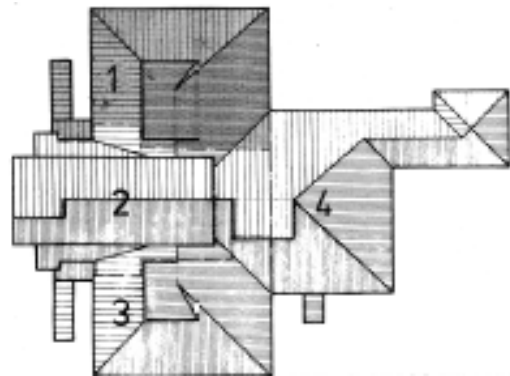
Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää rakenteiden ja teknisten järjestelmien kuntoa ja sisäilmaongelmien syitä. Tutkimusalueena oli koko Nissnikun alakoulu.

## 2. Kohteen yleiskuvaus

- Rakennusvuosi: 1986
- Käyttötarkoitus: koulurakennus
- Runko: betonipilarit ja liimapuupalkit
- Alapohja: ryömintätalallinen ontelolaattarakenne
- Yläpohjien kantava rakenne: liimapuupalkit
- Vesikatto: rivipeltikate
- Ilmanvaihto: koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä



Kuva 1. Yleiskuva kohteesta



Kuva 2. Rakennus on monimuotoinen.

Tilaaajan ja tiloissa työskentelevän henkilökunnan ilmoittamat sisäilmaongelmat:

- Koulun katon on havaittu tihuttavan vettä
- Alakoululla on hulevesiongelmaa pihan ja alapohjan osalta
- Alakoulun ikkunoiden on havaittu olevan huonokuntoisia ja vuotavan puitteiden väliseen tilaan
- Alakoulussa on havaittu kylmäsiltoja, erityisesti ruokasalin osalta

### **3. Lähtötiedot**

Lähtötietoina tilaajalta saatiin:

- Pohja-, rakenne- ja LVI-piirustuksia
- Raksystems-Anticimex kuntoarvioraportti 18.11.2013

## **4. Tutkimukset ja menetelmät**

### **4.1 Suoritetut tutkimukset**

Tutkimukset suoritettiin tarjousvaiheessa laaditun tutkimussuunnitelman mukaisesti.

#### 15.12.2017 aloituskokous

Kohteella pidettiin aloituspalaveri, jossa oli läsnä tilaaajan ja tutkimusryhmän edustajien lisäksi koulun opetus- ja huoltohenkilöstön edustajat. Palaverissa käytiin läpi käyttäjien kokemat sisäilmahaitat, aiempien tutkimusten tuloksia, korjaushistoriaa ja tämän hetken tilannetta kohteella.

#### 28.12.2017-8.1.2018 rakenne- ja kosteustutkimukset

#### 28.-29.12.2017 viemäreiden TV-kuvaukset ja sähköjärjestelmien kuntoarvio

#### 2.1.2018 asbesti- ja haitta-ainekartoitus

#### 3.1.2018 homekoiratutkimus

#### 4.1.2018 ilmatiiveystutkimukset ja merkkiainekokeet

#### 8.1. -30.1.2018 seurantamittaukset ja ilmanäytteenotot

#### 3.1.-2.2.2018 ilmanvaihdon tutkimukset sekä lämpö- ja vesijärjestelmien kuntoarvio

### **4.2 Tutkimusmenetelmät ja laitteet**

Tutkimuksissa käytettiin seuraavaa mittauskalustoa:

Kosteusmittaukset:

- Pintakosteusmittari: Gann Hydrotest LG3 näyttölaite, LB70 pinta-anturi
- Rakennekosteusmittari: Vaisala HMP-42 anturi, mittapäät kalibroitu 5/2017

Lämpötila/kosteus/hiilidioksidiseurannat:

- Testo 160 IAQ (T, RH, CO<sub>2</sub>)
- Testo 174H-loggerit (T ja RH)
- Tinytag TGE-0010 hiilidioksidiloggeri (CO<sub>2</sub>)



**Paine-eroseurannat:**

- Produal PEL –paine-erolähetin tai Beck 984Q.543714C paine-eromittarit sekä Tinytag loggerit

**Ilmamäärämittaukset:**

- Swema 3000 monitoimimittari ja Swema 125 huppumittari. PHM-V1 venttiilinsäätömittari, HK Instruments Oy

**Kuitunäytteet:**

- BM-Dustlifter –pölynkeräysgeeliteipit

**Ilman VOCit:**

- Tenas TA-Carbograph 5TD –keräysputket ja Gilian LFS-113 DC keräyspumput

**Merkkiainekalusto:**

- Vetytyppi-kaasuseos (5% / 95%) ja vetyyn (H<sub>2</sub>) reagoiva Aimtec DF110 –mittauslaite
- Paine-eromittaukset Pressovac PHM-V1 – venttiilinsäätö- / paine-ero-mittari

Merkkiainekokeiden ajaksi tilat alipaineistettiin (noin -10 Pa) kiinteistön omalla ilmanvaihtojärjestelmällä sulkemalla osa venttiileistä. Alapohjan osalta sisätilojen alipaine oli noin -5...-13 Pa.

Rakenneavaukset toteutettiin poraamalla ja käsityökaluin. Rakenneavausten tavoitteena oli selvittää toteutunutta rakennetta sekä tutkia rakenteen kuntoa aistinvaraisesti ja tarkentavin tutkimuksin. Rakenneavaukset toteutettiin eri rakennusosien lähtötietojen, yleiskatselmoinnin, pintakosteuskartoituksen ja homekoiratutkimuksen perusteella valittuihin rakenteisiin.

Tarkastuksien aikana mikrobien materiaalinäytteet otettiin Asumisterveysasetuksessa ja sen soveltamisohjeessa esitetyin menetelmin ja suljettiin ilmatiiviiseen muovipussiin. Analyysit tehtiin suoraviljelymenetelmällä. Materiaalinäytteiden näytteenottokohdat on merkitty numeroin liitteeseen 1. Analyysivastaus on kokonaisuudessaan liitteessä 3.

Kuituteippinäytteet otettiin MB-Dustfilter geeliteippien avulla kahden viikon pöylaskeumasta.

Laboratorioanalyysit tehtiin Kiwalab laboratoriossa Oulussa ja Vantaalla (kuidut). Tarkemmat menetelmäkuvaukset laboratoriotutkimuksista on esitetty raportin liitteissä 3-6.

Tutkimusten yhteydessä tehty kuntotutkimusta avustava lämpökamerakuvaus suoritettiin tilojen ilmanvaihdon ollessa normaalikäyttötilanteessa. Ulkolämpötila oli tarkasteluhetkellä noin + 2-3 astetta.

## 5. Rakenneteknisen tutkimuksen tulokset

### 5.1 Alapohjat ja maanvastaiset seinät

#### 5.1.1 Rakenteet

Rakennus on lähtötietojen perusteella perustettu betonirakenteisten sokkeleiden ja paaluanturoiden avulla. Sokkeleiden halkaisu on alkuperäisten suunnitelmien mukaan toteutettu polystyreeni-eristeellä. Sokkelin ulkopuolisesta kosteussulusta ei ole lähtötiedoissa mainintaa.

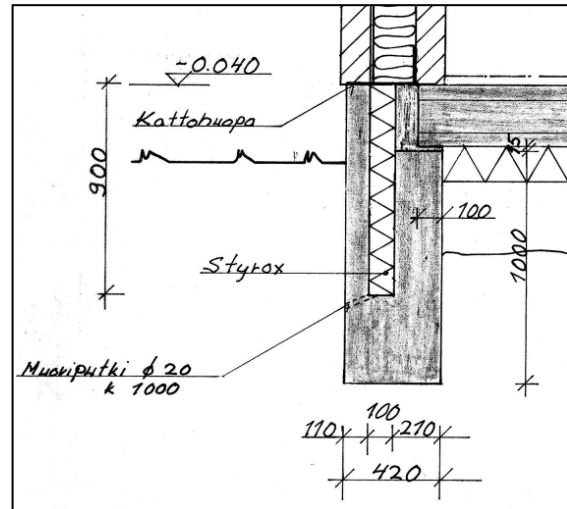
Alapohjat ovat piirustusten perusteella ryömintätillaisia, lämmöneristettyjä ontelolaattarakenteita.

Lattiapinnat ovat pääosin linoleumipinnoitteisia, laatoitettuja, laminaattipintaisia tai muovimattopinnoitteisia.

**Yleisimmät rakennetyypit lähtötietojen perusteella****Maanvastainen alapohjarakenne AP1**

1. Pintamateriaali
2. Pintavalu 40 mm
3. Ontelolaatta 265 mm
4. EPS-eriste ~120 mm
5. Ryömintätila
6. Alustäyttö

Rakennekerrosten kaikki vahvuudet eivät selviä lähtötiedoista.



Kuva 3. Perustusleikkaus.

**5.1.2 Havainnot ja mittaustulokset****Yleiskatselmointi****Ulkopuolinen tarkastelu**

- Sokkelin vierustäytöt ovat asfalttipintaisia tai sorastettuja. Sora on hienojakoista eikä läpäise kosteutta toivotulla tavalla. Asfalttipinnoitteissa on painaumia, jotka mahdollistavat veden lammikoitumisen ja kosteuden kerääntymisen sokkelin vierustalle paikallisesti. Maanpinnan kaadot rakennuksesta pois päin ovat pääosin vähäisiä.
- Rakennuksen vierustojen maatäytöt ovat raekooltaan hienoainespitoisia. Pääasiassa vierustäytöt ovat hiekkaista soraa ja lisäksi niiden pintakerroksena on paikoin käytetty muun muassa multaa. Käytetystä maalajista johtuen rakennuksen vierustojen täyttömaat ovat heikosti vettä läpäiseviä sekä osin vettä pidättäviä.
- Havaintojen perusteella sokkelin ulkopuolelle on asennettu patolevytys. Patolevy on paikoin rikkoutunut ja levyn yläreuna ja lista kulkevat osittain maanpinnan alapuolella. Sokkelin pinnoitteeseen on muodostunut kosteuden aiheuttamia vaurioita ennen patolevyn asentamista.
- Rakennuksen vierustan maanpinnan korkeusasema on lähellä sokkelin yläpuolista ulkoseinä-rakennetta.
- Vesikaton poistovedet ohjautuvat tai ovat ohjautuneet aiemmin sokkelirakenteeseen. Syöksytörvien alaosaan on asennettu vedenohjaimia vedenohjautuvuuden parantamiseksi. Sokkelirakenteessa on sammalkasvua ja jälkiä rakenteeseen kohdistuvasta ylimääräisestä kosteusrasituksesta.
- Alapohjatilan tuuletus on toteutettu tuuletusputkien avulla sokkelirakenteen läpi.



**Kuva 4.** Syöksytorvista tulevat vedet kastelevat sokkelirakennetta.



**Kuva 5.** Patolevy on rikkoutunut. Syöksytorveen on asennettu vedenohjain.



**Kuva 6.** Ulkopuolinen maanpinta on lähellä ulkoseinärakennetta.



**Kuva 7.** Patolevyn yläreuna on noin 120 mm maanpinnan alapuolella.



**Kuva 8.** Sokkelirakenteisiin on kohdistunut pitkäaikaista kosteusrasitusta, vierustäyttö on hienoa hiekkaa/soraa.



**Kuva 9.** Maanpinta rakennuksen koillisivulla kaataa rakennukseen päin.

### Sisäpuolinen katselmointi

- Tilan 130 lattiapinnalla havaittiin kohonneita pintakosteuden vertailuarvoja. Lattiapinnoitteessa on myös silmännähtäviä vauriojälkiä ja tilassa on poikkeavaa hajua.
- Alapohjan käyntiluukkujen alapuolella on luukun rakenteeseen kuuluva tiiviste.
- Alapohjatilan kosteuspitoisuus on korkea ja kosteus tiivistyy alapohjan lämmöneristeen alapintaan.
- Alapohjatilassa on laajasti merkittävää veden lammikoitumista.

- Alapohjassa oleva täyttömaa on hienoaainesta sisältävää ja havaintojen mukaan pääosin märkää.
- Alapohjatilat ovat paikoin matalia tai maan pinta on kiinni alapohjarakenteessa.
- Alapohjan tuulettuminen on puutteellista.



**Kuva 10.** Tilan 130 lattiapinnoilla havaittiin kohonneita pinta-kosteuden vertailuarvoja sekä pinnoitteessa vauriojälkiä.



**Kuva 11.** Alapohjatilassa on veden lammikoitumista sokkelin reunalla.



**Kuva 12.** Alapohjatilassa on veden lammikoitumista.



**Kuva 13.** Eristeen alapinnassa on tiivistynyttä kosteutta.

### Rakenneavaukset

Rakenneavauksia toteutettiin alapohjarakenteisiin seuraavasti:

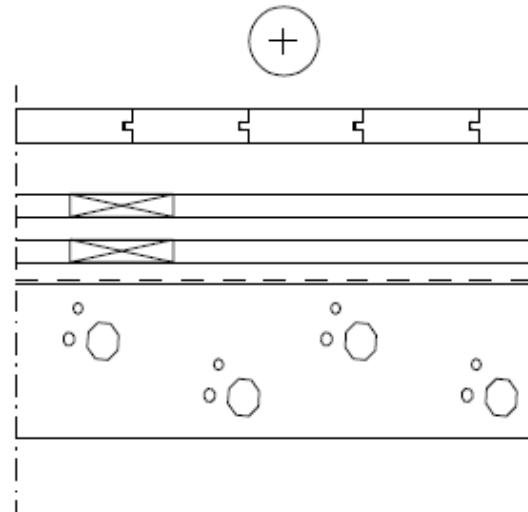
#### Alapohjarakenteet 4 kpl

##### RA15, 145 Liikuntasali

Liikuntasalin alapohjarakenteeseen toteutettiin rakenneavaus, joka ulotettiin kantavan ontelolaatan yläpintaan. Rakenneavauksesta tutkittiin toteutunut rakenne sekä sen kuntoa aistinvaraisin havainnoin ja tarkentavin tutkimuksin. Rakenneavauskohta valittiin rakenteessa olevan riskin vuoksi.

Alapohjarakenne liikuntasalissa:

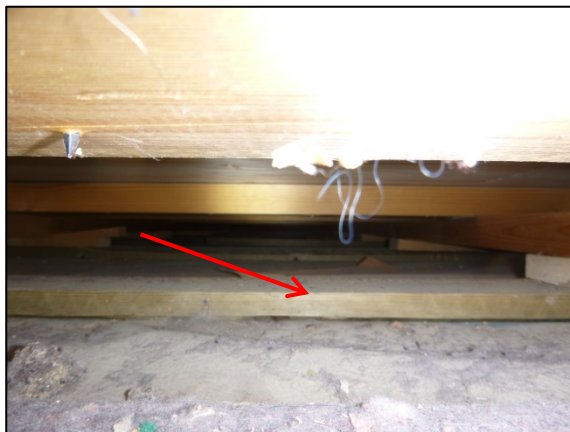
1. Parketti
2. Joustava ristikoolaus ~ 150 mm
3. Harvalaudoitus, 22 mm (kyllästetty)
4. Muovikalvo
5. Betoni



Kuva 14. Alapohjarakenne liikuntasalin kohdalla.

**Havainnot:**

- Rakenne koostuu parkettipinnoitteesta, joka on nostettu ristiinkoolatulla puurakenteella irti kantavasta betonirakenteesta. Alimmat puurakenteet ovat kyllästettyä puuta.
- Pinnoitteen alapuolella on suuria määriä pölykertymiä lattiarakenteessa olevassa tyhjässä tilassa.



Kuva 15. Liikuntasalin lattiarakenne. Alimmat puuosat ovat kyllästettyä puuta.



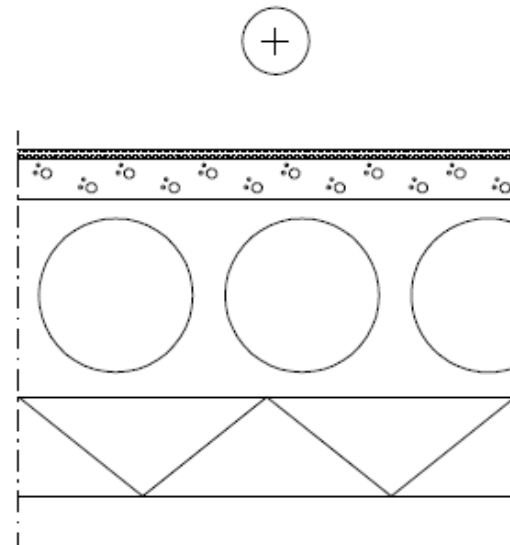
Kuva 16. Rakenteessa on suuria määriä pölyä.

RA16, 110 WC

Märkätilan lattiarakenteeseen toteutettiin yläkautta rakenneavaus, joka ulotettiin rakenteen läpi. Rakenteavauksesta selvitettiin toteutunutta rakennetta ja pyrittiin paikantamaan mahdollinen vedeneristekerros alapohjarakenteesta märkätilan osalla.

Alapohjarakenne tilassa 110

1. Akryylibetoni
2. Betonilaatta 40 mm
3. Ontelolaatta
4. EPS eriste
5. Alapohjatila



Kuva 17. Rakenneavauksen RA16 mukainen alapohjarakenne.

**Havainnot:**

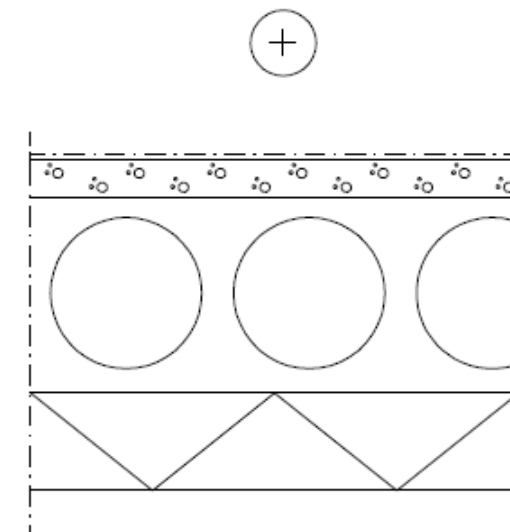
- Rakenne vastaa suunnitelmien mukaista rakennetta.

RA19, tila 145

Alapohjarakenteeseen toteutettiin yläkautta rakenneavaus, joka ulotettiin rakenteen läpi. Avauksesta selvitetiin toteutunut rakenne.

Alapohjarakenne tilassa 145

1. Mattopinnoite
2. Betonilaatta 40 mm
3. Ontelolaatta
4. EPS eriste
5. Alapohjatila



Kuva 18. Rakenneavauksen RA 19 mukainen alapohjarakenne.

**Havainnot:**

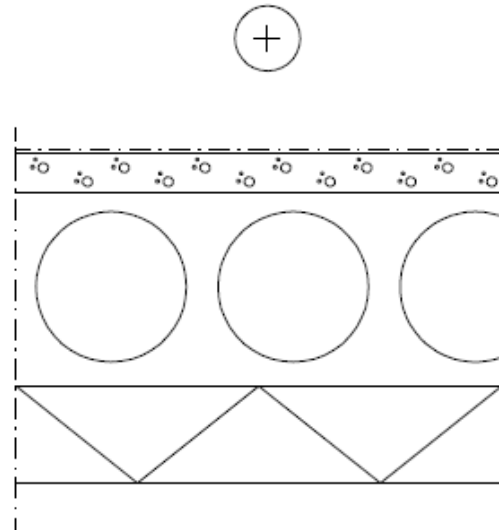
- Rakenne vastaa suunnitelmien mukaista rakennetta.

RA20, 108 Monistamo ja mater. H

Monistamohuoneen lattiarakenteeseen toteutettiin yläkautta rakenneavaus, joka ulotettiin rakenteen läpi. Rakenneavauksesta selvitetiin toteutunut rakenne.

## Alapohjarakenne tilassa 108

1. Linoleumimatto
2. Betonilaatta 40 mm
3. Ontelolaatta
4. EPS eriste
5. Alapohjatiila



Kuva 19. Rakenneavauksen RA 20 mukainen alapohjarakenne.

## Havainnot:

- Rakenne vastaa suunnitelmien mukaista rakennetta.

Viilto- ja porareikämittaukset

Pintakosteuskartoituksen ja yleiskatselmoinnin perusteella suoritettiin tarkentavia kosteusmittauksia viiltomittauksina tai porareikämenetelmällä. Tulokset on esitetty taulukossa 1. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 1. Porareikä- ja viiltomittausten tulokset. VM = viiltomittaus, PR = porareikämittaus.

Mittauspiste	Sijainti ja pintamateriaali	Mittaussyvyys (mm)	Lämpötila T (°C)	Suhteellinen kosteus (RH %)	Abs (g/m <sup>3</sup> )
	Sisäilma		19,6	32,9	5,6
	<b>Alapohjan ilmatila</b>		<b>12,3</b>	<b>96,4</b>	<b>10,5</b>
<b>VM1</b>	<b>Tila 130, Tekst ja mus. varasto</b>		<b>18,6</b>	<b>94,6</b>	<b>15,1</b>
<b>VM2</b>	<b>Tila 130, Tekst ja mus. varasto</b>		<b>18,7</b>	<b>91,6</b>	<b>14,7</b>
PR 1	Käytävä 153	60	17,3	72,2	10,8
PR 2	Käytävä 153	23	17,4	69,8	10,4
PR 3	Käytävä 153	60	17,6	67,1	10,1
PR 4	Käytävä 153	20	17,5	66,2	9,9

- Tekstiilin ja musiikin varastossa lattiapinnoitteen alapuolinen suhteellinen kosteus on selvästi koholla. Viiltomittauspisteistä todettiin myös aistinvaraisesti poikkeavaa hajua.
- Käytävän vesipisteiden läheisyydestä lattiapinnoitteiden alapuolisen betonirakenteen suhteellinen kosteus on normaalilla tasolla. Myös syvemmillä laatoissa suhteellinen kosteus on normaalilla tasolla.

### Merkkiainekokeet

Alapohjarakenteisiin suoritettiin merkkiainekokeet tiloihin 106 ja 186. Paine-ero tutkimushetkellä oli noin -5 Pa sisäilman ollessa alipaineinen alapohjatilaan nähden.

Tilassa 186 havaittiin yksittäisiä ilmavuotoreittejä alapohjatilasta sisäilmaan ulkoseinä- ja alapohjarakenteen liitoskohdista.



Kuva 20. Tilassa 186 havaittiin yksittäisiä vuotokohtia alapohjarakenteen ja seinän liitoksissa.





Kuva 21. Tilassa 106 ei havaittu ilmavuotoreittejä ryömintätilasta sisäilmaan.

### **Materiaalinäytteet**

Alapohjarakenteesta otettiin yhteensä 2 kpl materiaalinäytteitä. Mikrobianalyysin tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

**Taulukko 2.** Materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulosten tulkinnat. Poikkeavat tulokset on lihavoitu.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta	
5	-	Mineraalivilla	Alapohja	<b>186</b>	<b>Vahva viite vauriosta</b>
19	-	Linoleumipinnoite	Alapohja	<b>130</b>	<b>Vahva viite vauriosta</b>

Tilan 186 alapohjan materiaalinäyte on otettu alapohjan käyntiluukun reunasta olevasta mineraalivillasta.

### **5.1.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset**

Alapohjarakenteissa havaittiin sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Rakennuksessa on alapuolisella tuuletustilalla varustettu alapohjarakenne. Kantavana rakenteena on ontelolaatat, joiden alapuolella lämmöneristeinä on solumuovieriste. Ontelolaattojen yläpuolella on pintabetonilaatta. Lattioiden pintamateriaalina on muovimattoa, linoleumimattoa sekä vinyylilaattoja.

Perusmuurin vierustan täyttönä on osin hienoaineista sisältävä täyttö, osin perusmuurin vierustaa on uusittu asfaltoimattomilla alueilla, jolloin täyttömateriaaliksi on asennettu sepeliä ja samassa yhteydessä on lisätty patolevytystä perusmuurin ulkopuolelle. Patolevy on asennettu paikoin liian syväälle maanpinnan alapuolelle ja paikoin liian ylös, jolloin se on näkyviltä osin altis rikkoontumiselle ilkvallan vuoksi. Liian syväälle asennettuna patolevy ei estä kosteuden siirtymistä maaperästä sokkelin betonira-

kenteeseen. Asfaltoiduilla osuuksilla patolevyä ei havaittu, eikä käytössä olleissa alkuperäisissä suunnitelmissa ole esitetty perusmuurin ulkopuolista kosteuskatkoa, joten on todennäköistä, että kosteuskatkoa ei ole asfaltoiduilla osuuksilla.

Perusmuurin sisäpuolisena sokkelihalkaisuna on käytetty havaintojen perusteella solumuovista lämmöneristettä, mikä on kosteutta kestävä, mutta siihen voi muodostua mikrobikasvustoa.

Maanpinnan kallistukset rakennuksen ympärillä ovat pääosin vähäisiä, jolloin rakennuksen vierustalle tai välittömään läheisyyteen muodostuu veden lammikoitumista. Rakennuksen koillispuolella maanpinta kaataa rakennukseen päin, mikä aiheuttaa ylimääräistä kosteusrasitusta perustusrakenteisiin. Maanpinnan korkeusasema itäpuolen julkisivuilla on osin liian korkea suhteessa ulkoseinän alaosaan, jolloin roiskevesi ulottuu kastelemaan ulkoseinän rakenteita.

Sokkelin betonirakenteissa on havaittavissa sammalkasvustoa sekä pinnoitteiden vaurioitumista, mikä on johtunut rakenteisiin kohdistuneesta suuresta kosteusrasituksesta. Kosteusrasitusta on osin vähennetty asentamalla syöksytorvien kaivojen ympärille vedenohjaimet.

Alapohjan ryömintätila on matala ja täyttömaana on hienoa hiekkaa. Alapohjatilassa on laajasti veden lammikoita ja märkää hiekkaa, joista haihtuu runsaasti vesihöyryä alapohjan ilmatilaan. Ontelolaattojen alapuolisten lämmöneristeiden alapinnoissa on korkeasta suhteellisesta kosteudesta johtuen todennäköisesti jatkuvasti vesipisaroita. Alapohjatilan tuuletus on toteutettu sokkelin lävitse olevilla tuuletusputkilla. Alapohjatilaan kohdistuvaa runsasta kosteustuottoa ei voida hallita toteutetulla tuuletusratkaisulla. Rakennuksen salaojat tarkasteltiin erillisessä tutkimuksessa (liite 10) ja siinä havaittiin salaojaputkiston olevan osin tukossa, mistä johtuen rakennuksen alapohjaan pääsee kertymään vettä. Riskinä on kosteuden kapillaarinen nousu betonirakenteissa lähemmäs sisälattian pintaa.

Alapohjatilaan yhteydessä olevasta lämmöneristeestä alapohjan käyntiluukun vierustalta otetussa materiaalinäytteessä havaittiin vahva viite vauriosta. Alapohjatilan ja sisätilojen välillä tehdyissä merkkiainekokeissa havaittiin yksittäisiä ilmavuotoreittejä alapohjan ja ulkoseinien liitoskohdista sisätilojen ollessa normaalitilanteessa alipaineisia alapohjatilaan nähden, joten alapohjatilasta on mahdollista päästä epäpuhtauksia sisäilmaan.

Riski kosteuden noususta on toteutunut tilan 130 osalta, jossa havaittiin lattiamaton alapuolella yli 94 % suhteellisen kosteuden arvoja. Lattiapinnoitteen alapuolisista korkeista kosteuspitoisuuksista aiheutuu riski mikrobikasvuston muodostumiselle sekä maton kiinnitysliiman hajoamiselle, mistä voi muodostua haihtuvia orgaanisia yhdisteitä. Kyseinen riski on toteutunut tilan 130 lattiapinnoitteen osalta, josta otetussa materiaalinäytteessä havaittiin vahva viite vauriosta.

#### **Toimenpide-ehdotukset:**

- Perusmuurin ulkopuolisen patolevyn ja sepelin asennus koko rakennuksen ympärille siten, että ne täyttävät tarkoituksensa
- Salaojajärjestelmän toimivuuden varmistus / uusiminen
- Maanpinnan madaltaminen (pääosin rakennuksen itä- ja koillisjulkisivulla) ja maanpinnan kallistusten korjaus rakennuksesta pois päin viettäväksi
- Alapohjatilan hiekkatäytön korvaaminen sepelillä sekä ryömintätilan säännöllisen tarkastuksen vuoksi tilan korkeuden kasvattaminen
- Alapohjatilan tuuletuksen parantaminen
- Alapohjan ja ulkoseinien liitoskohtien tiivistäminen
- Tilan 130 lattiapinnoitteen uusiminen sekä kyseisen kohdan kosteuden hallinta ennen uusien pinnoitteiden asentamista

## 5.2 Julkisivut, ulkoseinät ja ikkunat

### 5.2.1 Rakenne

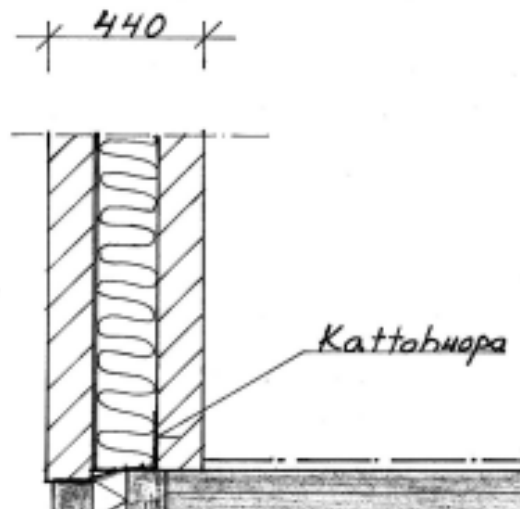
- Rakennuksen julkisivut ovat pääosin tiili-villa-tiili rakenteita. Sokkelin ja ulkoseinärungon liitoskohtaan on toteutettu kosteuskatko bitumikermillä. Lähtötietojen mukaan ulkoseinärakenteessa ei ole tuuletusväliä
- Ulkoseinärakenteessa on piirustusten perusteella valesokkelityyppinen rakenne keittiön kohdalla.
- Rakennuksen kantavana rakenteena ovat betonipilarit ja liimapuupalkit.
- Ikkunat ovat alkuperäisiä MSE-tyyppin ikkunoita ikkunan ulkopuolisella alaosan alumiinilistalla. Sisäpuiteessa on lämpölaselementti.

#### Yleisimmät rakennetyypit lähtötietojen perusteella

##### Ulkoseinärakenne, yleensä, US1

1. Tiili
2. Villa
3. Tiili

Rakennekerrosten vahvuudet piirustusten perusteella.

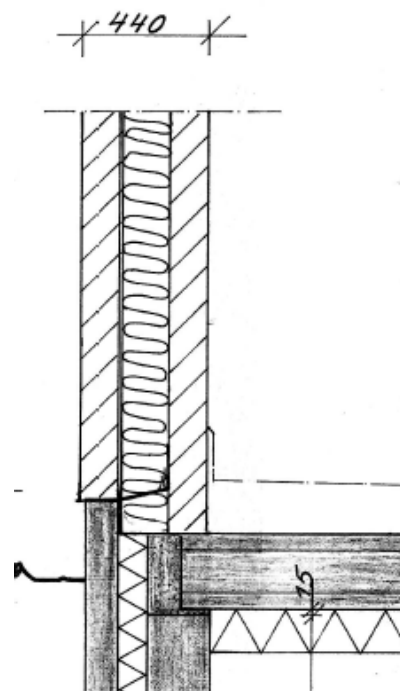


Kuva 22. US 1, rakenneleikkaus.

##### Ulkoseinärakenne keittiön kohdalla, US 2

1. Tiili
2. Villa
3. Tiili

Rakennekerrosten vahvuudet piirustusten perusteella.



Kuva 23. US 2, rakenneleikkaus.

## 5.2.2 Havainnot ja mittaustulokset

### Yleiskatselmointi

#### Julkisivut

- Rakennuksen päädyssä räystäsrakenne ei suojaa julkisivua viistosateelta, jolloin julkisivuihin kohdistuu ylimääräistä kosteuskuormaa. Katosten räystäät ohjaavat vesikaton poistovesiä osittain julkisivurakenteeseen.
- Tiilimuuraus on paikoin lähellä maanpintaa ja muurauksen alaosassa on kosteuden aiheuttamaa tummentumaa.
- Julkisivumuurauksen alaosaan toteutetut tuuletusraot ovat havaintojen perusteella osin tukkeutuneet. Muurauksen alaosan etäisyys maanpinnasta vaihtelee välillä 30 - 450 mm.
- Julkisivumuurauksessa on halkeamia ja auenneita tiilisaumoja. Saumoissa havaittiin halkeamia myös sisäpuolisessa tarkastelussa.
- Julkisivumuurauksen yläosassa on sisäänvedetty suojaPELLITYS, minkä päällä on suojaista tila linnuille.
- Lämpökuvauksen perusteella ulkoseinärakenteessa on viitteitä ilmavuodoista ja eristevaurioista.
- Rakenteen liitoksissa yläpohjaan havaittiin toistuvia ilmavuotokohtia aistinvaraisesti ja lämpökamerakuvauksessa.



**Kuva 24.** Rakennuksen päätyjulkisivuun kohdistuu avoimesta maastosta johtuen runsasta kosteusrasitusta.



**Kuva 25.** Räystäsrakenteet ohjaavat katon poistovesiä julkisivurakenteeseen.



**Kuva 26.** Tiilimuuraus on lähellä maanpintaa ja muurauksen alaosa on kostea.



**Kuva 27.** Tiilimuurauksen alaosassa on kosteuden aiheuttamaa tummumista lähes kaikilla julkisivuilla.



**Kuva 28.** Muurauksen alaosan tuuletusaukot ovat tukkeutuneita.



**Kuva 29.** Tiilimuurauksessa on auenneita saumoja ja halkeamia.



**Kuva 30.** Liikuntasalin ulko-oven lämmöneristeet ovat aistinvaraisesti arvioituna vaurioituneet.



**Kuva 31.** Liikuntasalin yläosan julkisivumuuraus on osin rapautunut ja kostea.



**Kuva 32.** Sisäkuoressa on halkeamia ikkunoiden alapuolella.



**Kuva 33.** Ulkoseinässä on tiivistämättömiä läpivientejä.



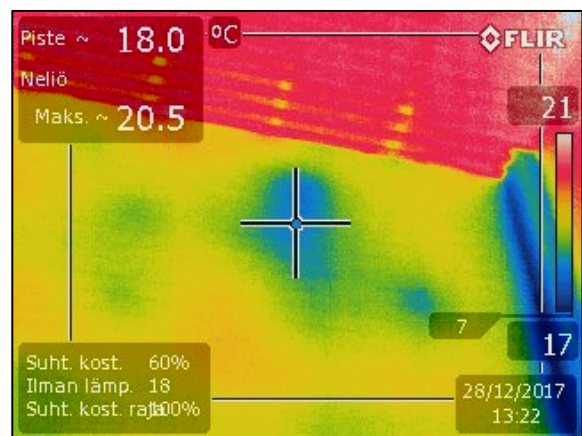
**Kuva 34.** Lämpökamerakuvassa näkyviä kylmempiä alueita (kts. viereinen kuva).



**Kuva 35.** Tiilimuurauksen ja ylemmän puurakenteisen ulkoseinän liitoskohdassa on lämpökuvauksen perusteella ilmapuotoa.



**Kuva 36.** Lämpökamerakuvassa näkyviä kylmempiä alueita (kts. viereinen kuva).



**Kuva 37.** Keskellä seinärakennetta on kylmempiä kohtia, jotka viittaavat eristevaurioihin.

### Ikkunat

- Ikkunoiden puuosissa on toistuvia vaurioita maalipinnoitteissa. Vauriot esiintyivät ulko- ja sisäpuutteen alaosissa sekä lasien jakokarmissa.
- Ulkopuitteen lasituskittaukset ovat vauriojälkien perusteella kuluneet ja aiheuttavat näin ollen puitteen tiiveyden heikentymistä.
- Ikkunoiden puitteet hankaavat paikoin karmiin ja karmissa on yksittäisissä kohdissa käytöstä aiheutuneita halkeamavaurioita.
- Alakarmissa on jälkiä ulkopuolisen kosteuden pääsystä rakenteeseen.
- Lämpökamerakuvauksessa havaittiin tiivistyspuutteita ikkunan sisäpuutteessa.
- Vesipellitusten kaadot ovat vähäisiä ja mahdollistavat veden lammikoitumisen pellitusten päälle. Vesipellitusten nurkkiin on asennettu tiivistemassaus, mitkä ovat ikääntyneet.



Kuva 38. Yleiskuva ikkunoista.



Kuva 39. Sisäpuiteen puuosissa on pinnoitteen vaurioita.



Kuva 40. Ulkopuiteissa on kosteuden aiheuttamia pinnoitevaurioita.



Kuva 41. Jakopuitteen maalipinnoite on kulunut.



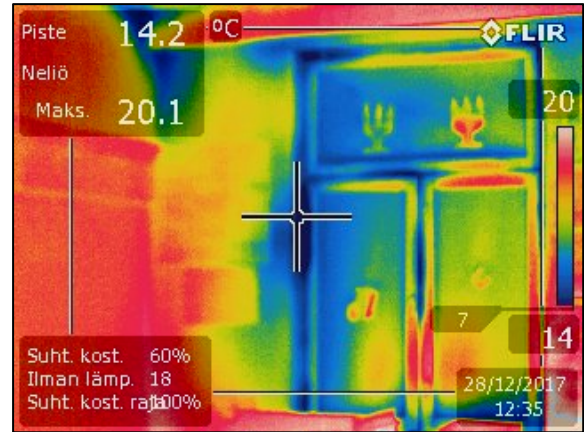
Kuva 42. Karmin alaosassa ja puiteessa on jälkiä veden pääsystä välitilaan.



Kuva 43. Vesipeltien kaato on vähäinen. Nurkan tiivistemassaus on osin avonainen.



Kuva 44. Vähäisiä ilmavuotoja puitteen ja karmien välistä (kts. viereinen kuva).



Kuva 45. Reuna-alueilla ja nurkissa on ilmavuotoihin viittaavia kylmempää alueita.

### Rakenneavaukset

Julkisivurakenteisiin toteutettiin rakenneavauksia seuraavasti:

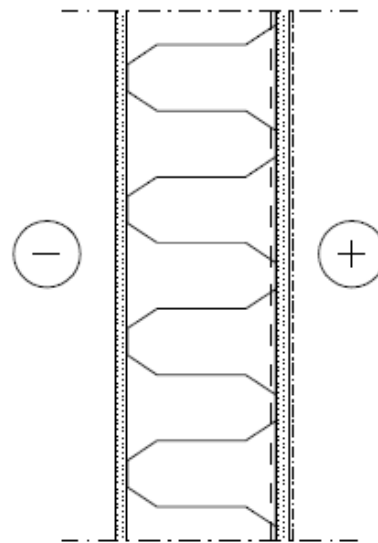
- Ulkoseinä, 8 kpl

#### RA 2. Ulkoseinä, korotettu osa, Soluhalli 183

Rakenneavaus toteutettiin seinän korotettuun osaan. Rakenneavauskohta valittiin lämpökamerakuva-uksessa havaitun eristevaurion / -puutteen perusteella.

#### Vanha ulkoseinä, nykyinen väliseinä, tila 183

1. Maali
2. Kipsilevy
3. Muovikalvo
4. Lämmöneriste ja puurunko
5. Kipsilevy



Kuva 46. Rakenneleikkaus RA 2.

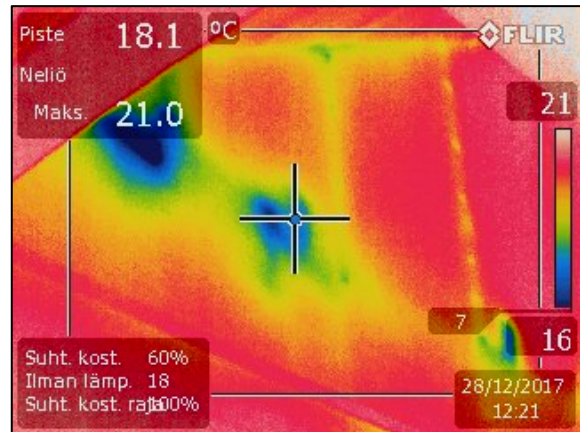
#### **Havainnot:**

- Ulkoseinä rakenteen alaosasta on yhteys yläpohjan tuuletustilaan.
- Eristetilan suhteellinen kosteus on normaalilla tasolla. Puurakenteissa ei havaittu vaurioihin viittaavia kosteuspuutoksia (puurakenteiden kosteuspuutokset 8,9 – 9,3 paino-%).
- Lämmöneristeiden ulkopinnassa on havaittavissa tummentumia.
- Ulkopuolen levytyksessä on epätiivelyskohtia seinän alaosassa.
- Rakenneavauksesta otetuissa mikrobinäytteissä ei havaittu viitteitä vaurioista (näytteet 2 ja 3).





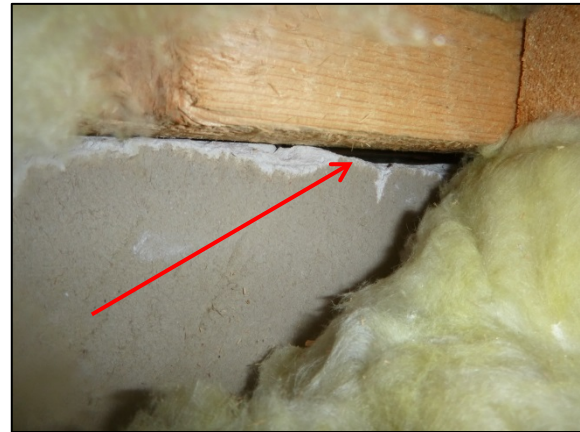
Kuva 47. Rakenneavauksen sijainti ulkoseinärakenteessa.



Kuva 48. Lämpökamerakuvassa on näkyvissä eristepuutteita.



Kuva 49. Rakenne koostuu kipsilevystä, muovikalvosta sekä villaeeristeestä ja puurungosta.



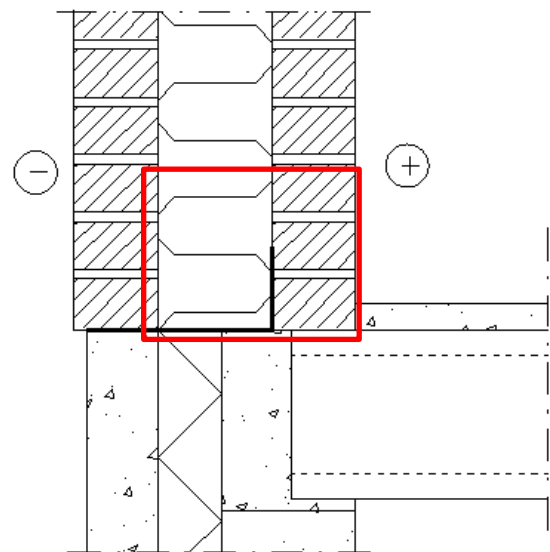
Kuva 50. Ulkopuolinen kipsilevytyös päättyi rakenneavauskohdalle, n. 500 mm väliseinän tiilimuurauksen yläpuolella.

#### Rakenneavaus 4, Opetustila 186

Rakenneavaus toteutettiin sisäkautta seinän alaosaan. Rakenneavauskohta valittiin rakenteessa olevan kosteusvaurioriskin perusteella.

#### Ulkoseinä, tila 186

1. Maali
2. Tiili 130 mm
3. Lämmöneriste 150 mm
4. Julkisivutiili



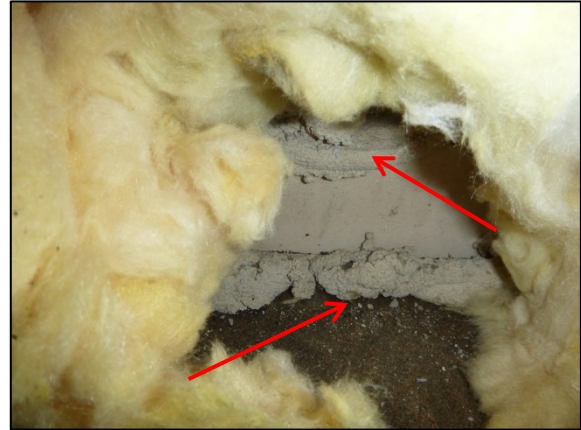
Kuva 51. Rakenneavaus RA 4.

**Havainnot:**

- Lämmöneristetila on noin 40 mm lattiapintaa alempana. Lämmöneristeen ulkopinnassa ei ole erillistä tuulensuojakerrosta.
- Sokkelin ja ulkoseinärakenteen välisenä kosteuskatkona toimii bitumikermi. Kermi on toteutettu suunnitelmien mukaisesti ja nostettu lämmöneristeen sisäpuolella noin 100 mm ylöspäin.
- Rakenteen tuulettuvuuden toimivuus on heikkoa puuttuvan tuuletusraon vuoksi. Eristetilan kosteuspitoisuus on normaalilla tasolla.
- Avauksesta otetussa materiaalinäytteessä ei havaittu viitteitä vaurioista (näyte 6).



**Kuva 52.** Rakenneavaus 4. Bitumikermi on nostettu sisäpuolisen tiilimuurauksen ulkopintaan.



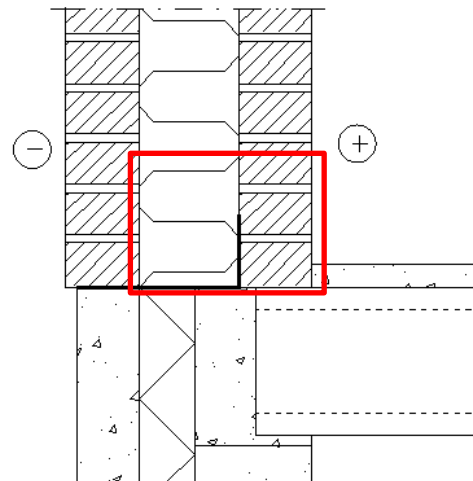
**Kuva 53.** Julkisivumuurauksen laasti on pursunut osin lämmöneristetilaan.

Rakenneavaus 5, opetustila 182

Rakenneavaus toteutettiin sisäkautta seinän alaosaan. Rakenneavauskohta valittiin rakenteessa olevan kosteusvaurioriskin perusteella.

Ulkoseinä, tila 182

1. Maali
2. Tiili 130 mm
3. Lämmöneriste 155 mm
4. Julkisivumuuraus



**Kuva 54.** Rakenneavaus RA 5.

**Havainnot:**

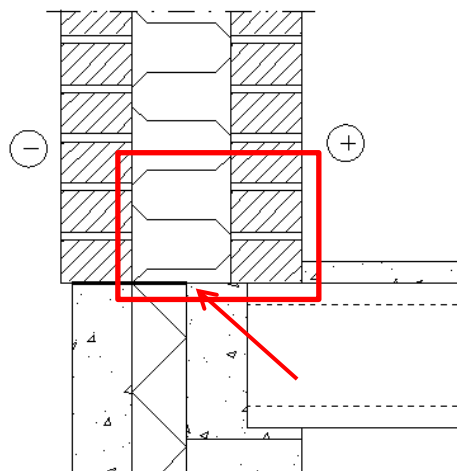
- Rakenne ja toteutustapa vastaa pääosin rakenneavauksen 4 mukaista rakennetta.
- Eristetilan kosteuspitoisuus on normaalilla tasolla.
- Materiaalinäytteessä on viite vauriosta (näyte 7).

Rakenneavaus 6, Opetustila 101

Rakenneavaus toteutettiin sisäkautta seinän alaosaan. Rakenneavauskohta valittiin rakenteessa olevan kosteusvaurioriskin perusteella.

Ulkoseinä, tila 101

1. Maali
2. Tiili 130 mm
3. Lämmöneriste 150 mm
4. Julkisivumuuraus



**Kuva 55.** Rakenneavaus RA 6. Bitumikermi päättyy noin sokkelin eristeen sisäpinnan kohdalla (nuoli).

**Havainnot:**

- Sokkelin ja seinärakenteen välisessä bitumikermissä ei ole ylösnostoa. Kermi ulottuu noin lämmöneristeen puoliväliin ulkopuolelta päin.
- Eristeen alapinta on noin 70 mm lattiapintaa alempana.
- Eristetilan suhteellinen kosteus on koholla RH:n ollessa 80 %. Lämpötila tutkimushetkellä eristetilassa oli 3,0 °C
- Lämmöneristeessä on havaittavissa tummentumaa ulkopinnan läheisyydessä.
- Materiaalinäytteessä ei havaittu viitteitä vauriosta (näyte 8).



**Kuva 56.** Rakenneavauksen 6 sijainti seinän alaosassa.



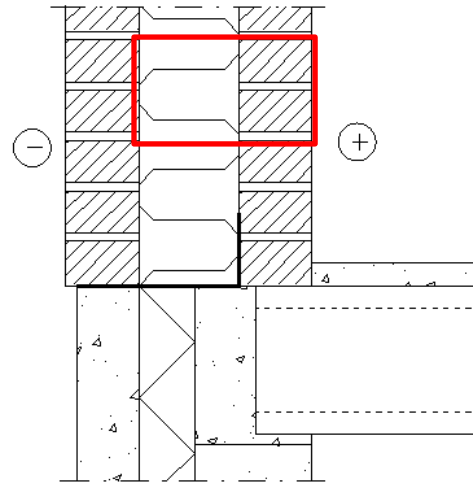
**Kuva 57.** Kermissä ei ole ylösnostoa. Villaeristeessä on tummentumaa.

Rakenneavaus 8, Opetustila 103

Rakenneavaus toteutettiin sisäkautta seinän alaosaan. Rakenneavauskohta valittiin rakenteessa olevan kosteusvaurioriskin perusteella.

Ulkoseinä, tila 103

1. Maali
2. Tiili 130 mm
3. Lämmöneriste 150 mm
4. Julkisivumuuraus



Kuva 58. Rakenneavaus RA 8.

**Havainnot:**

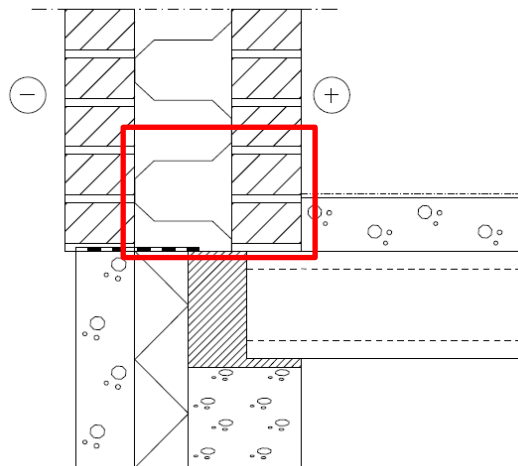
- Rakente vastaa avauksen 4 mukaista ulkoseinä rakennetta.
- Eristetilan suhteellinen kosteus on normaalilla tasolla.
- Materiaalinäytteessä ei ilmennyt viitteitä mikrobivaurioista (näyte 10).

Rakenneavaus 9, tila 107

Rakenneavaus toteutettiin sisäkautta seinän alaosaan ulkoseinä rakenteiden nurkkaukseen. Ulkopuoliossa katselmoinnissa havaittiin nurkkaan kohdistuvan ylimääräistä kosteusrasitusta räystäsrakenteiden ja syöksytorvien vaurioiden vuoksi. Rakenneavauskohta valittiin rakenteessa olevan kosteusvaurioriskin perusteella.

Ulkoseinä, tila 107

1. Maali
2. Tiili 130 mm
3. Lämmöneriste 150 mm
4. Julkisivumuuraus



Kuva 59. Rakenneavaus RA 9.

**Havainnot:**

- Ulkoseinänurkkauksen rakenteessa ei havaittu kosteuskatkona toimivaa bitumikermiä.
- Eristeessä toimivassa villassa on tummentumaa ulkopuolella.
- Eristetilan suhteellinen kosteus on normaalilla tasolla.
- Lämmöneriste on sisäpuolelta mitattuna noin 100 mm lattiapinnan alapuolella.
- Sokkelin lämmöneristeenä on EPS-eriste
- Mikrobinäytteissä **viitteitä vaurioista** (näytteet 11 ja 12)



**Kuva 60.** Ulkoseinän alaosassa ei ole suunnitelmien mukaista bitumikermiä.



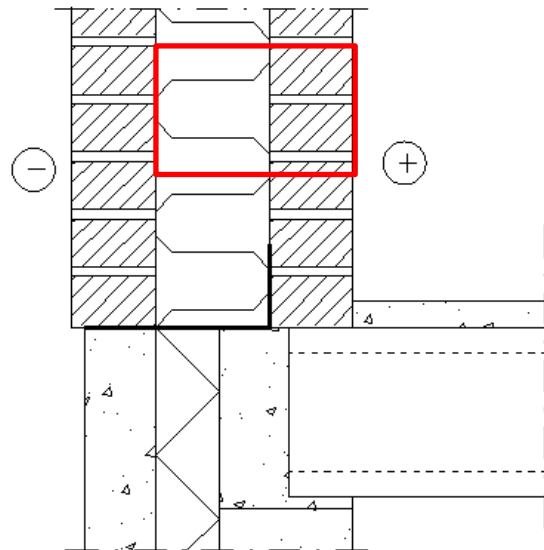
**Kuva 61.** Eristeen alapinta on lattiapintaa alempana.

Rakenneavaus 14, Liikuntasali 146

Rakenneavaus toteutettiin sisäkautta seinän alaosaan. Rakenneavauskohta valittiin rakenteessa olevan kosteusvaurioriskin perusteella.

Ulkoseinä, tila 146

1. Maali
2. Tiili 130 mm
3. Lämmöneriste 150 mm
4. Julkisivumuuraus



**Kuva 62.** Rakenneavaus RA 14.

**Havainnot:**

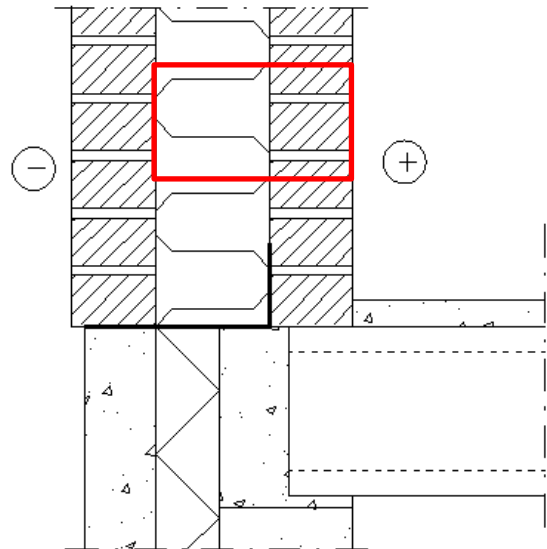
- Rakenneavaus vastaa rakenneavauksen 4 mukaista rakennetta.
- Eristetilan suhteellinen kosteus on normaalilla tasolla.
- Mikrobinäytteessä havaittiin **viite vauriosta** (näyte 18)

Rakenneavaus 18, Vaatehuone 143.

Rakenneavaus toteutettiin sisäkautta seinän alaosaan. Rakenneavauskohta valittiin rakenteessa olevan kosteusvaurioriskin perusteella.

Ulkoseinä, tila 143

1. Maali
2. Tiili 130 mm
3. Lämmöneriste 150 mm
4. Julkisivumuuraus



Kuva 63. Rakenneavaus RA 18.

**Havainnot:**

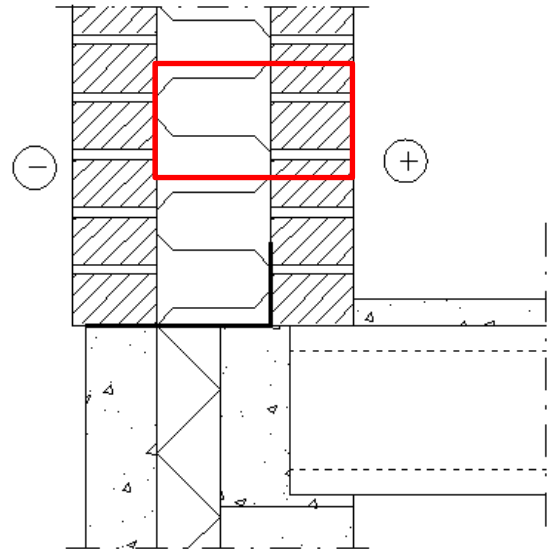
- Rakenneavaus vastaa rakenneavauksen 4 mukaista rakennetta.
- Lämmöneristetilän suhteellinen kosteus on normaalilla tasolla.
- Mikrobinäytteessä on **heikko viite vauriosta** (näyte 20).

Rakenneavaus 21, Tila 102

Rakenneavaus toteutettiin sisäkautta seinän alaosaan. Rakenneavauskohta valittiin rakenteessa olevan kosteusvaurioriskin perusteella.

Ulkoseinä, tila 143

1. Maali
2. Tiili 130 mm
3. Lämmöneriste 150 mm
4. Julkisivumuuraus



Kuva 64. Rakenneavaus RA 18.

**Havainnot:**

- Rakenneavaus vastaa rakenneavauksen 4 mukaista rakennetta.
- Lämmöneristetilän suhteellinen kosteus on normaalilla tasolla.
- Ulkoseinän lämmöneristeestä otetussa materiaalinäytteessä ei havaittu viitettä vauriosta (näyte 17).

Kosteusmittaukset

Ulkoseinärakenteiden rakenneavausten yhteydessä rakenteista mitattiin kosteuspitoisuuksia. Tulokset on esitetty taulukossa 3. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 3. Kosteusmittaustulokset. Poikkeavat tulokset on lihavoitu.

Mittauspiste	Sijainti ja pintamateriaali	Lämpötila T (°C)	Suhteellinen kosteus (RH %)	Abs (g/m <sup>3</sup> )
	Sisäilma	19,8	32,5	5,6
RA 2	Lämmöneriste	10,1	49,4	4,6
RA 2	Ulkoseinän puurunko	-	8,3 paino-%	-
RA 4	Lämmöneriste	5,0	69,7	4,7
RA 5	Lämmöneriste	7,8	59,6	4,9
<b>RA 6</b>	<b>Lämmöneriste</b>	<b>3,6</b>	<b>80,6</b>	<b>5,0</b>
RA 8	Lämmöneriste	13,0	43,3	4,9
<b>RA 9</b>	<b>Lämmöneriste</b>	<b>5,1</b>	<b>76,6</b>	<b>5,2</b>

RA 14	Lämmöneriste	12,5	46,7	5,1
RA 18	Lämmöneriste	15,7	69,9	9,4
RA 21	Lämmöneriste	12,8	43,2	5,3

### Merkkiainekokeet

Ulkoseinärakenteisiin tehtiin merkkiainekokeita yhteensä 4 kpl.

Tilat alipaineistettiin rakennuksen omalla ilmanvaihtolaitteistolla noin  $-5-13$  Pa alipaineeseen merkkiainekokeiden suorituksen ajaksi.

### Havainnot:

- Tilassa 101 ulkoseinän alaosan jalkalistan takaa on ilmavuotoreittejä eristetilasta sisäilmaan tilan ollessa alipaineinen eristetilaa nähden.
- Tilassa 136 ei havaittu ilmavuotoreittejä ulkoseinärakenteen sisäkuoressa.
- Tiloissa 184 ja 186 ikkunakarmien liitoskohdissa on yksittäisiä vuotoreittejä.



Kuva 65. Ilmavuotoreittejä tilassa 101. Merkkiaineen syöttökohta on merkattu keltaisella nuolella.





Kuva 66. Ilmavuoreittejä tilassa 184. Merkkiaineen syöttökohta on merkattu keltaisella nuolella.



Kuva 67. Ilmavuoreittejä tilan 186 ulkoseinä rakenteessa. Merkkiaineen syöttökohta on merkitty keltaisella nuolella.

**Materiaalinäytteet**

Ulkoseinärakenteista otettiin materiaalinäytteitä yhteensä 11 kpl. Mikrobianalyyysien tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

**Taulukko 4.** Materiaalinäytteiden mikrobianalyyysin tulosten tulkinnat. Poikkeavat tulokset on lihavoitu.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta	
2	RA 2	Mineraalivilla	Ulkoseinä yläpohjatilaa vasten	183	Ei viitettä vauriosta.
3	RA 2	Kipsilevyn taustapaperi	Ulkoseinä yläpohjatilaa vasten	183	Ei viitettä vauriosta.
6	RA 4	Mineraalivilla	Ulkoseinä, eristetilan alaosa	186	Ei viitettä vauriosta.
7	<b>RA 5</b>	<b>Mineraalivilla</b>	<b>Ulkoseinä, eristetilan alaosa</b>	<b>182</b>	<b>Viite vauriosta</b>
8	RA 6	Mineraalivilla	Ulkoseinä, eristetilan alaosa	101	Ei viitettä vauriosta.
10	RA 8	Mineraalivilla	Ulkoseinä, eristetilan alaosa	103	Ei viitettä vauriosta.
11	<b>RA 9</b>	<b>Mineraalivilla</b>	<b>Ulkoseinä, eristetilan alaosa</b>	<b>107</b>	<b>Heikko viite vauriosta</b>
12	<b>RA 9</b>	<b>Puu</b>	<b>Ulkoseinä, sisäpuolen tiili-muurausta vasten oleva lauta</b>	<b>107</b>	<b>Heikko viite vauriosta</b>
17	RA 21	Mineraalivilla	Ulkoseinä, eristetilan alaosa	102	Ei viitettä vauriosta.
18	<b>RA 14</b>	<b>Mineraalivilla</b>	<b>Ulkoseinä, eristetilan alaosa</b>	<b>146</b>	<b>Viite vauriosta.</b>
20	<b>RA 18</b>	<b>Mineraalivilla</b>	<b>Ulkoseinä, eristetilan alaosa</b>	<b>143</b>	<b>Heikko viite vauriosta</b>

**5.2.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset**

Ulkoseinärakenteissa havaittiin sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Ulkoseinä on tiili-villa-tiili-rakenteinen. Ulkoseinän rakenteeseen on toteutettu erilliset tuuletusraot tiili-muurauksen alaosaan, joiden havaittiin kuitenkin olevan osin tukkeutuneet jo rakentamisaikana.

Julkisivurakenteisiin kohdistuu paikallista kosteusrasitusta vesikatoilta virheellisesti ohjatuista kattove-sistä seinäliitosten osalta sekä maahan roiskuvien vesien osalta, mikä johtuu osin ulkoseinän alaosan maanpinnan läheisyydestä. Rakennuksessa ei ole myöskään kaikilta osin seinärakennetta sateelta suojaavaa räystästä. Julkisivumuurauksessa on havaittavissa rapautumista varsinkin kosteusrasite-tuimmilla osillaan.

Ulkoseinän rakenne on käytettävissä olleiden piirustusten perusteella keittiön kohdalla valesokkeli-tyyppinen, jossa lämmöneriste on noin 100 mm tiilimuurauksen alaosaa alempana, muutoin ulkoseini-en lämmöneristeiden alaosat ovat suunnitelmien perusteella ontelolaatan yläpinnan tasalla.

Ulkoseinärakenteeseen tehdyissä rakenneavauksissa havaittiin ulkoseinän lämmöneristeen olevan osin suunnitelmista poiketen noin 100 mm syvyydellä lattian pinnasta. Keittiön kohdalla olevan ulko-seinän lämmöneristeyksen alaosa on piirustusten ja aistinvaraisen havaintojen mukaan noin 100 mm maanpintaa ylempänä ja siihen kohdistuu kosteusrasitusta julkisivun alaosaan kohdistuvista roiskeve-sistä katoksen vesikatolta. Vastaavaa kosteusrasitusta kohdistuu myös muihin kohtiin, missä läm-möneristeet ovat selkeästi lattiapintaa alempana. Riskinä on lämmöneristeisiin muodostuvat mikrobi-kasvustot.

Rakennemuurauksista otetuissa materiaalinäytteissä havaittiin osassa näytteitä viitteitä vaurioitumisesta. Ulkoseinärakenteissa havaittiin aistinvaraisesti paikoin halkeamia ja tiivistämättömiä läpivientejä sekä ilmavirtausten aiheuttamia jälkiä ja toistuvia ilmavuotokohtia rakenteiden liitoskohdissa. Ulkoseinära-kenneeseen tehdyissä merkkiainekokeissa sekä ilmanpitävyysselvityksessä havaittiin ilmavuotoreittejä ulkoseinärakenteesta sisäilmaan, joten epäpuhtauksien pääsy sisäilmaan on hyvin todennäköistä.

Seinien lämmöneristeiden toteutuksessa havaittiin lämpökamerakuvauksessa puutteita liitoskohdissa sekä liikuntasalin seinässä kohtia, mitkä viittaavat eristeaurioihin. Ulkoseinien alaosien rakenneavauksiin tehdyissä kosteusmittauksissa havaittiin paikoin matalia lämpötiloja, jolloin riski kosteuden kondensoitumiseen lämmöneristetilassa kasvaa.

Rakennuksen ikkunat ovat puurakenteisia ja niissä on havaittavissa runsaasti maalipinnoitteiden kulumaa sekä paikoin kosteuden aiheuttamia jälkiä. Ikkunoiden sisäpuolisiin osiin on paikoin päässyt sadevettä ja ikkunoiden vesipellitusten kaadot ovat vähäisiä, jolloin pellitysten päälle voi muodostua lammikoitumista. Vesipeltien nurkkien tiivistemassaukset ovat ikääntyneitä ja osin avonaisia, jolloin seinärakenteen sisälle voi päästä vettä. Ikkunoiden uusimisella ulkopuolisilta osiltaan alumiinirakenteiksi ikkunoiksi saadaan alennettua huoltokustannuksia jatkossa.

### **Toimenpide-ehdotukset**

- Vesikattojen vedenojauksen parantaminen siten, että vettä ei ohjaudu julkisivuun
- Julkisivun alaosaan roiskuvan veden estäminen
- Ulkoseinien sisäpuolisten osien ja liitosten tiivistäminen
- Ikkunoiden uusiminen ja vesipellitusten kaatojen korjaus sekä liitoskohtien tiivistäminen sisä- ja ulkopuolelta
- Ulkoseinien lämmöneristevillojen uusiminen

## 5.3 Välipohjat, väliseinät ja pintarakenteet

### 5.3.1 Rakenne

- Rakennuksen väliseinät ovat pääasiassa muurattuja väliseiniä. Pinnat ovat maalattuja.
- Alakatot ovat alaslaskettuja tai akustolevytettyjä rakenteita. Alakaton yläpuolisissa tiloissa on LVIS-asennuksia. Luokkatilojen alakattolevyt on osin uusittu kipsilevyisiksi.

### 5.3.2 Havainnot ja mittaustulokset

#### Yleiskatselmointi

##### Alakatot ja alaslaskut

- Alakattolevyissä on kosteuden aiheuttamia jälkiä.
- Alaslaskettujen kattojen akustiikkalevyt ovat osin pinnoittamattomia mineraalivillalevyjä tai suoraan kattoon kiinnitettyjä reunoiltaan pinnoittamattomia akustiikkalevyjä.
- Luokkatilojen uusien alakattorakenteiden yläpuolelta on poistettu vanhat akustiikkalevyt sekä tiivistetty osin levyjen saumoja butyylinauhoilla.
- Alakattojen yläpuolisten tilojen tarkastuksen yhteydessä havaittiin alakattotilasta/mineraalivillaisista akustiikkalevyistä irtoavan runsaasti mineraalivillakuituja sisäilmaan.



**Kuva 68.** Alaslaskettujen kattojen akustiikkalevyt ovat osin pinnoittamattomia villalevyjä.



**Kuva 69.** Tilassa 158 on vuotojälkiä alaslaskussa.



**Kuva 70.** Luokkatilan uutta alakattorakennetta, vanhaa kattorakennetta tiivistetty saumakohdista.



**Kuva 71.** Luokkatilojen uusien alakattojen yläpuolisten vanhojen kattojen liitoskohdat ovat osin avoimia.



**Kuva 72.** Yläpohjassa olevista alaslaskujen koteloineista havaittiin ilmavirtauksia sisätiloihin päin.

### Väliseinät ja tilapinnat

- Väliseinien liitoskohdissa on paikallisia halkeamia ja epätiiveyskohtia, jotka voivat aiheuttaa painesuhteiden muutoksia tilojen välillä ja hankaloittaa ilmanvaihdon säätöä.



**Kuva 73.** Luokkatiloissa olevien käsienvesualtaiden vieresten kaapistojen pinnoissa on kosteuden aiheuttamia vaurioita.



**Kuva 74.** Tiiliseinien liitoksessa on epätiiveyskohtia.



**Kuva 75.** Tilassa 104 olevassa betonipilarissa on halkeamia. Halkeamia havaittiin myös muutamassa muussa pilarissa.

## Rakenneavaukset

Väliseiniin ja alakattoihin toteutettiin rakenneavauksia seuraavasti:

### Väliseinät 1 kpl

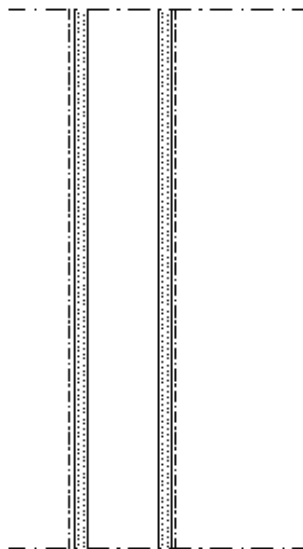
#### Alakattorakenteiden koteloinnit 3 kpl

#### RA17, tilojen 142 ja 137 välinen seinä

Märkätilan (tila 142) väliseinärakenteeseen toteutettiin kuivan tilan puolelta (tila 137) rakenneavaus. Rakenteessa havaittiin yleiskatselmoinnin yhteydessä viitteitä kosteuden pääsystä seinärakenteeseen.

#### Väliseinä, tila 25

1. Maali
2. Kipsilevy 13 mm
3. Puurunko 70 mm ja tyhjä tila
4. Kipsilevy
5. Pesutilan pintarakenteet



Kuva 76. Rakenneavaus RA 17.

#### **Havainnot:**

- Kipsilevyissä sekä puurungossa havaittiin jälkiä kosteuden pääsystä rakenteeseen.
- Alajuoksun puun kosteuspuoisuus on normaalilla tasolla (5,6 paino-%).
- Materiaalinäytteissä ilmeni heikkoja viitteitä mikrobivaurioista (näytteet 22. ja 23.).



Kuva 77. Rakenneavauksen sijainti väliseinän alaosassa.



Kuva 78. Kipsilevyn taustapuolella sekä puuosissa on tummentumaa.

RA22, tilan 101 kotelorakenne

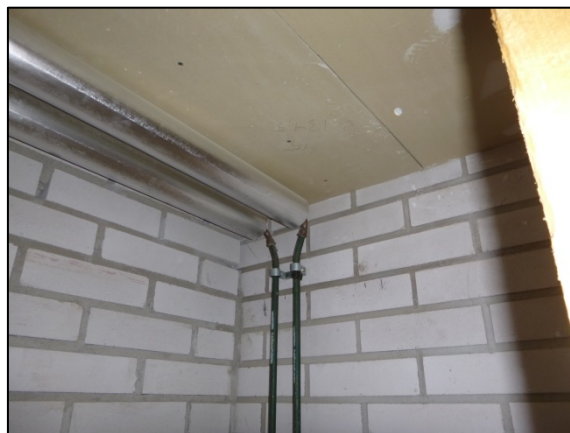
Tilassa 101 olevaan väliseinän ja yläpohjan nurkassa olevan hormikotelon sisäpuolista kuntoa ja mahdollisia vaurioita tarkasteltiin koteloinnin sivujen kautta.

**Havainnot:**

- Kotelon rakenteissa ei havaittu aistinvaraisesti vaurioitumista.



**Kuva 79.** Koteloinnin sisäpuolisissa osissa ei havaittu vaurioitumista.



**Kuva 80.** Yläpohjan kipsilevyjen liitoskohtaa seiniin ei ole tiivistetty.

RA23, tilan 104 kotelorakenne

Tilassa 104 olevaan väliseinän ja yläpohjan nurkassa olevan hormikotelon sisäpuolista kuntoa ja mahdollisia vaurioita tarkasteltiin koteloinnin sivujen kautta.

**Havainnot:**

- Kotelon rakenteissa ei havaittu aistinvaraisesti vaurioitumista.
- Kotelon sisäpuolisissa olevia yläpohjan läpivientejä ei ole tiivistetty. Läpivientien kohdalla ei ollut havaittavissa muovikalvoa.



**Kuva 81.** Koteloinnin sisäpuolisissa osissa ei havaittu vaurioitumista.



**Kuva 82.** Yläpohjan läpivientejä ei ole tiivistetty.

RA24, tilan 129 kotelorakenne

Tilassa 129 olevaan väliseinän ja yläpohjan nurkassa olevan hormikotelon sisäpuolista kuntoa ja mahdollisia vaurioita tarkasteltiin koteloinnin sivujen kautta.

**Havainnot:**

- Koteloinnin sisäpuolisissa osissa ei havaittu aistinvaraisesti vaurioitumista.



**Kuva 83.** Koteloinnin sisäpuolisissa osissa ei havaittu vaurioitumista.



**Kuva 84.** Lämpöjohtojen mienraalivillaeristeet ovat osin avonaisia.

**Kosteusmittaukset**

Väliseinärakenteiden rakenneavausten yhteydessä rakenteista mitattiin kosteuspitoisuuksia. Tulokset on esitetty taulukossa 3. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

**Taulukko 5.** Kosteusmittaustulokset. Poikkeavat tulokset on lihavoitu.

Mittauspiste	Sijainti ja pintamateriaali	Lämpötila T (°C)	Suhteellinen kosteus (RH %)	Abs (g/m <sup>3</sup> )
	Sisäilma	19,8	32,5	5,6
RA 17	Alaohjauspuu			5,5 paino-%

**Materiaalinäytteet**

Rakennusmateriaaleista otettiin yhteensä 2 kpl materiaalinäytteitä mikrobianalysoitavaksi. Mikrobianaalysin tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

**Taulukko 6.** Materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulosten tulkinnat.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta	
22	RA17	Alajuoksu	Väliseinä	137/142	Heikko viite vauriosta
23	RA17	Pystyrunko	Väliseinä	137/142	Heikko viite vauriosta

**5.3.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset**

Väliseinien ja alaslaskettujen kattojen osalta havaittiin sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä.

Väliseinät ovat pääosin tiilirakenteisia, eikä niiden osalta havaittu vaurioitumista. Tilassa 137 olevan pesuhuoneen vastaisen puurunkoiseen seinään tehdyssä rakenneavauksessa otetuissa materiaalinäytteissä havaittiin viitteitä vaurioitumisesta ja aiheuttavat näin ollen riskiä sisäilman laadun heikentymisestä. Puurakenteissa ei kuitenkaan havaittu tutkimushetkellä ylimääräistä kosteutta ja vauriot ovatkin todennäköisesti muodostuneet pesutilan aiemmin ollessa käytössä.



Sisäkatossa aiemmin olleita mineraalivillaisia akustiikkalevyjä on osin poistettu luokkatiloista ja korvattu kipsilevyisellä alakattorakenteella. Alakatoissa, joissa on mineraalivillaiset akustiikkalevyt, havaittiin levyjen olevan osin pinnoittamattomia sekä levyistä irtoavan runsaasti mineraalivillakuituja sisäilmaan levyjä käsitellessä ja on todennäköistä, että yläpohjatilasta sisäänpäin tulevat ilmavirtaukset tuovat alakattotilasta ja akustiikkalevyistä mineraalivillakuituja sisäilmaan. Mineraalivillakuituja voi päästä ilmaan myös alakattotiloissa ja koteloinneissa olevista putkieristeistä, mitkä ovat liitoskohdistaan avonaisia.

Myös kuitunäytteissä havaittiin kuitupitoisuuksien ylittävän toimenpiderajan ja ne viittaavat teollisten villakuitujen pääsystä sisäilmaan sen laatua heikentävissä määrin. Alaslaskuissa ja akustiikkalevyissä olevat kosteusjäljet aiheuttavat myös esteettistä haittaa ja näin ollen heikentävät tilojen käyttömukavuutta.

Tilapinnoilla ja väliseinissä on yksittäisiä halkeamia sekä auenneita rakenteiden liitoksia. Epätiivyyshkohdista aiheutuvat paine-erot tilojen välillä hankaloittavat ilmaston säätöä luokkatiloissa.

**Toimenpide-ehdotukset:**

- Mineraalivillaisten akustiikkalevyjen poisto ja uusiminen pinnoitettuihin mineraalivillaeristeisiin tai kipsiakustiikkalevyihin
- Putkien eristeiden pinnoittaminen
- Tilan 142 seinärakenteiden purkaminen ja uusiminen kuivan tilan seinärakenteena, mikäli tilaa ei enää käytetä pesutilana
- Väliseinärakenteiden liikuntasauvojen elastisten massojen uusiminen
- Alakattotilojen puhdistaminen pölystä

## 5.4 Vesikatot ja yläpohjat

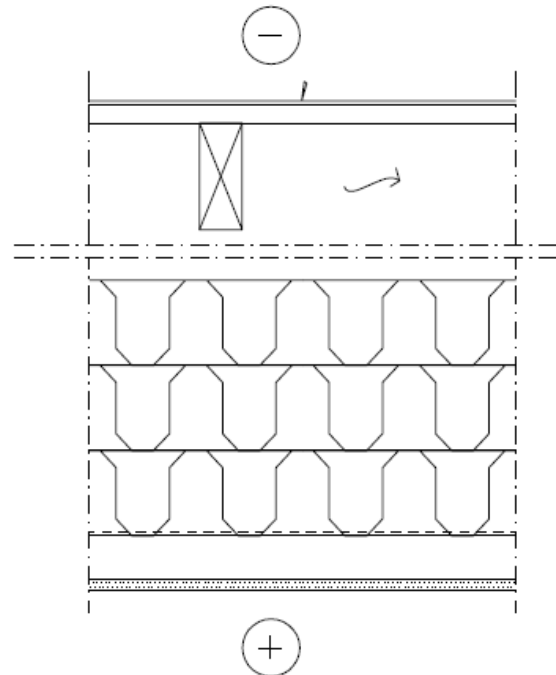
### 5.4.1 Rakenne

- Yläpohjan kantavana rakenteena toimivat liimapuupalkit. Eristeenä on käytetty mineraalivilla-levyä. Eristekerroksen vahvuus ei selviä lähtötiedoista.
- Vesikatto on harja/pulpettikatto ja vesikatteena toimii konesaumattu pelti.

#### Yleisimmät rakennetyypit lähtötietojen perusteella:

##### Yläpohja ja vesikatto, YP 1

1. Saumakate
2. Ruodelautoitus
3. Vesikaton puurakenteet ja tuuletustila
4. Lämmöneriste 300 mm
5. Muovikalvo
6. Harvakoolaus 50 mm
7. Kipsilevy 13 mm
8. Alakattorakenteet



Kuva 85. Yläpohjarakenne YP1.

### 5.4.2 Havainnot ja mittaustulokset

#### Yleiskatselmointi

##### Yläpohjat

- Yläpohjalaatan ja seinärakenteen liitoskohdista on lämpökameratarkastelun perusteella ilma- vuotoa yläpohjatilasta sisäilmaan. Havainnot tehtiin lähes kaikkien ulkoseinärakenteiden yhteydessä.
- Yläpohjan läpivienneissä on kylmäsiltoja ja vuotokohtia.
- Yläpohjassa on muovikalvo, mikä toimii höyrynsulkuna. Muovikalvoa ei ole kiinnitetty/tiivistetty liittyviin rakenteisiin ja läpivientien ympärillä muovikalvosta puuttuu suuria paloja.
- Alakattotilojen havaittiin yleisesti olevan kylmiä/viileitä ja niistä havaittiin useista paikoista il- mavirtauksia sisätiloihin päin.
- Yläpohjan alaosissa havaittiin paikoin kosteuden aiheuttamia jälkiä.
- Liikuntasalin yläpohjan alapinnassa on havaittavissa useissa kohdissa kosteuden aiheuttamia jälkiä.



Kuva 86. Yleiskuva avoimesta yläpohjatilasta.



Kuva 87. Yleiskuva, vesikatteen suuntaisesti eristetty yläpohja.



Kuva 88. Ruokalan valoikkunan nurkassa oleva vesivuoto.



Kuva 89. Ruokalan käytävällä olevassa alakattotilassa on vanhoja vuotojälkiä. Yläpohjan muovikalvon ja lämmöneristeen välissä on noin 500 mm väli, jossa on ilmanvaihtokanavia.



Kuva 90. Tilan 105 yläpuolisessa yläpohjassa ei havaittu vaurioitumista vesikatolla olevan luukun kohdalla. Lämmöneristeen paksuus on noin 300 mm



Kuva 91. Yläpohjan kipsilevyissä ja muovikalvoissa on avonaisia aukkoja ilmanvaihdon puhdistusluukkujen kohdissa. Aukoista havaittiin ilmavirtausta sisätiloihin päin.



**Kuva 92.** Yläpohjan muovikalvossa on suuria reikiä läpivientien läheisyydessä.



**Kuva 93.** Yläpohjan muovikalvoa ei ole liitetty tiiviisti rakenteisiin.



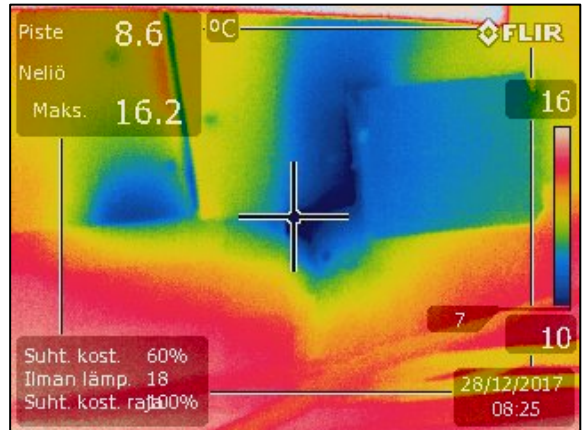
**Kuva 94.** Yläpohjan levytysten ja seinien liitoskohdissa on ilmavuotojen aiheuttamia jälkiä.



**Kuva 95.** Yläpohjan muovikalvon liitos ulkoseinään on avonainen.



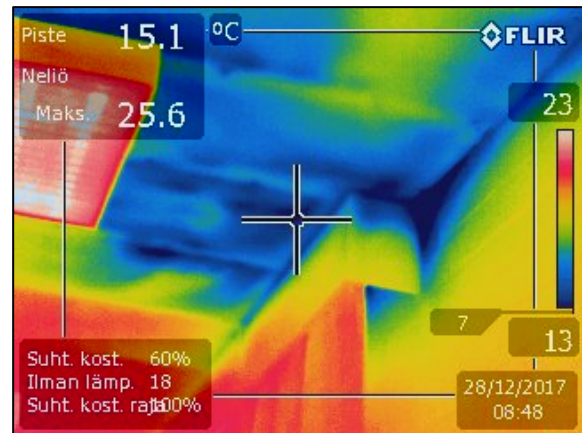
**Kuva 96.** Teräspilarin läheisyydessä havaittiin kylmäsilta.



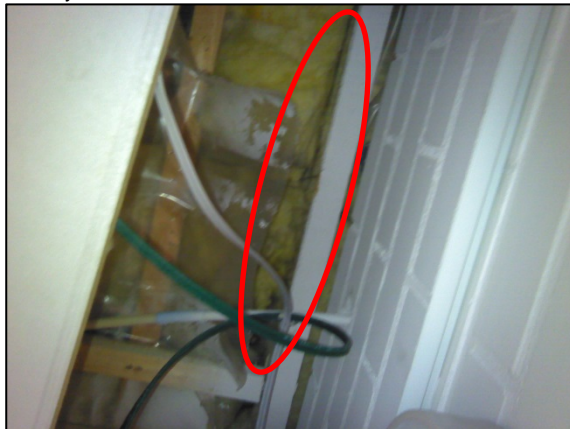
**Kuva 97.** Pistemäinen lämpötila pilarin reuna-alueella on 8.6 astetta.



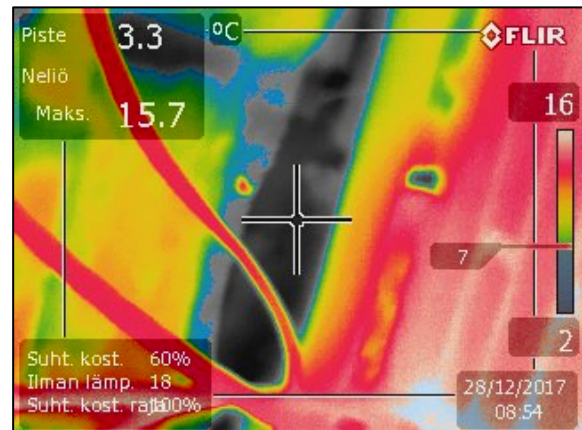
Kuva 98. Yläpohjarakenteessa kylmiä alueita sekä mahdollinen kylmäsilta.



Kuva 99. Lämpökamerakuvassa on viitteitä eristepuutteista.



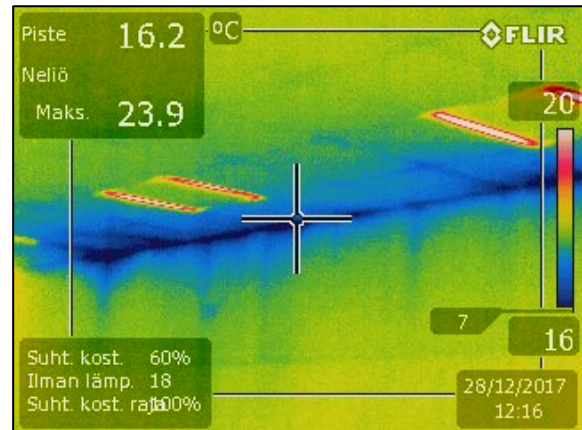
Kuva 100. Yläpohjan sähköläpivienti.



Kuva 101. Reuna-alueen lämpötila oli lämpökameralla tarkasteltuna noin 3 °C.



Kuva 102. Luokan ulkoseinän ja yläpohjan liitoskohdassa on ilmavuotoa.



Kuva 103. Vuotoa on koko seinärakenteen alueella.

### Vesikatto

- Vesikatetta on osittain uusittu. Uusittuja osia ei ole maalattu.
- Vesikatteen jirejä on tiivistetty katteen tiivistemassalla/-pinnoitteella.



**Kuva 104.** Yleiskuva vesikatteesta.



**Kuva 105.** Peltikatteen saumauksia on tiivistyskorjattu.



**Kuva 106.** Ruokalan kohdalla olevan valoikkunaseinän massaukset ovat kuluneet. Alapuoliset puurakenteet ovat märkiä.



**Kuva 107.** Yläpohjatilan tuuletusputki uusitulla peltikate-osuudella. Pohjalla on havaittavissa kuolleita lintuja. Aluskatetta ei ole nostettu tuuletusputken kohdalla ylös.



**Kuva 108.** Vesikaton kattovarusteet on kiinnitetty kattopellin lävitse puurunkorakenteisiin. Osa läpivientikohdista on osin auki ja osin tiivistetty silikonimassalla.



**Kuva 109.** Läpiviennin alaosassa on kiinnitysruuveja, joiden päälle asennettu tiivistemassa on irronnut.



**Kuva 110.** Vesikaton ylönstoppellin liitoskohdalla seinään olevat vanhat tiivistemassaukset ovat ikääntyneitä. Vanhoja massauksia ei ole poistettu uusien massausten alapuolelta ja uudet massaukset ovat irronneet.

### Rakenneavaukset

Yläpohjarakenteisiin ja vesikattoihin toteutettiin rakenneavauksia seuraavasti:

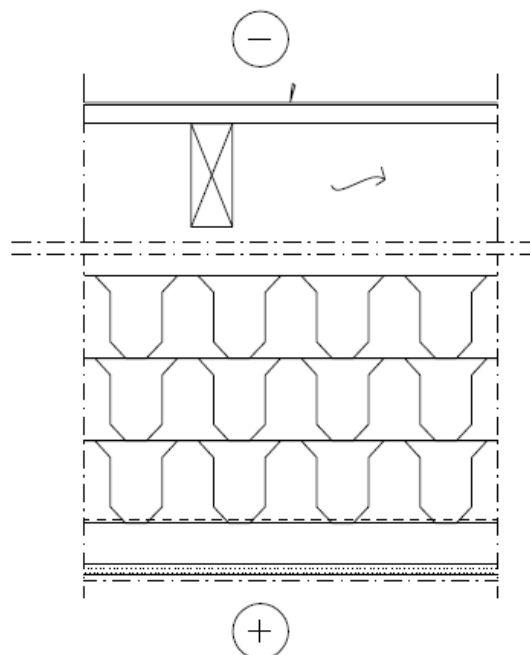
- Yläpohja 7 kpl

### RA1, Tila 184

Tilan 184 yläpohjarakenteeseen toteutettiin alakautta rakenneavaus, mikä ulotettiin yläpohjan tuuletustilaan. Rakenneavaus toteutettiin ulkoseinärakenteen läheisyyteen siinä havaittujen mahdollisten riskikohtien selvittämiseksi.

### Yläpohjarakenne tilassa 184

1. Maali
2. Kipsilevy 13 mm
3. Harvakoolaus 50x50 mm
4. Muovikalvo
5. Lämmöneriste 300 mm ja yläpohjan puurakenteita
6. Yläpohjan tuuletustila
7. Vesikattorakenteet



**Kuva 111.** Yläpohjarakenne RA 1.

### **Havainnot:**

- Yläpohjan lämmöneristeissä havaittiin tummuneita kohtia.
- Yläpohjan puurakenteiden kosteuspitoisuudet ovat normaalilla tasolla ollen 7,2 - 8,8 paino-%.
- Yläpohjan eristeen kosteuspitoisuus on normaalilla tasolla.

- Lämmöneristeestä otetussa materiaalinäytteessä ei havaittu viitteitä vaurioitumisesta (näyte 1.).



**Kuva 112.** Yläpohjavilloissa on seinien maalaustyön jättämiä jälkiä, eristeissä ei havaittu vaurioitumista.



**Kuva 113.** Rakenneavauskohdalla havaittiin vesikatteen vuotamisesta aiheutunut märkä kohta vesikatteen aluslaudoituksessa.

### RA 3, tila 186

Tilan 186 yläpohjarakenteeseen toteutettiin alakautta rakenneavaus, mikä ulotettiin yläpohjan tuuletustilaan. Rakenneavaus toteutettiin ulkoseinärakenteen läheisyyteen siinä havaittujen mahdollisten riskikohtien selvittämiseksi.

### **Havainnot:**

- Rakenne vastaa rakenneavauksen RA 1 rakennetta.
- Yläpohjan puurakenteiden kosteuspitoisuudet ovat normaalilla tasolla ollen 8,4 paino-%.
- Yläpohjan eristeen kosteuspitoisuus on normaalilla tasolla.
- Lämmöneristeestä otetussa materiaalinäytteessä ei havaittu viitteitä vaurioitumisesta (näyte 4.).



**Kuva 114.** Muovikalvon alapuolissa rakenteissa ei havaittu aistinvaraisesti vaurioita.



**Kuva 115.** Rakenneavauskohdalla olevaa yläpohjatilaa.





**Kuva 116.** Rakenneavauskohdalla havaittiin vesikatteen vuotamisesta aiheutunut märkä kohta vesikatteen aluslaudoituksessa.

#### RA 7, tila 102

Tilan 102 yläpohjarakenteeseen toteutettiin alakautta rakenneavaus, mikä ulotettiin yläpohjan tuuletustilaan. Rakenneavaus toteutettiin ulkoseinärakenteen läheisyyteen siinä havaittujen mahdollisten riskikohtien selvittämiseksi.

#### **Havainnot:**

- Rakenne vastaa rakenneavauksen RA 1 rakennetta.
- Yläpohjan eristeen kosteuspitoisuus on normaalilla tasolla.
- Lämmöneristeestä otetussa materiaalinäytteessä ei havaittu viitteitä vaurioitumisesta (näyte 9.).



**Kuva 117.** Rakenteissa ei havaittu aistinvaraisesti vaurioitumista.



**Kuva 118.** Vesikaton rakenteissa ei havaittu vaurioitumista.

#### RA 10, Tila 107

Tilan 102 yläpohjarakenteeseen toteutettiin alakautta rakenneavaus, mikä ulotettiin yläpohjan tuuletustilaan. Rakenneavaus toteutettiin ulkoseinärakenteen läheisyyteen siinä havaittujen mahdollisten riskikohtien selvittämiseksi.

**Havainnot:**

- Rakenne vastaa rakenneavauksen RA 1 rakennetta.
- Yläpohjan alaosan puurakenteiden kosteuspuitoisuudet ovat normaalilla tasolla ollen 6,4 paino-%.
- Yläpohjan eristeen kosteuspuitoisuus on normaalilla tasolla.
- Lämmöneristeestä otetussa materiaalinäytteessä havaittiin heikko viite vaurioitumisesta (näyte 13.).



**Kuva 119.** Yläpohjan muovikalvoa on teipattu ilmastointiteipillä ja yläpohjaan on asennettu 50 mm lisälämmöneristys.



**Kuva 120.** Rakenneavauskohdalla olevan vesikatteen alapuolelle on havaittavissa osittain asennettu aluskatemuovi laudoitusten välistä.

RA 11, Tila 124

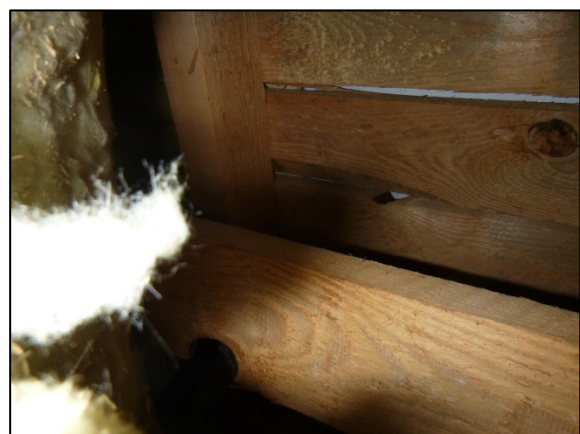
Tilan 124 yläpohjarakenteeseen toteutettiin alakautta rakenneavaus, mikä ulotettiin yläpohjan tuuletustilaan. Rakenneavaus toteutettiin ulkoseinärakenteen läheisyyteen siinä havaittujen mahdollisten riskikohtien selvittämiseksi.

**Havainnot:**

- Rakenne vastaa rakenneavauksen RA 1 rakennetta.
- Yläpohjan eristeen kosteuspuitoisuus on normaalilla tasolla.
- Lämmöneristeestä otetussa materiaalinäytteessä ei havaittu viitteitä vaurioitumisesta (näyte 14.).



**Kuva 121.** Yläpohjan rakenteissa ei havaittu aistinvaraisesti vaurioitumista.



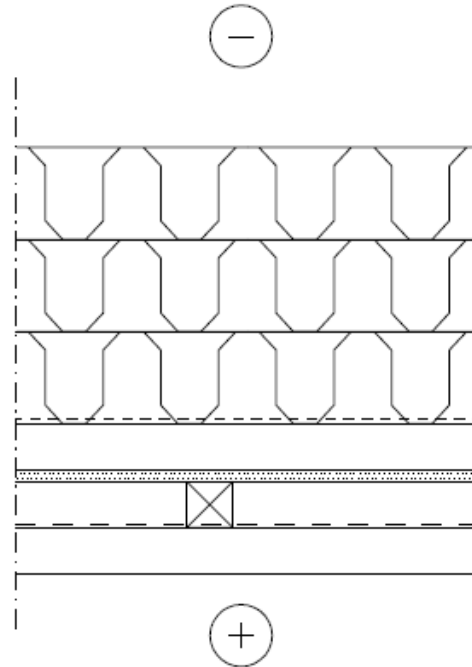
**Kuva 122.** Vesikatteen alapuolelle on asennettu aluskate.

RA 12, Tila 152, tilan 109 vierestä

Liikuntasalin puolelle tilan 109 viereiseen yläpohjarakenteeseen toteutettiin alakautta rakenneavaus, mikä ulotettiin yläpohjan tuuletustilaan. Rakenneavaus toteutettiin ulkoseinärakenteen läheisyyteen siinä havaittujen mahdollisten riskikohtien selvittämiseksi ja kohdalla olleiden vesivuotojälkien vuoksi.

Yläpohjarakenne tilan 109 vieressä

1. Harvarimoitus 50x50 mm k 100
2. Kangas
3. Koolaus 50 mm
4. Kipsilevy 13 mm
5. Harvakoolaus 50x50 mm
6. Muovikalvo
7. Lämmöneriste 300 mm ja yläpohjan puurakenteita
8. Yläpohjan tuuletustila
9. Vesikattorakenteet



Kuva 123. Yläpohjarakenne RA 12.

**Havainnot:**

- Yläpohjan sisäpuolisessa kankaassa sekä koolauksessa on havaittavissa vedenvälumäjälkiä, rakenteissa ei havaittu muutoin aistinvaraisesti vaurioitumista.
- Yläpohjan eristeen kosteuspitoisuus on normaalilla tasolla.
- Lämmöneristeestä otetussa materiaalinäytteessä ei havaittu viitteitä vaurioitumisesta (näyte 15.).



Kuva 124. Rakenneavaus 12.

RA13, Tila 152

Tilan 152 yläpohjarakenteeseen toteutettiin alakautta rakenneavaus betonipilarin vierustalle. Rakenneavauskohta valittiin sisäpuolisten rakenteiden pinnoilla olevien vauriojälkien ja vesikatolla olevan vuotokohdan vuoksi.

Yläpohjarakenne tilassa 152

1. Alakattorakenne
2. Kipsilevypaloja
3. Harvalaudoitus
4. Muovikalvo
5. Lämmöneriste 300 mm ja yläpohjan puurakenteita
6. Yläpohjan tuuletustila
7. Vesikattorakenteet

**Havainnot:**

- Yläpohjan rakenne on alaosan päällekkäisiä kipsilevypaloja lukuun ottamatta vastaavanlainen, kuin muut yläpohjarakenteet
- Yläpohjan eristeen alaosa on rakenneavauskohdalla märkää muovikalvon päällä olleen veden vuoksi.
- Lämmöneristeestä otetussa materiaalinäytteessä havaittiin vahva viite vaurioitumisesta (näyte 16.).



**Kuva 125.** Rakenneavaus 13 betonipilarin vierellä



**Kuva 126.** Muovikalvon päällä on ollut kosteuden aiheuttamien jälkien perusteella pidemmän aikaa vettä.



**Kuva 127.** Yläpohjan lämmöneristeet ovat märkiä.

Kosteusmittaukset

Yläpohjarakenteiden rakenneavausten yhteydessä rakenteista mitattiin kosteuspitoisuuksia. Tulokset on esitetty taulukossa 7. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteessä 1.

**Taulukko 7.** Kosteusmittaustulokset. Poikkeavat tulokset on lihavoitu.

Mittauspiste	Sijainti ja pintamateriaali	Lämpötila T (°C)	Suhteellinen kosteus (RH %)	Abs (g/m <sup>3</sup> )
	Sisäilma	19,6	32,9	5,6
RA 1	Lämmöneriste	7,5	65,2	5,2
RA 3	Lämmöneriste	9,3	54,2	4,9
RA 7	Lämmöneriste	12,0	46,0	4,9
RA 10	Lämmöneriste	9,0	62,9	5,6
RA 11	Lämmöneriste	10,2	62,6	6,0
RA 12	Lämmöneriste	16,0	38,9	5,3

Materiaalinäytteet

Yläpohjarakenteista otettiin materiaalinäytteitä yhteensä 7 kpl. Mikrobianalyysin tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

**Taulukko 8.** Materiaalinäytteiden mikrobianalyysin tulosten tulkinnat. Poikkeavat tulokset on lihavoitu.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tuloksen tulkinta	
1	RA 1	Lämmöneriste	Yläpohja	184	Ei viitettä vauriosta
4	RA 3	Lämmöneriste	Yläpohja	186	Ei viitettä vauriosta
9	RA 7	Lämmöneriste	Yläpohja	102	Ei viitettä vauriosta
<b>13</b>	<b>RA 10</b>	<b>Lämmöneriste</b>	<b>Yläpohja</b>	<b>107</b>	<b>Heikko viite vauriosta</b>
14	RA 11	Lämmöneriste	Yläpohja	124	Ei viitettä vauriosta
15	RA 12	Lämmöneriste	Yläpohja	146	Ei viitettä vauriosta
16	RA 13	Lämmöneriste	Yläpohja	152	<b>Vahva viite vauriosta</b>

### 5.4.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Rakennuksen yläpohja-/vesikattorakenne on osin ristikkorakenteinen ja osin vesikatteen suuntaisesti lämmöneristetty liimapuupalkkirakenne.

Yläpohjan ilman-/höyrynsulkuna toimii muovikalvo. Muovikalvoa ei ole liitetty tiiviisti liittyviin rakenteisiin ja läpivientien kohdalla muovikalvosta on poistettu suuria paloja. Lisäksi ilmanvaihdon puhdistusluukkujen kohdalta on poistettu muovikalvo sekä jätetty luukut avonaisiksi. Yläpohjan liitoskohdissa havaittiin paikoin olevan lähes ulkolämpötilaa vastaava lämpötila, mikä aiheuttaa riskin kosteuden kondensoitumiseen rakenteiden pinnoille.

Yläpohjan kautta havaittiin aistinvaraisesti sekä ilmantiiveys selvityksessä erittäin runsasta ilmavuotoa yläpohjatilasta sisäilmaan päin. Kylmän ilmavirtauksen havaittiin laskevan huomattavasti osan alakattotilojen ja huonetilojen lämpötilaa. Ilmavirtauksen mukana on mahdollista päästä lämmöneristeistä

peräisin olevia mineraalivillakuituja sisäilmaan. Yläpohjan lämmöneristeistä otetuissa materiaalinäytteissä ei kuitenkaan havaittu merkittävässä määrin vaurioita.

Laajin vaurio on havaintojen mukaan syntynyt tilan 152 valoikkunaseinän nurkassa olevaan katon vesivuotokohtaan, jossa havaittiin myös vahva viite vauriosta materiaalinäytteessä. Tilan vastakkaisella puolella olevan toisen betonipilarin kohdalla on myös havaittavissa kosteuden aiheuttamaa vaurioitumista.

Liikuntasalin sisäkatossa on havaittavissa kosteuden aiheuttamia jälkiä, mitkä ovat todennäköisesti muodostuneet katon yläosan vuotojen kautta. Vuotojen tarkempi selvitys edellyttää kattorakenteen avaamista sisä- tai ulkopuolelta.

Vesikatteena olevassa saumapeltikatteessa havaittiin riskejä vuotojen muodostumiselle katteen lävitse kiinnitettyjen kattovarusteiden osalta. Osa kiinnityksistä on avonaisia, jolloin niiden kautta pääsee katteen pintaa pitkin valuvaa vettä yläpohjatiloihin. Vesikatetta on osin paikattu havaittujen vuotojen osalta muun muassa jiirien osalta. Läpivientejä on myös tiivistetty vesikatteen tiivistykseen soveltumattomalla silikonilla.

Vesikaton ylösnostopellityksen yläosa on tiivistetty ulkoseinään tiivistemassalla, mikä on jo ikääntynyt ja halkeilee. Vanhan tiivistemassan päälle on asennettu uutta tiivistemassaa, mikä ei ole ottanut alustaan kiinni työhjeiden noudattamattomuudesta johtuen.

Vesikatteen uusituille osille on asennettu aluskate, mihin on tehty reiät tuuletuskanavien kohdalle. Aluskatetta ei ole nostettu tuuletuskanavien kohdalla ylös, jolloin aluskatteen pinnassa mahdollisesti valuva vesi pääsee avoimista rei'istä yläpohjan lämmöneristeisiin.

**Toimenpide-ehdotukset:**

- Yläpohjan muovikalvon uusiminen höyrynsulkumuoviksi liitoskohdat tiivistäen liitosnauhoilla
- Yläpohjan lämmöneristeiden korjaus/lisääminen höyrynsulun asennuksen yhteydessä
- Tilan 152 betonipilareiden ympäristöjen yläpohjarakenteen korjaus/uusiminen
- Vesikatteen liitoskohtien ja läpivientien tiivistäminen

## 6. Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

### 6.1 Paine-ero

Paine-eroa seurattiin viikon ajan sisätilojen ja ulkoilman välillä neljästä eri pisteestä. Paine-erojen minimi-, maksimi- ja keskiarvot on esitetty alla olevassa taulukossa sekä tarkemmat kuvaajat liitteessä 2.

Taulukko 9. Paine-erot eri tilojen ja ulkoilman välillä sekä alapohjan välillä 23.1.–30.1.2018. Paine-erojen minimi-, maksimi- ja keskiarvot sekä erityishuomiot. Paine-ero alapohjaan nähden tulisi olla positiivinen koko ajan ja ulos hieman negatiivinen.

Nro.	Tila	Min / Max (Pa)	Keskiarvo (Pa)	Huom.
1	Tila 101 (lk 138)	-9,6 / 0,1	-3,1	Päivällä noin -1 Pa (klo 03.50–14.50), muulloin noin -4 Pa
2	Opettajien tila 107	-6,9 / 1,4	-3,5	
3	Tila 163 (lk120)	-13,1 / -0,6	-4,8	Tuulinen sää alkuseurannan aikana
4	Tila 184 (lk 134)	-22,2 / 1,0	-2,9	Tuulinen sää alkuseurannan aikana

### 6.2 Hiilidioksidipitoisuus

Hiilidioksidipitoisuutta seurattiin viikon ajan (8.1.–23.1.2018) neljästä eri tilasta. Hiilidioksidipitoisuuksiensa minimi- ja maksimi-arvot on esitetty alla olevassa taulukossa. Minimiarvo kertoo, kuinka hyvin tila huuhtoutuu puhtaaksi yön aikana sekä antaa mittarin ns. lähtötason. Maksimi-arvon perusteella tilan hiilidioksidipitoisuuden taso luokitellaan erinomaiseksi (alle 750 ppm), hyväksi (alle 900 ppm), tyydyttäväksi (alle 1200 ppm) tai huonoksi (yli 1200 ppm). Tarkemmat kuvaajat seurantamittauksista on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 10. Eri tilojen hiilidioksidipitoisuusseurantojen minimi- ja maksimi-arvot (ppm) sekä hyvän tason (yli 900 ppm) ylitykset. Hyvän tason ylitykset on lihavoitu.

Nro.	Tila	Minimi / Maksimi (ppm)	Hyvän tason ylitykset (yli 900 ppm)
1	<b>Entisen asunnon luokkatila, tila 136</b>	416 / <b>955</b> (973)	yksi hetkellinen ylitys 19.1. klo 11.50–12.05 ja 23.1. klo 9.55–10.20 (max 955)
2	Tila 101 (lk 138)	396 / 897 (1004)	yksi hetkellinen ylitys (2 pistettä)
3	Opettajien tila 107	384 / 863	
4	Tila 185 (lk 135)	349 / 857	

### 6.3 Sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus

Sisäilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta seurattiin viikon ajan (16.1.–23.1.2018) neljästä eri tilasta. Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden minimi-, maksimi- ja keskiarvot on esitetty alla olevassa taulukossa. Sisäilman lämpötilan tulee olla 20...26 °C lämmityskaudella (Asumisterveysasetus 2015). Sisäilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20...60 RH-%, mutta sen saavuttaminen talvikaudella voi olla haastavaa. On myös huomioitava, että suhteellinen kosteus laskee lämpötilan noustessa. Tarkemmat kuvaajat seurantamittauksista on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 11. Sisäilman lämpötilojen ja suhteellisen kosteuspitoisuuden minimi-, maksimi- ja keskiarvot eri tiloissa. Huomioitavat arvot (alitukset suosituksiin) on tummennettu.

Nro.	Tila	Minimi / Maksimi (RH-%)	Minimi / Maksimi (°C)
1	Entisen asunnon luokkatila, tila 136	<b>13,6</b> / 23,6	20,1 / 21,9
2	Tila 101 (lk 138)	<b>11,4</b> / 22,8	20,1 / 22,7
3	Opettajainhuone 107	<b>14,3</b> / 22,3	<b>19,3</b> / 23,8
4	Tila 185 (lk 135)	<b>12,7</b> / 24,3	20,8 / 23,0

## 6.4 Epäpuhtausmittaukset (VOC, mineraalivillakuidut, pölynkoostumus ja radon)

Viidestä tilasta otettiin ilmanäytteet, joista tutkittiin VOCit (haihtuvat orgaaniset yhdisteet). Näytteiden TVOCit olivat alhaiset (korkeintaan 10 µg/m<sup>3</sup>) ja yksittäisiä yhdisteitä vähän. Tarkemmat analyysimenetelmät ja näytetulokset on esitetty liitteessä 4.

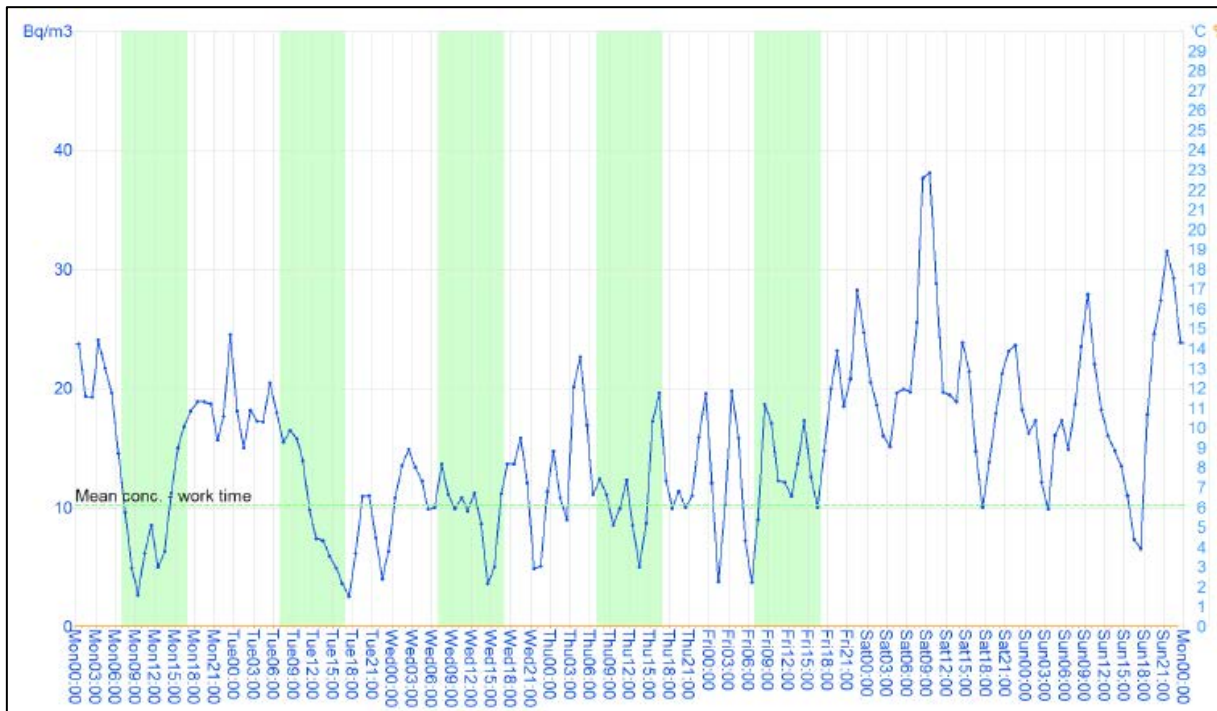
Mineraalivillakuitunäytteitä otettiin neljästä eri tilasta tasopinnoilta kahden viikon pöylaskeumasta. Tasopintojen kuitunäytteet sisälsivät kuituja yli toimenpiderajan kaikissa tiloissa, erityisesti luokassa 138 ja ruokailutilassa 152. Kuitunäytteiden tarkemmat analyysitulokset on esitetty taulukossa 12 sekä liitteessä 5. Pölynkoostumusnäytteitä otettiin kahdesta tuloilmakanavasta luokista 124 ja 138. Molemmilla kanavissa esiintyi mineraalivillakuituja sekä rakennus- tai remonttiaikaista pölyä. Näytteiden tarkemmat tulokset on esitetty liitteessä 6.

Taulukko 12. Kuitunäytteiden analyysitulokset eri tiloissa. Pinnoilta kerätyn kahden viikon laskeuma-ajan toimenpideraja on 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Toimenpiderajan ylittävät tulokset on lihavoitu.

Nro.	Tila	Kuitujen määrä (kpl/cm <sup>2</sup> )
1	Tila 101 (luokka 138), sähkökaapin päältä	<b>1,4</b>
2	Opettajien tila 107, pöydän päältä	<b>0,2</b>
3	Ruokailutila 152, yläkaapin päältä	<b>1,5</b>
4	Tila 185 (luokka 135), sähkökaapin päältä	<b>0,2</b>



Radonin pitoisuutta mitattiin yhdestä pisteestä kahden viikon ajan 8.1. – 23.1.2018. Seurantajakson keskimääräinen radonpitoisuus oli  $13 \text{ Bq/m}^3$  ( $\pm 5 \text{ Bq/m}^3$ ) ja suurin yksittäinen arvo noin  $38 \text{ Bq/m}^3$ .



Kuva 128. Radonseurannan viikkokäyrä. Keskimääräinen työaikainen radonpitoisuus on  $10 \text{ Bq/m}^3$  (ma-pe klo 7-17).

## 6.5 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Sisäilman paine-erot tulisi olla hieman alipaineinen ulkoilmaan nähden. Tilojen paine-erot ulkoilmaan nähden pysyvät hyvinä koko seurantajakson ajan keskimääräisten paine-erojen ollessa  $-2,5 \dots -4,6 \text{ Pa}$ . Tilassa 101 (lk 138) on selvin ero päivä- ja yöajoina: tulo/poistoilmanvaihdon ollessa päällä (klo 03.50–14.50) paine-ero on noin  $-1 \text{ Pa}$  ja muulloin noin  $-4 \text{ Pa}$ .

Hiilidioksidipitoisuus pysyy pääosin hyvällä tasolla. Entisen huoneiston luokkatilassa pitoisuus nousee hieman yli hyvän tason ( $900 \text{ ppm}$ ) yläpuolelle yhden päivän aikana (25 min ajaksi). Toinen saman tilan ylitys on vain hetkellinen.

Sisäilman lämpötilat ovat pääasiassa sopivat. Opettajainhuoneen lämpötila nousee päivisin  $23\text{--}24 \text{ °C}$  asteeseen. Korkeamman lämpötilan aikana myös tilojen sisäilman suhteellinen kosteus nousee, mikä johtuu ihmismäärän noususta. Kaikissa tiloissa suhteelliset kosteudet ovat pääasiassa alle suositusrajan ( $20 \text{ RH}\%$ ) johtuen talvisesta pakkassäästä.

VOC-ilmanäytteet (5 kpl) olivat tavanomaisia. Sisäilman radonin pitoisuudet olivat pieniä, keskimäärin vain  $13 \text{ Bq/m}^3$  koko seurantajakson aikana.

Kaikissa tasopinnoilta kahden viikon pölylaskeumasta otetussa kuitunäytteessä esiintyi kuituja yli toimenpiderajan ( $0,2 \text{ kpl/cm}^2$ ). Suurin kuitumäärä,  $1,5 \text{ kuitua/m}^3$ , oli ruokalatilasta. Ilmanvaihdon tuloilmakanavissa havaittiin mineraalivillakuituja. Ilmanvaihtojärjestelmä lienee merkittävin sisäilman kuitulähde. Myös alakatoissa ja alakattojen yläpuolisissa rakenteissa havaittiin mineraalivillakuitulähteitä. Mineraalivillakuidut aiheuttavat eriasteisia ylähengitysteiden oireita (yskää, äänen käheyttä, ym. vastaavaa), mutta niiden ei tiedetä aiheuttaneen pysyvää haittaa altistuksen päätyttyä.

## 7. Taloteknisten järjestelmien kuntoarvio ja tutkimukset

Taloteknisten järjestelmien kuntoarviolla on tavoitteena selvittää rakennuksen lämmitys-, käyttövesi-, ilmanvaihto- ja sähkötekniisten järjestelmien silmämääräinen kunto sekä uusimistarve ja tarvittavat korjaustoimenpiteet seuraavalla kymmenen vuoden tarkastelujaksolla (viemärijärjestelmien kuntotutkimus on esitetty erillisessä raportissa).

Taloteknisten järjestelmien kunto on arvioitu ohjekorttia *RT 18-11086 (KH 90-00501) Liike- ja palvelu-kiinteistön kuntoarvio* soveltaen. Kuntoluokan määräytymisessä on sovellettu ohjekortin RT 18-11061 (KH 90-00495) ohjeita kuntoluokan määräytymisestä. Kuntoluokitus on viisiportainen:

Kuntoluokat:

- 5 = uusi, ei toimenpiteitä seuraavan 10 vuoden aikana
- 4 = hyvä, kevyt huoltokorjaus 6...10 vuoden kuluessa
- 3 = tyydyttävä, kevyt huoltokorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai peruskorjaus 6...10 vuoden kuluessa
- 2 = välttävä, peruskorjaus 1...5 vuoden kuluessa tai uusiminen 6...10 vuoden kuluessa
- 1 = heikko, uusitaan 1...5 vuoden kuluessa.

### 7.1 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimukset

#### 7.1.1 Ilmanvaihdon keskusosat

- Kuntoluokka 1 – 2

Tilat on varustettu koneellisella tulo-poistoilmanvaihdoilla. IV-koneita on kaksi kappaletta, TF1/PF1 palvelee opetustiloja ja keittiötä, ja TF2/PF2 palvelee liikuntasalia.

#### IV-koneeseen TF1/PF1 liittyvät havainnot

Koneeseen TF1/PF1 liittyvät havainnot on esitetty alla olevassa taulukossa ja valokuvissa.

Taulukko 13. Opetustilojen/keittiön iv-koneeseen TF1/PF1 liittyvät havainnot

	TF1 / PF1
<b>Vaikutusalue</b>	Opetustilat ja keittiö
<b>Käyntiajat</b>	1/1-teho Ma - Pe 04 - 15, muulloin 1/2-teho
<b>Tuloilmakoneen sijainti</b>	iv-konehuone
<b>Valmistus-/ asennusvuosi</b>	1986
<b>Vaikutusalueen erillispoistot / huippuimurit</b>	PK1 (keittiö)
<b>Raitisilmasäleikkö</b>	ei lumisiepparia (säleikkö ja osin myös ri-kanava yhteinen TF2 kanssa)
<b>Raitisilmakammio /-kanava</b>	Puhdistettavuus huono, kanava kulkee korkealla eikä sen puhdistamiseksi ole työturvallista kulkureittiä. Kanavaan kertyy lunta, kanavan alaosassa ei ole vedenpoistoa ja eristeet todennäköisesti kastuneet. Ylhäältä kanavan alkupäästä on vedenpoisto, jonka toiminta kyseenalaista (ohut pitkä kupariputki, putki erittäin todennäköisesti ollut vuosikausia tukossa)
<b>Lämmön talteenotto</b>	kuutio- LTO
<b>Tulosuodattimet</b>	F7, pussisuodattimet

<b>Suodatinkehikon tiiveys, suodatinkammion siisteys</b>	epätiivis asennus, ohivuotojälkiä, (ri-kanavaan taitettua suodatinpussia käytetty tiivistykseenä?)
<b>LTO-kuutio, tulopuoli</b>	ei huomautettavaa
<b>Lämmityspatteri</b>	Lievää likaantumista, puhallinkammion puolella patterissa havaittavissa siitepölyä
<b>Tulopuhallinkammio</b>	Kammiossa siitepölyä, hihnapurua ja irtoroskia
<b>Hihnojen kunto</b>	1/2-nopeuden hihna löysä, hihna luistaa (vinkuva ääni 1/2-nopeudella)
<b>Poistosuodattimet</b>	G4
<b>Suodatinkehikon tiiveys, suodatinkammion siisteys</b>	Ok, vain lievää pölyntymistä havaittavissa
<b>LTO-kuutio, poistopuoli</b>	Pölyntymistä havaittavissa
<b>Poistopuhallin, hihnojen kunto</b>	ei huomauttamista
<b>Mahdolliset mineraalivilla-kuitulähteet</b>	LTO-osan reuna, tuloilmapuhallinkammion sähköläpiviennit

**Toimenpide-ehdotukset, iv-kone TF1/PF1:**

IV-koneella on ikää yli 30 vuotta. Kone on käytännössä teknisen käyttöikänsä päässä ja se tulisi uusia. Mikäli koneen käyttöä aiotaan jatkaa, on lyhyellä tähtämellä suositeltavaa suorittaa ainakin seuraavat toimenpiteet:

- Kuitulähteiden poistaminen/kuitujen irtoamisen estäminen
- Raitisilmasäleikkö on suositeltavaa varustaa lumisiepparilla
- Raitisilmakanavan vedenpoistoa ja puhdistettavuutta tulee parantaa
- Raitisilmakanavan eristeiden kunto on suositeltavaa tarkastaa kastumisen varalta
- Suodatinasennusten tiiviyyttä tulee parantaa
- Tuloilmapuhaltimen puolinopeuskäytön hihna tulee vaihtaa ja hihnojen kunnan tarkkailua tulee parantaa
- Kone tulee puhdistaa kauttaaltaan



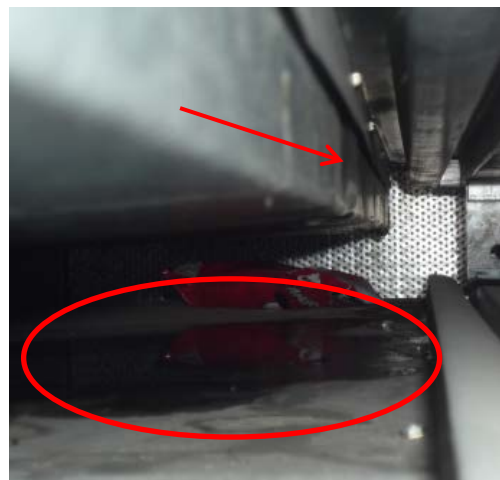
Kuva 129. Raitisilmasäleikkö päätyseinällä



Kuva 130. Kuparisen vedenpoistoputken liitos raitisilmakanavan pohjaan korkealla iv-konehuoneessa



Kuva 131. Raitisilmakanavassa ennen suodatinsaa on lunta



Kuva 132. Lumipyryn jälkeen raitisilmakanavasta tippuu hallitsemattomasti sulamisvettä liitoskohdasta ennen suodatinsaa. Kanavan eristeet todennäköisesti kastuneet



Kuva 133. Tulosuodattimien asennus on epätiivis



Kuva 134. Tuloilmasuodattimen suodatinpussi on käännetty kehiksen ympäri raitisilmakanavaan päin (pyrity tiivistämään kehiksen reuna?)



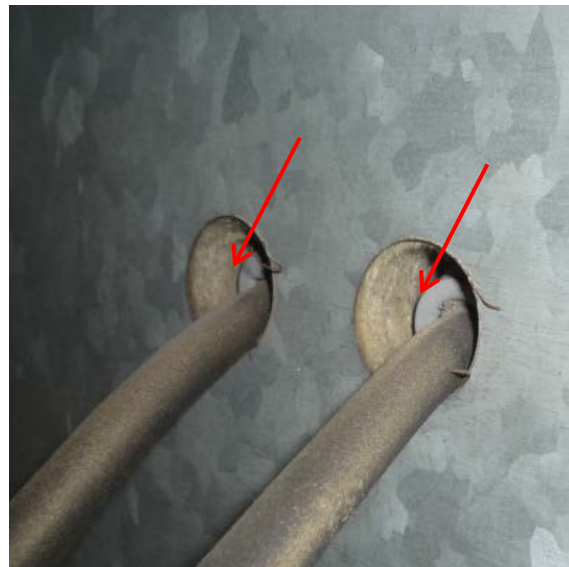
Kuva 135. Pölykertymään tehty pyyhkäisyjälki suodatinkammiossa (siitepölyä)



Kuva 136. Suojaamatonta mineraalivillaa LTO-kuution reunalla tuloilmapuolella



Kuva 137. TF1, puhallinkammiossa siitepölyä, hihnapuraa ja irtoroskia



Kuva 138. TF1, tulopuhallinkammion kaapelläpivienneissä suojaamatonta mineraalivillaa



Kuva 139. Poistoilmasuodattimien asennus oli tiivis, merkittäviä ohivuotoja ei havaittu



Kuva 140. Poistoilmasuodatinkammiossa lievää pölyyntymistä, pyyhkäisyjälki osoitettu kuvassa



Kuva 141. LTO-kuutiossa havaittavissa pölyntymistä poistoilmapuolella



Kuva 142. PF1, poistopuhaltimen moottori on likaantunut

#### **IV-koneeseen TF2/PF2 liittyvät havainnot**

Liikuntasalin iv-koneeseen TF2/PF2 liittyvät havainnot on esitetty alla olevassa taulukossa ja valokuvissa.

Taulukko 14. IV-koneeseen TF2/PF2 liittyvät havainnot

	<b>TF 2 / PF2</b>
<b>Vaikutusalue</b>	Liikuntasali
<b>Käyntiajat</b>	1/1-teho Ma – Su 04 – 22, muulloin 1/2-teho
<b>Tuloilmakoneen sijainti</b>	iv-konehuone
<b>Valmistus-/ asennusvuosi</b>	1986
<b>erillispoistot/ huippuimurit</b>	-
<b>Raitisilmasäleikkö</b>	ei lumisiepparia (säleikkö ja osin myös ri-kanava yhteinen TF1 kanssa)
<b>Raitisilmakammio /-kanava</b>	Puhdistettavuus huono, alaosassa ei puhdistusluukkaa tai vedenpoistoa. Kanavan eristeet todennäköisesti kastuneet
<b>Lämmön talteenotto</b>	ei varsinaista LTO:a, koneessa palautusilmatoiminto, eli osa poistoilmasta sekoitetaan tuloilmaan ja palautetaan liikuntasaliin
<b>Tulosuodattimet</b>	F7, pussisuodattimet
<b>Suodatinkehikon tiiveys, suodatinkammion siisteys</b>	epätiivis asennus, ohivuotojälkiä
<b>Lämmityspatteri</b>	Lämmityspatteri likaantunut ohivuotojen seurauksena
<b>Tulopuhallinkammio</b>	Kammio siisti. Läpivienneissä kuitulähteitä
<b>Tulopuhallin, hihnojen kunto</b>	ei huomauttamista
<b>Poistosuodattimet</b>	ei poistosuodattimia, kierrätysilmakäyttö
<b>Poistopuhallin, hihnojen kunto</b>	ei huomauttamista
<b>Mahdolliset mineraalivilla-kuitulähteet</b>	äänenvaimenninosa kokonaisuudessaan, tulopuhallinkammion kaapeliläpiviennit

### Toimenpide-ehdotukset, iv-kone TF2/PF2:

IV-koneella on ikää yli 30 vuotta. Kone on käytännössä teknisen käyttöikänsä päässä ja se tulisi uusia. Mikäli koneen käyttöä aiotaan jatkaa, on lyhyellä tähtämellä suositeltavaa suorittaa ainakin seuraavat toimenpiteet:

- Kuitulähteiden poistaminen/kuitujen irtoamisen estäminen
- Raitisilmäsäleikkö on suositeltavaa varustaa lumisiepparilla
- Raitisilmakanavan vedenpoistoa ja puhdistettavuutta tulee parantaa
- Raitisilmakanavan eristeiden kunto on suositeltavaa tarkastaa kastumisen varalta
- Suodatinasennusten tiivyyttä tulee parantaa
- Vuotokohdat tulee tiivistää
- Kone tulee puhdistaa kauttaaltaan



Kuva 143. TF2 raitisilmakanavan alaosan alla konehuoneen lattialla on valumajälkiä



Kuva 144. Raitisilmakanavan alaosan sisäpuolella on kosteusjälkiä.



Kuva 145. TF2, tulosuodattimien kiristykseen käytetty pahvinpaloja



Kuva 146. TF2, tulosuodattimien asennuksessa hyödynnetty pahvinpala on tippunut paikoiltaan



Kuva 147. TF2, lämmityspatteri on likaantunut suodattimien ohivuodon seurauksena



Kuva 148. TF2, tuloilmapuhallinkammiossa on suojaamatonta mineraalivillaa kaapeliläpiviennissä



Kuva 149. TF2, tuloilmapuhallinkammiossa on suojaamatonta mineraalivillaa kaapeliläpivientivarauksissa



Kuva 150. TF2, äänenvaimennusosassa on reikälevyn takana suojaamatonta mineraalivillaa



Kuva 151. TF2, äänenvaimenninosan liitos vuotaa



Poistoilmapuhaltimen moottori ja puhallinkammio on pölyntynyt (poistoilmassa ei suodattimia)



## 7.1.2 Ilmanvaihdon siirto-osat

### Kuntoluokka 2 - 4

Kanavistot ovat alkuperäisiä kierresaumapeltikanavia ja suorakaidepeltikanavia

#### Havainnot:

- Kanavissa havaittiin vuotoja
- kanavien edellinen puhdistus on saadun tiedon mukaan suoritettu v. 2015
- Pölynkoostumustutkimuksessa (kts. Liite 6) tuloilmakanavissa havaittiin mineraalivilakuituja, betonipölyä ja siitepölyä
- Palopeltien asennuksista n. puolet on virheellisiä, pellit on asennettu irralleen osastoivasta rakenteesta
- Kaikki palopellit tarkastettiin ulkopuolelta, ja peltien akselien asentojen perusteella kaikki pellit olivat normaalisti auki

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Mineraalivillalähteet tulee kapseloida tai poistaa
- Tuloilmakammion puhdistusluukun asennus tulee tiivistää
- Mineraalivillalähteiden poistamisen jälkeen on suositeltavaa puhdistaa kanavat
- (Virheellisesti asennettujen palopeltien asennusten korjaus on käytännössä erittäin hankalaa. Virheellisestä asennuksesta aiheutuva riski on korjauskustannuksiin verrattuna pieni, joten asennusten korjaamista ei voida pitää perusteltuna)



Kuva 152. IV-koneen TF1/PF1 jälkeisessä äänenvaimennustassa tuloilmakammiossa on suojaamatonta mineraalivillaa reikäpellin takana



Kuva 153. IV-koneen TF1/PF1 jälkeisen tuloilmakammion puhdistusluukku vuotaa (luukku yritetty tiivistää ilmastointiteipillä)



Kuva 154. Luokka 185, tuloilmakanavan pohjalla pinttynyttä likaa, kts. seuraava kuva



Kuva 155. Luokka 185, tuloilmakanavan pohjalta paperipyyhkeeseen tarttunutta likaa



Kuva 156. Luokka 185, poistoilmakanavan pohjalle pölykertymään tehdyt pyyhkäisyjäljet. Kanavassa normaalia pölykertymää



Kuva 157. WC-tila 110, poistoilmakanavassa normaalia pölykertymää



Kuva 158. Virheellisiä palopeltiasennuksia opetusväline-tilan 173 alakatossa. Pellit asennettu irralleen osastoivasta rakenteesta



Kuva 159. Oikeaoppisesti kiinni osastoivaan rakenteeseen asennetut palopellit ruokalan alakatossa



Kuva 160. Ruokalan alakatto, vasemmanpuoleinen palopelti asennettu kiinni osastoivaan rakenteeseen, oikeanpuoleinen asennus virheellinen, pelti irrallaan seinästä



Kuva 161. . Virheellisiä palopeltiasennuksia opetusvälinetilan 119 alakatossa. Pellit asennettu irralleen osastoivasta rakenteesta.

### 7.1.3 Ilmanvaihdon pääteosat

#### Kuntoluokka 2 - 4

##### Havainnot:

- Luokkatilojen tulo- ja poistopäätelaitteet ovat pääosin alkuperäisiä säleikkömallisia päätelaitteita, joiden mittaus- ja säätöominaisuudet ovat huonot
- Päätelaitteissa ei havaittu mineraalivillalähteitä
- Päätelaitteiden puhdistus on ilmeisesti ollut puutteellista, tuloilmapäätelaitteissa oli paikoin havaittavissa selvästi suurempaa likakertymää kuin viereisessä kanavassa
- Päätelaitteiden sijoittelussa ei periaatteessa ole vikaa tilojen huuhtoutumisen kannalta, oikosulkuvirtauksia suoraan tulopäätelaitteista poistoon ei havaittu. Ilmamäärien yleisen vajauksen (kts. ilmamäärämittaukset) vuoksi ilmanvaihtuvuus ja huuhtoutuminen ei kuitenkaan ole niin tehokasta kuin se voisi olla.

##### Toimenpide-ehdotukset:

- Tuloilmapäätelaitteiden puhdistus iv-koneiden/kanavien kuitulähteiden poistamisen jälkeen
- Keittiön huuvien rasvasuodatinten puhdistaminen pölystä säännöllisesti



Kuva 162. Luokkatilojen päätelaitteiden sijoittelu: Tuloilmasäleiköt on asennettu kotelon otsapintaan ja poistosäleikkö on kotelon alapinnassa.



Kuva 163. Luokka 101, tuloilmasäleikön takana säleikön kiinnityslaatikon pohjalla on likaa



Kuva 164. Tila 174, tuloilmasäleikön takana säleikön kiinnityslaatikon pohjalla on likaa



Kuva 165. Ruokalan tuloilmapäätelaite



Kuva 166. Uusittu pyörrevirtamallinen tuloilmapäätelaite entisissä teknisen työ tiloissa



Kuva 167. Keittiön huuvarn asvasuodattimessa on runsasta pölykertymää

### 7.1.4 Ilmamäärämittaukset

Pistokoeluonteisissa ilmamäärämittauksissa havaittiin huomattavia vajauksia suunnitteluarvoihin nähden kaikissa mitatuissa tiloissa. Mittaustulokset on esitetty alla olevassa taulukossa. Luokkatilojen käyttäjämääriin verrattuna ilmamäärät ovat niin ikään vajaita, tuloilmamäärä ylsi lähelle suositeltua 6 l/s/hlö ohjearvoa ainoastaan tilassa 101. Mahdollisena selityksenä ilmamäärien vajaukselle on kanavien ja iv-koneiden ilmavuodot. Ilmamääriä saadaan oletettavasti kasvatettua paikkaamalla kanavien ja koneiden vuotokohtia.

Taulukko 15. Ilmamäärämittausten tulokset. Yli 20% suunnitteluarvoista poikkeavat tulokset korostettu punaisella. Säleikköjen mittaukset toteutettu huppumittauksena

Tila (iv-kone)	MITTAUSPISTE Tulopäätelaite/ säätö- pelti / kanavamittaus	Pa	k / as.	Tuloilma [l/s]	Poistopäätelaite	Pa	k / as.	Poistoilma [l/s]	Suunniteltu tulo/poisto [l/s]
101 Luokka (TF1/PF1)	Säleikkö Säleikkö			88	Säleikkö			107	+180
				60					-180
				Yht. 148					
103 Luokka (TF1/PF1)	Säleikkö Säleikkö			97	Säleikkö			97	+180
				12					-180
				Yht. 109					
174 Luokka (TF1/PF1)	Säleikkö			67	Säleikkö			64	+100 -100
185 Luokka (TF1/PF1)	Säleikkö Säleikkö			49	Säleikkö			142	+180
				44					-180
				Yht. 93					
152 Ruokala (TF1/PF1)	HUOM! Kanavamittaus yksittäisen tulopäätelaitteen kytkentäkanavasta, ei koko tilan ilmamäärä			67 1/2 nop. 37					+145
146 Liikuntasali (TF2/PF2)	Kanavamittaus (siivoustila172)			1001					+1915

## 7.2 Lämmitysjärjestelmän kuntoarvio

### 2111 Lämmityksen keskusosat

#### Kuntoluokka 5

Rakennuksessa on vesikeskuslämmitys ja lämmöntuotto tapahtuu kaukolämmön avulla. Kiinteistö on liitetty Fortumin kaukolämpöverkkoon.

#### Havainnot:

- Kaukolämmön alajakokeskus on uusittu vuonna 2017, laitteistolla on teknistä käyttöikää jäljellä noin 20 - 25 vuotta.
- Alajakokeskus on POB-tech Oy:n valmistama, käyttöveden lämmönsiirtimen malli on 757M-62 (teho 302 kW) ja lämmityksen siirtimen malli 757L-30 (teho 225 kW)
- Lämpimän käyttöveden menolämpötila oli 58 °C.
- Suunnitelmiin merkitty lämpimän käyttöveden paluuputken lämpömittari on jätetty asentamatta

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Lämpimän käyttöveden paluulämpötilan mittarin asentaminen takuutyönä



Kuva 168. Kaukolämmön alajakokeskus

### 2112 Lämmityksen siirto-osat

#### Kuntoluokka 3 - 4

Lämmitysputket ovat pääosin alkuperäisiä teräsputkia.

#### **Havainnot:**

- Lämmitysputkistot ovat kunnossa ja niillä on teknistä käyttöikää jäljellä kymmeniä vuosia
- Entisissä teknisen työn tiloissa havaittiin yksittäinen lyhyt uusittu putkiosuus patterin alapuolella
- Sulut ja linjasäätöventtiilit ovat havaintojen perusteella alkuperäisiä ja ne ovat periaatteessa teknisen käyttöikänsä päässä

#### **Toimenpide-ehdotukset:**

- Ennen mahdollista peruskorjausta on suositeltavaa suorittaa putkistojen kuntotutkimus (lämmitys- ja käyttövesiputket)
- Sulku- ja linjasäätöventtiilien uusiminen mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä



Kuva 169. Alkuperäisiä lämmitysputkia ja venttiilejä



Kuva 170. Uusittu putkiosuus patterin alapuolella (tila 190)

## Lämmityksen pääteosat

### Kuntoluokka 3 - 4

Lämmityspatterit ovat alkuperäisiä teräslevypattereita ja konvektoreita. Patterit on varustettu termostaattisilla patteriventtiileillä. Pattereiden tekninen käyttöikä voi olla lähemmäs 100 vuotta, jos verkostossa kiertävän veden ominaisuudet ovat suotuisat. Vedessä oleva happi lyhentää lämpöjohtojen ja patterien käyttöikää. Tämän takia ei suositella tarpeetonta veden lisäämistä verkostoon. Mikäli vedenlisäykselle on tarvetta, suositellaan tutkittavan, onko verkostossa vuoto tai onko paisunta-astian toiminnassa puutteita.

#### Havainnot:

- Patteriventtiilit ja termostaatit on pääosin uusittu
- Pattereilla on teknistä käyttöikää jäljellä useita kymmeniä vuosia ja uusituilla patteriventtiileillä ja termostaateilla yli 10 vuotta.
- Tuulikaapeissa on asennettuna lämmitysverkostoon kytketyt kiertoilmalämmittimet

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Ruokalan yläikkunoiden alla olevien konvektorien venttiilien ja termostaattien uusiminen mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä
- Kiertoilmalämmittimien uusiminen mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä



Kuva 171. Lämmityspatteri ja termostaatti. Venttiili ja termostaatti uusittu (patterin alla uusi lämpöjohto-osuus)



Kuva 172. Konvektorimallinen lämmityspatteri yläikkunalla. Termostaattiosa ja venttiili alkuperäisiä



Kuva 173. Konvektorimallinen lämmityspatteri pukuhuoneessa 112. Venttiili ja termostaatti uusittu



Kuva 174. Kiertoilmalämmitin keittiön eteisessä

## 7.2.1 Käyttövesijärjestelmien kuntoarvio

### Vesijohdot

#### Kuntoluokka 3 - 4

Rakennuksen tonttijohto on muovia. Tonttivesijohto on alkuperäinen.

Rakennuksen sisäiset vesiputket ovat alkuperäisiä kupariputkia.

#### **Havainnot:**

- Vesijohtoverkosto on silmämääräisesti arvioituna kunnossa ja sillä on laskennallista teknistä käyttöikää jäljellä noin 20 vuotta.

#### **Toimenpide-ehdotukset:**

- Ennen mahdollista peruskorjausta on suositeltavaa suorittaa putkistojen kuntotutkimus (lämmitys- ja käyttövesiputket)



Kuva 175. Tonttivesijohto ja vesimittari



Kuva 176. Vesijohtoverkoston alkuperäisiä venttiilejä



Kuva 177. Alkuperäisiä vesijohtoasennuksia. Liitokset toteutettu puserrusliitoksina ja juotosliitoksina



Kuva 178. Alkuperäisiä vesijohtoja ja eristeitä (opetusvälinetilan 119 alakatto)

### Vesi- ja viemärikalusteiden pääteosat

#### Kuntoluokka 2 - 4

Vesi- ja viemärikalusteet ovat osin alkuperäisiä ja osin uusittuja. Sekoittajat ovat pääasiassa Oras-merkkisiä.



**Havainnot:**

- Vesi- ja viemärikalusteet ovat havaitulta osin kunnossa
- Keittiössä on käytetty lattiakaivoissa kuparisia korokerenkaita.

**Toimenpide-ehdotukset:**

- Vesi- ja viemärikalusteita uusitaan/kunnostetaan tarpeen mukaan normaalin huolto-toiminnan yhteydessä.
- Keittiön lattiakaivojen puhdistus on syytä suorittaa säännöllisesti, koska kaivon mahdollisesti padottaessa kupariset korokerenkaat eivät ole rakenteisiin päin yhtä tiiviitä kuin nykyisin käytettävät kaivoratkaisut



Kuva 179. Alkuperäisiä vesikalusteita ruokalassa



Kuva 180. Uusittu kaksoishuhtelulla varustettu WC-istuin.



Kuva 181. Alkuperäisiä vesi- ja viemärikalusteita



Kuva 182. Kosketusvapaaat elektroniset suihkusekoittajat suihkutilassa 109



Kuva 183. Keittiön valurautainen lattiakaivo, kaivossa havaittavissa korrosiota. Korokerenkaat ovat kuparia.



Kuva 184. Muovinen lattiakaivo suihkutilassa

## 8. Sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien kuntoarvio

### 8.1 S1 Asennus ja apujärjestelmät

- Kuntoluokka 4

#### Rakennekuvaus:

- Johdotukset kulkevat rakenteisiin asennetuissa sähköputkissa, kaapelihyllyillä, johdokouruissa sekä pinta-asenteisina.

#### Havainnot:

- Tarkastetut johtotiet ovat pääosin alkuperäisiä eikä niissä havaittu vikoja tai puutteita.
- Tarkastetuissa sähköläpiviennissä ei havaittu vikoja tai puutteita. Mahdollisia uusia johdotuksia asennettaessa tulee läpiviennit tiivistää ko. osastoivaa rakennetta vastaavaksi. Vähintäänkin osastoihin rakenteisiin tehdyt läpiviennit on suositeltavaa tarkastaa ja tiivistää tarvittaessa.
- Alkuperäisten johtoteiden keskimääräistä teknistä käyttöikää (n. 40 v) on jäljellä n. 10 vuotta.

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Normaalit huolto ja kunnossapitotoimenpiteet
- Läpivientien tarkastus ja tarvittavat tiivistykset
- Johtoteiden uusimiset ja lisäykset tarvittaessa sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.



Kuva 185. Kaapelihyllyjä sähköpääkeskustilassa.



Kuva 186. Alkuperäisiä johdokouruasennuksia.

## 8.2 S2 Sähkönjakelu ja siihen liitetyt kuormitukset

### 8.2.1 S21 Sähköenergian tuotanto ja liittäminen

- Kuntoluokka 4

#### Rakennekuvaus:

- Kiinteistö on liitetty paikalliseen pienjännite (0,4 kV) sähköverkkoon.

#### Havainnot:

- Kiinteistön liittymiskaapeleita on kaksi kappaletta, tyyppi AXCMK 3x185+57.
- Liittymiskaapeleiden keskimääräistä teknistä käyttöikää (n. 50 v) on jäljellä yli 10 vuotta.
- Liittymiskaapelit on suositeltavaa uusia tarvittaessa sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Normaalit huolto ja kunnossapitotoimenpiteet

### 8.2.2 S22 Sähköenergian pääjakelu

- Kuntoluokka 3...4

#### Rakennekuvaus:

Rakennusten sähköpääkeskus sijaitsee sähköpääkeskustilassa. Ryhmäkeskuksia sijaitsee käytävien sähkökeskuskomeroissa, keittiössä sekä teknisissä tiloissa.

Maadoitukset on toteutettu betonirauδοitukseen ja putkistoihin. Pääpotentialintasauskisko sijaitsee sähköpääkeskustilassa.

Loistehon kompensointilaitteiston teho on 90 kVAr ja se sijaitsee sähköpääkeskustilassa.

Keskusten väliset syöttökaapelit ovat pääosin 5-johdinjärjestelmän mukaisia muovieristeisiä kaapeleita.

#### Havainnot:

- Sähkökeskukset ovat alkuperäisiä ja tyydyttävässä kunnossa (KL3).
- Keskukset ovat koteloituja ja kosketussuojattuja. Keskuksessa RK15 havaittiin varokekansa josta puuttuu lasi, nämä tulee korvata uudella. Keskuskomerossa RK12 havaittiin irrotettuja, käytöstä poistettuja kaapelinpäitä. Muissa keskuksissa ei havaittu turvallisuuspuutteita.
- Keskusten keskimääräistä teknistä käyttöikää (30-40v) on jäljellä n. 10 vuotta.
- Kiinteistön maadoitusjärjestelmä on alkuperäinen, keskimääräinen tekninen käyttöikä n. 50 vuotta. Maadoituksen toiminnassa ei havaittu puutteita (KL4).
- Kompensointilaitteisto on alkuperäinen ja sen keskimääräinen tekninen käyttöikä (20-30 v) on lopussa. Laitteistoa kuitenkin huolletaan, paikalla tehtyjen havaintojen perusteella, kerran vuodessa, jolloin sen komponentteja uusitaan tarvittaessa.
- Keskusten väliset kaapeloinnit ovat tyydyttävässä kunnossa (KL3), keskimääräistä teknistä käyttöikää (n. 40 v) jäljellä n. 10 vuotta.
- Sähkökeskukset ja kompensointilaitteisto, sekä tarvittaessa maadoitus, on suositeltavaa uusia sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Normaalit huolto ja kunnossapitotoimenpiteet.
- Viallisen varokekansien vaihto, keskus RK15.



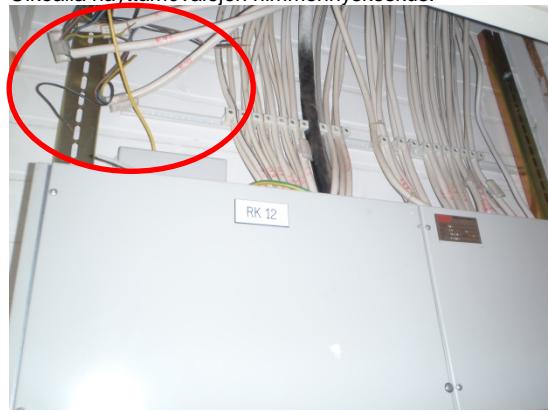
Kuva 187. Yleiskuva sähköpääkeskushuoneesta.



Kuva 188. Ryhmäkeskus RK14 keskuskomerossa. Oikealla näyttämövalojen himmennyskeskus.



Kuva 189. Varokekansien lasia puuttuu, RK15.



Kuva 190. Irrotettuja kaapelinpäitä RK12 sähkökeskuskomerossa.

### 8.2.3 S23 Laitteiden ja laitteistojen sähköistys

- Kuntoluokka 3

#### Rakennekuvaus:

LVI-laitteistojen sähköistys on uusittu tarvittaessa laitteistousintojen yhteydessä.

Keittiölaitteiden sähköistys on uusittu tarpeen mukaan.

#### Havainnot:

- Laitteistojen sähköistykset ovat tyydyttävässä kunnossa.
- Alkuperäisten kaapelointien keskimääräistä teknistä käyttöikää (20-40 v) on jäljellä n. 10 vuotta.
- Laitteistojen sähköistys on suositeltavaa uusita ko. laitteistojen uusimisen yhteydessä.

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Normaalit huolto ja kunnossapitotoimenpiteet



Kuva 191. IV-koneiden sähköistyksiä on uusittu tarpeen mukaan.

### 8.2.4 S24 Sähköliitännätjärjestelmät

- Kuntoluokka 4

#### Rakennekuvaus:

Kiinteistön pistorasiat ovat maadoitettuja. Pistorasiat ovat rakennusajan tavan mukaisesti vikavirtasuojamattomia.

#### Havainnot:

- Tarkastetut pistorasiat ovat pääosin alkuperäisiä ja hyväkuntoisia. Alkuperäisistä pistorasioista puuttuu nykyvaatimusten mukainen henkilö ja paloturvallisuutta parantava vikavirtasuojaus.
- Luokassa 136 havaittiin rikkiäinen pistorasian peitelevy. Suositellaan korjaamaan asennus.
- Maadoitukset olivat tarkastetuilta osin kunnossa.
- Pistorasioiden keskimääräistä teknistä käyttöikä (20-40v) on jäljellä n. 10 vuotta.
- Pistorasiajärjestelmien uusiminen ja vikavirtasuojaus on suositeltavaa toteuttaa sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Normaalit huolto ja kunnossapitotoimenpiteet.
- Rikkiäisen peitelevyn uusiminen, luokka 136.



Kuva 192. Alkuperäinen uppoasennuspistorasia.



Kuva 193. Rakennusajankohdan jälkeen asennettuja pistorasiakalusteita.



Kuva 194. Rikkinäinen pistorasian peitelevy, luokka 136.

## 8.2.5 S25 Valaistusjärjestelmä

### S251 Sisävalaistusjärjestelmä

- Kuntoluokka 2

#### Rakennekuvaus:

Yleisten tilojen sisävalaistus on toteutettu pääosin hehku- loiste- ja pienoisloistelamppuvalaisimin. Valaistuksen ohjaustapana ovat pääosin kytkimet.

#### Havainnot:

- Valaisimet ja valaistuksen ohjauslaitteet ovat pääosin alkuperäisiä ja välttävissä kunnossa.
- Hehkulamppuvalaisimiin on asennettu valonlähteiksi energiansäästölamput.
- Valaisimissa havaittiin erisävyisiä valonlähteitä samassa tilassa.
- Valaistustasojen mitattiin olevan tarkoituksenmukaisia (luonnonvalo vaikutti mittaus-tuloksiin osissa tiloja).
- Alkuperäisten valaisinlaitteiden keskimääräinen tekninen käyttöikä (20-30 v) on lopussa.
- Kiinteistön sisävalaistus on suositeltavaa uusia viimeistään muiden sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä. Uusimalla valaisimet LED-valaisimiksi voidaan säästää sähköenergiaa.
- Valaisimien uusimisen yhteydessä on suositeltavaa uusia myös näiden ryhmäjohtot, jotta valaistuksenohjaus voidaan toteuttaa energiatehokkaalla tavalla.

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Sisävalaistusten uusiminen



Kuva 195. Aulatilalan valaisimia. Huom. erisävyiset lamput.



Kuva 196. Luokkatilojen valaistustasot olivat tarkoituksenmukaisia.

### **S252 Ulkovalaistusjärjestelmä**

- Kuntoluokka 2

#### **Rakennekuvaus:**

Ulkovalaisimet ovat pylväsvalaisimia ja seinävalaisimia. Ulkovalaistusta ohjataan automaatiojärjestelmän avulla.

#### **Havainnot:**

- Piha-alueen valaisimet ovat pääosin alkuperäisiä ja pääosin välttävissä kunnossa.
- Alkuperäisten valaisimien keskimääräinen tekninen käyttöikä (20-30) on lopussa.
- Ulkovalaisimet on suositeltavaa uusia LED valaisimiksi viimeistää muiden sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

#### **Toimenpide-ehdotukset:**

- Normaalit huolto ja kunnossapitotoimenpiteet.
- Alkuperäisten ulkovalaisimien uusiminen.



Kuva 197. Pylväsvalaisin piha-alueella.



Kuva 198. Valaisin pihan katoksessa.

### **8.2.6 S26 Sähkölämmitysjärjestelmät**

- Kuntoluokka 3

#### **Rakennekuvaus:**

Liikuntasalin pesuhuoneiden lattiat sekä näyttämön lattia on varustettu lattialämmityksellä.

#### **Havainnot:**

- Lattialämmitykset ovat alkuperäisiä ja tyydyttävässä kunnossa.
- Lämmityksien ohjausperiaate ei kiinteistökierröksellä selvinnyt.
- Lattialämmitysten keskimääräinen tekninen käyttöikä on 25-30 vuotta. Lattialämmitykset on suositeltavaa uusia tilaremonttien yhteydessä.

#### **Toimenpide-ehdotukset:**

- Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet.
- Lattialämmitysten uusiminen ko. tilojen peruskorjausten yhteydessä.



Kuva 199. Lattialämmitysten ohjauskytkimet.

## 8.3 S6 Turvavalaistusjärjestelmät

- Kuntoluokka 2

### Rakennekuvaus:

Rakennuksessa on turvavalaistusjärjestelmä, joka koostuu poistumisopastevalaisimista ja turvavalo-keskuksesta sekä näiden välisistä kaapeloinneista. Poistumisteille ohjaa myös jälkiheijastavat poistumisopasteet.

### Havainnot:

- Järjestelmä on pääosin alkuperäinen ja välttävissä kunnossa.
- Järjestelmän huollot ja testaukset on suoritettu asianmukaisesti.
- Järjestelmän tekninen käyttöikä (keskus 15-25v, valaisimet 20-30v) on lopussa ja se on suositeltavaa uusia viimeistään kiinteistön sisävalaistuksen uusimisen yhteydessä.

### Toimenpide-ehdotukset:

- Normaali huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet
- Turvavalaistusjärjestelmän uusiminen



Kuva 200. Turvavalo-keskus sähköpääkeskustilassa.



Kuva 201. Poistumisopaste ja -valaisin.

## 8.4 T1 Viestintä ja tietoverkkojärjestelmät

### 8.4.1 T110 Antennijärjestelmä

- Kuntoluokka 3

### Rakennekuvaus:

Rakennuksessa on yhteisantennijärjestelmä. Antennivahvistinlaitteet sijaitsevat IV-konehuoneessa.

### Havainnot:

- Antennijärjestelmä on alkuperäinen ja tyydyttävässä kunnossa.



- Antenniverkon keskimääräistä teknistä käyttöikää (30-40 v) on jäljellä n. 10 vuotta. Vahvistinlaitteiden tekninen käyttöikä on huomattavasti lyhyempi.
- Antennijärjestelmä on suositeltavaa uusien sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

**Toimenpide-ehdotukset:**

- Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet



Kuva 202. Antennivahvistin.

### 8.4.2 T130 Yleiskaapelointijärjestelmä (ATK-järjestelmä)

- Kuntoluokka 3

**Rakennekuvaus:**

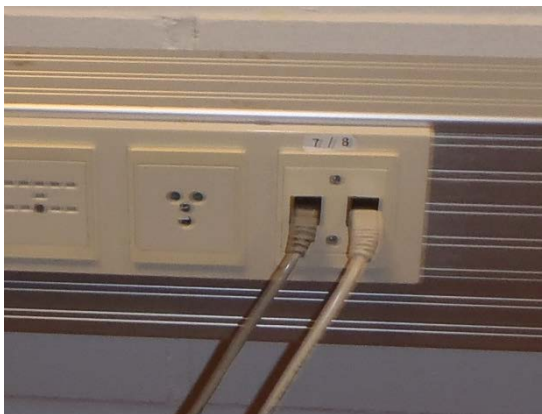
Rakennuksessa on kuitukaapeliliittymä. Sisäverkko on parikaapelilla toteutettu ATK verkko. Lisäksi tiloihin on asennettu WLAN-tukiasemia.

**Havainnot:**

- Verkosto on rakennettu kategorian 5 (CAT5) mukaiseksi.
- Järjestelmä on tyydyttävässä kunnossa.
- Verkoston keskimääräinen tekninen käyttöikä (20-30 v) on lopussa ja se on suositeltavaa korvata yleiskaapelointijärjestelmällä (tietoliikenne ja puhelin) sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

**Toimenpide-ehdotukset:**

- Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet.



Kuva 203. Alkuperäiset puhelin ja ATK kalusteet.

### 8.4.3 T140 Puhelinjärjestelmä

- Kuntoluokka 3

**Rakennekuvaus:**

Rakennuksessa on käytössä perinteinen puhelinjärjestelmä.

**Havainnot:**

- Verkosto on rakennettu harvaan kierretyllä parikaapelilla.
- Järjestelmä on tyydyttävässä kunnossa.
- Verkoston keskimääräistä teknistä käyttöikä (30-40 v) on jäljellä n. 10 vuotta ja se on suositeltavaa korvata yleiskaapelointijärjestelmällä sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

**Toimenpide-ehdotukset:**

- Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet.

## 8.5 T2 Tilakohtaiset kuva- ja äänijärjestelmät

### 8.5.1 T210 AV-järjestelmä

- Kuntoluokka 3

**Rakennekuvaus:**

Rakennuksessa on käytössä keskusradiojärjestelmä.

**Havainnot:**

- Järjestelmä on pääosin alkuperäinen ja tyydyttävässä kunnossa.
- Järjestelmän keskimääräinen tekninen käyttöikä (20-30v) on lopussa ja se on suositeltavaa uusia sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

**Toimenpide-ehdotukset:**

- Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet.



Kuva 204. Keskusradiolaitteita.

## 8.6 T4 Tiedotus- ja näyttöjärjestelmät

### 8.6.1 T410 Ajannäyttöjärjestelmä

- Kuntoluokka 3

**Rakennekuvaus:**

Rakennuksessa on ns. keskuskellojärjestelmä.

**Havainnot:**

- Järjestelmä on pääosin alkuperäinen ja tyydyttävässä kunnossa.
- Järjestelmän keskimääräinen tekninen käyttöikä (20-30v) on lopussa ja se on suositeltavaa uusia sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

**Toimenpide-ehdotukset:**

- Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet.

## 8.7 T5 Tilaturvallisuusjärjestelmät

### 8.7.1 T530 Murtoilmaisujärjestelmä

- Kuntoluokka 3

#### Rakennekuvaus:

Rakennuksessa on käytössä murtoilmaisujärjestelmä, joka koostuu rikosilmoituskeskuksesta, käyttölaiteista, liiketunnistimista, ovien magneettikytkimistä ja ulkosireeneistä sekä näiden välisistä kaapeloinneista.

#### Havainnot:

- Järjestelmän komponentteja on uusittu tarpeen mukaan ja se on toimintakuntoinen.
- Järjestelmän keskimääräistä teknistä käyttöikä on n. 15 vuotta.
- Järjestelmä on suositeltavaa uusien sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä.

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet.



Kuva 205. Liiketunnistin aulatilassa.

### 8.7.2 550 Kameravalvontajärjestelmä

- Kuntoluokka 4

#### Rakennekuvaus:

Järjestelmällä valvotaan piha-aluetta. Järjestelmä koostuu kuvatallentimesta, näyttölaitteesta ja ulkokameroista sekä näiden välisistä kaapeloinneista.

#### Havainnot:

- Järjestelmä on asennettu rakennusajankohdan jälkeen ja se on hyväkuntoinen.
- Järjestelmän keskimääräinen tekninen käyttöikä on 8-15 vuotta.

#### Toimenpide-ehdotukset:

- Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet.



Kuva 206. Valvontakamerat rakennuksen nurkalla.

## 9. T8 Automaatio- ja mittausjärjestelmät

### 9.1.1 T810 Rakennusautomaatiojärjestelmä

- Kuntoluokka 4

#### Rakennekuvaus:

Kiinteistö on varustettu Siemens rakennusautomaatiojärjestelmällä, joka on asennettu vuonna 2008. PC-valvomo sijaitsee yläkoululla. IV-koneiden yhteydessä on yksittäisiä toimilaitteita ja antureita, jotka ovat alkuperäisiä 1980-luvulta.

#### Havainnot:

- Lämmityksen automaatiolaitteet on uusittu alajakokeskuksen uusimisen yhteydessä vuonna 2017

#### Toimenpide-ehdotukset:

Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet (iv-koneiden mahdollisen uusimisen yhteydessä tulevat uudistetuksi myös niihin liittyvät anturit ja toimilaitteet)



Kuva 207. Valvonta-alakeskus lämmönjakohuoneessa

## 10. Asbesti- ja haitta-ainetutkimus, yhteenveto

Rakennukseen suoritettiin asbesti- ja haitta-ainekartoitus. Kartoituksen tuloksista on laadittu erillinen raportti, joka on liitteenä 7.

Tärkeimmät havainnot:

- Rakennusmateriaalit eivät sisällä asbestia.
- Ulkoseinän bitumikermikatteen PAH-yhdisteiden pitoisuus alittaa PAH-yhdisteille annetun raja-arvon.
- Sokkelimaan lyijypitoisuus alittaa lyijylle annetun raja-arvon.

## 11. Rakennuksen ilmanpitävyystudkimus, yhteenveto

Koulurakennuksen valikoidut tilat tutkittiin ilmanvuotokohtien paikallistamiseksi. Tutkimusta varten tilojen välioviin asennettiin BlowerDoor-laite ja tutkittavaan huoneeseen luotiin n. 40 Pa alipainetta suhteessa ulkoilmaan. Tutkittavan tilan ulkovaipparakenteet tarkistettiin mahdollisten vuotoilmavirtaus-ten varalta. Tutkimuksen apuvälineinä käytettiin thermoanemometriä ja lämpökameraa.

Tutkimustilojen vaipparakenteista paikallistetuista ilmanvuotokohdista koottiin ilmanvuotokohtaluettelo, joka löytyy liitteestä 8. Vuotokohtat paikallistettiin pääosin lämpökameralla. Lisäksi käytettiin thermoanemometriä vuotoilmavirtaus-ten osoittamiseksi. Valokuvat otettiin mm. thermoanemometrillä mitatuista vuotoilmavirtaus-ten nopeuksista. Vuotoilmavirtaus-ten nopeus antaa viitteitä vuotokohtan suuruudesta. Arvioinnissa on kuitenkin otettava huomioon se, että virtausnopeus riippuu myös monista muista seikoista, kuten paine-erosta, vuotoreitin pituudesta, muodosta ja pintastruktuurista.

Tarkastuksessa keskeisimpiä vuotokohtia todettiin seuraavasti:

### Ikkunoissa ja ikkunoiden seinäliittymistä

Ikkunoihin liittyviä vuotoilmavirtauksia todettiin sekä karmin ja puitteiden välistä että ikkunoiden seinäliittymistä kaikissa tutkituissa huoneissa. Huoneen 101 ikkunasta irrotettiin yläkarmin liitoslista, mistä havaittiin ikkunan karmin ja ulkoseinän sisäkuoren välissä tiivistämättä oleva rako, josta mitattiin suuria vuotoilmavirtauksia ulkoseinän eristetilasta huoneilmaan.

### Yläpohjarakenteista

Kaikissa tutkimustiloissa on puurunkoinen yläpohja, jossa ilmanpitävyyserroksena toimii höyrynsulkumuovi. Höyrynsulkumuovi ei kuitenkaan ollut useimmissa huoneissa tarkistettavissa levyverhouksen vuoksi. Tiloissa, joissa yläpohjassa on levyverhous, vuotoilmavirtauksia todettiin levyverhouksen seinäliittymistä ja levytyksen läpivienneistä. Monistamo- ja materiaalihuoneessa sekä soluhallissa pystytettiin avaamaan alaslaskettuja akustiikkalevyjä ja tarkistamaan höyrynsulkumuovin asennus. Asennuksessa havaittiin selkeitä puutteita.

## 12. Homekoiratutkimus, yhteenveto

Kohteeseen suoritettiin homekoiratutkimus, jota hyödynnettiin rakenneavausten kohdentamisessa. Koira teki useita ilmaisuja mm. seinä-lattiarajaan ja ikkunaliittymiin. Tutkimuksesta on laadittu erillinen raportti, joka on liitteenä 9.

## 13. Viemärien kunto, yhteenveto

Rakennuksen jäte-, sade- ja salaojaviemärit kuvattiin otantana sisäpuolisesti TV-kameralla. Tutkimuksen tuloksista on laadittu erillinen raportti, joka on liitteenä 10. Lisätyöraportti on liitteenä 11.

## 14. Yhteenveto suositeltavista toimenpiteistä

Seuraavassa on esitetty suositeltavat korjaustoimenpiteet rakennesoitain, mikäli rakennus päätetään korjata. Esitetyt korjaustoimenpiteet pohjautuvat rakennusosissa havaittuihin sisäilmariskeihin.

Rakennuksen korjausaste muodostuu korkeaksi johtuen käytetyistä rakenneratkaisuista ja rakenteiden/materiaalien ja talotekniikan ikääntymisestä. Korjauskustannukset nousevat korkeasta kor-

jausasteesta johtuen korkeiksi, joten rakenteiden laajamittainen korjaaminen ei todennäköisesti ole taloudellisesti kannattavaa suhteessa rakennuksen purkamiseen ja uudisrakentamiseen.

### Alapohja

- Perusmuurin ulkopuolisen patolevyn ja sepelin asennus koko rakennuksen ympärille siten, että ne täyttävät tarkoituksensa
- Salaojajärjestelmän toimivuuden varmistus / uusiminen
- Maanpinnan madaltaminen (pääosin rakennuksen itä- ja koillisjulkisivulla) ja maanpinnan kallistusten korjaus rakennuksesta pois päin viettäväksi
- Alapohjatilán hiekkatäytön korvaaminen sepelillä sekä ryömintätilan säännöllisen tarkastuksen vuoksi tilán korkeuden kasvattaminen
- Alapohjatilán tuuletuksen parantaminen
- Alapohjan ja ulkoseinien liitoskohtien tiivistäminen
- Tilán 130 lattiapinnoitteen uusiminen sekä kyseisen kohdan kosteuden hallinta ennen uusien pinnoitteiden asentamista

### Julkisivut, ulkoseinät ja ikkunat

- Vesikattojen vedenohjausten parantaminen siten, että vettä ei ohjaudu julkisivuun
- Julkisivun alaosaan roiskuvan veden estäminen
- Ulkoseinien sisäpuolisten osien ja liitosten tiivistäminen
- Ikkunoiden uusiminen ja vesipellitusten kaatojen korjaus sekä liitoskohtien tiivistäminen sisä- ja ulkopuolelta
- Ulkoseinien lämmöneristeilöiden uusiminen

### Väliseinät ja sisätilat

- Mineraalivillaisten akustiikkalevyjen poisto ja uusiminen pinnoitettuihin mineraalivillaeristeisiin tai kipsiakustiikkalevyihin
- Putkien eristeiden pinnoittaminen
- Tilán 142 seinärakenteiden purkaminen ja uusiminen kuivan tilán seinärakenteena, mikäli tilaa ei enää käytetä pesutilana
- Väliseinärakenteiden liikuntasauvojen elastisten massojen uusiminen
- Alakattotilojen puhdistaminen pölystä

### Vesikatto ja yläpohja

- Yläpohjan muovikalvon uusiminen höyrynsulkumuoviksi liitoskohdat tiivistäen liitosnauhoilla
- Yläpohjan lämmöneristeiden korjaus/lisääminen höyrynsulun asennuksen yhteydessä
- Tilán 152 betonipilareiden ympäristöjen yläpohjarakenteen korjaus/uusiminen
- Vesikatteen liitoskohtien ja läpivientien tiivistäminen

### Ilmanvaihto

Kone TF1/PF1:

- Kuitulähteiden poistaminen/kuitujen irtoamisen estäminen
- Raitisilmasäleikkö on suositeltavaa varustaa lumisiepparilla
- Raitisilmakanavan vedenpoistoa ja puhdistettavuutta tulee parantaa
- Raitisilmakanavan eristeiden kunto on suositeltavaa tarkastaa kastumisen varalta
- Suodatinasennusten tiivyyttä tulee parantaa
- Tuloilmapuhaltimen puolinopeuskäytön hihna tulee vaihtaa ja hihnojen kunnon tarkkailua tulee parantaa
- Kone tulee puhdistaa kauttaaltaan

**Kone TF2/PF2:**

- Kuitulähteiden poistaminen/kuitujen irtoamisen estäminen
- Raitisilmasäleikkö on suositeltavaa varustaa lumisiepparilla
- Raitisilmakanavan vedenpoistoa ja puhdistettavuutta tulee parantaa
- Raitisilmakanavan eristeiden kunto on suositeltavaa tarkastaa kastumisen varalta
- Suodatinasennusten tiivyyttä tulee parantaa
- Vuotokohdat tulee tiivistää
- Kone tulee puhdistaa kauttaaltaan

**Siirto-osat:**

- Mineraalivillalähteet tulee kapseloida tai poistaa
- Tuloilmakammion puhdistusluukun asennus tulee tiivistää
- Mineraalivillalähteiden poistamisen jälkeen on suositeltavaa puhdistaa kanavat
- (Virheellisesti asennettujen palopeltien asennusten korjaus on käytännössä erittäin hankalaa. Virheellisestä asennuksesta aiheutuva riski on korjauskustannuksiin verrattuna pieni, joten asennusten korjaamista ei voida pitää perusteltuna)

**Pääteosat:**

- Tuloilmapäätelaitteiden puhdistus iv-koneiden/kanavien kuitulähteiden poistamisen jälkeen
- Keittiön huuvien rasvasuodatinten puhdistaminen pölystä säännöllisesti

**Lämmitysjärjestelmät**

- Lämpimän käyttöveden paluulämpötilan mittarin asentaminen takuutyönä
- Ennen mahdollista peruskorjausta on suositeltavaa suorittaa lämmitys- ja käyttövesiputkistojen kuntotutkimus
- Sulku- ja linjasäätöventtiilien uusiminen mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä
- Ruokalan yläikkunoiden alla olevien konvektorien venttiilien ja termostaattien uusiminen mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä
- Kiertoilmalämmittimien uusiminen mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä

**Käyttövesijärjestelmät**

- Ennen mahdollista peruskorjausta on suositeltavaa suorittaa lämmitys- ja käyttövesiputkistojen kuntotutkimus
- Vesi- ja viemärikalusteiden uusiminen/kunnostaminen normaalin huoltotoiminnan yhteydessä
- Lattiakaivojen puhdistus säännöllisesti

**Sähkö- ja tietotekniset järjestelmät**

- Normaalit huolto- ja kunnossapitotoimet
- Läpivientien tarkastus ja tarvittavat tiivistykset
- Johtoteiden uusimiset ja lisäykset sähköjärjestelmien uusimisen yhteydessä
- Viallisten varokekansien vaihto, keskus RK15
- Rikkinäisen pistorasian peitelevyn uusiminen luokassa 136
- Alkuperäisten ulkovalaisimien uusiminen
- Lattialämmitysten uusiminen peruskorjauksen yhteydessä
- Turvalaistujärjestelmän uusiminen

Korjaustoimenpiteistä tulee laatia korjaussuunnitelma ja korjaustyöt tulee tehdä valvotusti. Suunnittelijalla ja valvojalla tulee olla kokemusta kosteus- ja homevaurioiden korjauksista sekä rakenteiden tiivistyskorjauksista. Tiivistyskorjaustyön laatu ja onnistuminen tulee varmistaa merkkiainekokeiden avulla. Korjaus- ja saneeraustöiden jälkeen tulee huolehtia perusteellisesta loppusiivouksesta.



## Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

Nissnikun alakoulu  
WO-00550582

10.4.2018  
88(87)

Inspecta Oy vastaa antamastaan lausunnosta konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 2013).

Helsingissä 10.4.2018

Ville Ruotsalainen, RI  
Asiantuntija

Sami Kallio, RI  
Asiantuntija

Elli Laine, DI, RTA  
Tekninen asiantuntija

Kaisa Wallenius, MMT, RTA  
Johtava asiantuntija

Jouko Pekkarinen, DI  
Asiantuntija

Olli Karvonen  
Sähköasiantuntija