

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus WO-00973797  
22.5.2023

# Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus

Varissuon koulu  
Kuopuksenpolku 1  
20610 Turku





## Tutkimuksen tilaaja

Turun kaupunki  
Tilapalvelut  
Johanna Kaipia  
Sisäilma-asiantuntija  
+358 40 489 4574  
johanna.kaipia@turku.fi

## Tutkimuskohde

Kiinteistön nimi: Varissuon koulu  
Kiinteistön osoite: Kuopuksenpolku 1, 20610 Turku  
Rakennuksen tyyppi: Opetusrakennus  
Tilavuus: 15 300 m<sup>3</sup>  
Huoneistoala: 3 060 m<sup>2</sup>  
Valmistumisvuosi: 1983

## Tutkimusajankohta

21.2.2023 – 23.2.2023

## Tutkimuksen suorittajat

### Kiwa Inspecta

Sähköposti: etunimi.sukunimi@kiwa.com

Raisa livari  
FM  
Sertifioitu RTA  
Sertifioitu SISA  
puh. 0504701003

Sami Kallio  
RI (AMK)  
Sertifioitu RTA  
puh. 0504673122

Michael Nyby  
Rkm, OVK  
IV-asiantuntija  
puh.0504643225

Stefanos Liappas  
Laboratorioanalyttikko (AMK)  
Asiantuntija

Lauri Kallio  
RI (AMK)  
Sertifioitu AHA-asiantuntija

Daniel Holm  
LVI-insinööri  
IV-asiantuntija

Jaana Vainio  
Insinööri (AMK)  
Asiantuntija

## Liitteet

- Liite 1. Tutkimuspaikat pohjakuvissa (2 sivua)
- Liite 2. Mikrobinäytteiden analyysivastaus MIK10462
- Liite 3. Kuitunäytteiden analyysivastaus, KUI2431 (2 sivua)
- Liite 4. Sisäilman olosuhde- ja paine-eroseurannan tulokset (11 sivua)
- Liite 5. Ilmamäärämittaukset pohjakuvissa (3 sivua)

### © Inspecta Oy

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

Mitään tämän raportin osaa ei saa muokata, jäljentää taikka julkaista missään muodossa tai millään tavoin ilman julkaisijan antamaa kirjallista lupaa.

Tämä raportti ei ole julkisesti saatavilla, vaan se on jaettu vain hankkeen tilaajalle. Raportin jakelu hankeryhmän ulkopuolella tapahtuu vain tilaajan toimesta ja vastuulla.

### Inspecta Oy

PL 1000  
00581 Helsinki  
Puh. 010 521 600, fi.asiakaspalvelu@kiwa.com

### Pääkonttori

Sörnäistenkatu 2  
00580 Helsinki  
www.kiwa.com/fi

### Y-tunnus

1787853-0





## Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää Varissuon koulurakennuksen rakenteiden kuntoa ja niiden toteutustapoja sekä ilmanvaihtojärjestelmän kunto ja sen toimivuus. Tutkimustulokset toimivat tilaajalle lähtötietoina rakennuksen korjattavuutta arvioitaessa. Tutkittavat rakennusosat ja tutkimusten laajuus on määritetty aikaisemmin laaditussa tutkimussuunnitelmassa sekä tilaajan kanssa käydyissä keskusteluissa.

Tutkimuksen kohteena oli Varissuon koulurakennus. Rakennuksen valmistumisvuosi on 1983, eikä sitä ole laajennettu. Ensimmäisessä kerroksessa sijaitseva talonmiehen asunto on muutettu toimistoksi vuonna 1998. Vuonna 2006 on muutettu korttelipoliisin tilat opetustiloiksi sekä tehty liikuntasalin puku- ja pesutilojen korjauksia. Osa keittiötiloista on muutettu ruokailu- ja kokoustilaksi vuonna 2011.

Rakenteissa havaittiin sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä. Merkittävin sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on ilmayhteys vaurioituneista rakenteista sisäilmaan. Paikallisia kosteusvaurioita havaittiin ala- ja yläpohjissa sekä ulko- ja väliseinissä. Rakenteissa havaittiin riskirakenteita, kuten teknisen työn luokassa ja liikuntasalissa maanvaraisen betonilaatan yläpuolelta puukoolattu alapohjarakenne, jonka vauriomekanismina on maaperän kosteuden kapillaarinen nousu maanvaraiseen betonilaattaan. Ulkoseinissä riskirakenteena havaittiin heikosti tuulettuva tiili-villa-tiili sandwichelementti, jonka vauriomekanismina on eristetilan kastuminen viistosateen vuoksi. Vesikattomuotona loiva kermikate on myös riskirakenne, jonka vauriomekanismina on mm. vesikatteen vuotaminen erityisesti läpivientikohdista. Riskit olivat toteutuneet liikuntasalin alapohjassa sekä paikoitellen ulkoseinärakenteissa. Lisäksi vaurioita rakenteisiin ovat aiheuttaneet kattovuodot ja ulkopuolinen kosteuskuormitus.

Rakennuksessa havaittiin kuitulähteitä, joista voi irrota mineraalivillakuituja sisäilmaan.

Ilmanvaihtojärjestelmä tutkittiin aistinvaraisesti sekä pistokoeluontoisin mittauksin. Ilmanvaihtokoneet ovat ylittäneet käyttöikänsä. Ilmamäärämittauksissa ilmamäärät eivät suurimmalta osin olleet suunnitelluarvojen mukaiset. Useassa luokahuoneessa oli ilmamäärällisesti joko selkeä ali- tai ylipaine. Pääte-laitteet ovat useassa tilassa asennettu samalle seinustalle, jolloin tuloilman heittopituus ei välttämättä riitä huuhtelemaan koko tilaa. Vesikatolla sijaitsevat jäte- ja raitisilmasäleköiden sijainnit mahdollistavat osittaisen jäteilman siirtymisen raitisilman mukana takaisin. Myös lumen / kosteuden siirtyminen tuloilmakoneeseen tuloilman mukana on normaalia suurempi tuloilmasäleikön etäisyyden ollessa pieni katto-pintaan nähden.

Merkittävimmät korjaustarpeet tulevat kohdistumaan paikallisten kosteus- ja mikrobivaurioiden korjaamiseen, rakenteiden tiiveyden parantamiseen, ilmanvaihdon toimivuuden varmistamiseen sekä kuitulähteiden haltuunottoon. Lisäksi suositellaan salaojajärjestelmän uusimista, kattovesien ohjausta suoraan sadevesijärjestelmään, patolevyjen asennusta ja sokkelien vierustojen sorastusta erillisen korjaussuunnitelman mukaan.



## Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Tutkimuksen tarkoitus</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Kohteen yleiskuvaus</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Lähtötiedot</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Tutkimusmenetelmät</b>	<b>9</b>
4.1	Suoritetut tutkimukset	9
4.2	Tutkimuskalusto	10
4.3	Menetelmäkuvaukset ja viitearvot	10
4.3.1	Mikrobinäytteenotto rakenteista	10
4.3.2	Kosteusmittaukset	11
4.3.3	Paine-eromittaukset	11
4.3.4	Lämpökuvaus ja tiiveystarkastelut	12
4.3.5	Ilmavirtamittaukset	12
<b>5</b>	<b>Rakenneteknisen tutkimuksen tulokset</b>	<b>13</b>
5.1	Alapohjat	13
5.1.1	Suunnitelmien mukainen rakenne	13
5.1.2	Havainnot ja mittaustulokset	14
	Yleishavainnot	14
	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset	22
	Kosteusmittaustulokset	23
	Ilmatiiveys, alapohja	24
5.1.3	Johtopäätökset	25
5.1.4	Toimenpide-ehdotukset	25
5.2	Välipohjat	26
5.2.1	Suunnitelmien mukainen rakenne	26
5.2.2	Havainnot ja mittaustulokset	27
	Yleishavainnot	27
	Rakenneavaukset	30
	Ilmatiiveys, välipohja	33
	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset	33
5.2.3	Johtopäätökset	33
5.2.4	Toimenpide-ehdotukset	34
5.3	Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet	35
5.3.1	Suunnitelmien mukainen rakenne	35
5.3.2	Havainnot ja mittaustulokset	35
	Yleishavainnot	35
	Rakenneavaukset	39
	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset	46
	Rakenteen ilmatiiveys, ulkoseinät	47
5.3.3	Johtopäätökset	52
5.3.4	Toimenpide-ehdotukset	53
5.4	Väliseinät	54
5.4.1	Suunnitelmien mukainen rakenne	54
5.4.2	Havainnot ja mittaustulokset	54
	Yleishavainnot	54
	Materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset	60
5.4.3	Johtopäätökset	61
5.4.4	Toimenpide-ehdotukset	61



5.5	Yläpohjat ja vesikatot .....	62
5.5.1	Suunnitelmien mukainen rakenne .....	62
5.5.2	Havainnot ja mittaustulokset .....	62
	Yleishavainnot.....	62
	Rakenteen ilmatiiveys, yläpohjat.....	68
5.5.3	Johtopäätökset .....	68
5.5.4	Toimenpide-ehdotukset.....	68
5.6	Piha-alueet, ulkopuolinen vedenpoisto .....	70
5.6.1	Suunnitelmien mukainen rakenne .....	70
5.6.2	Havainnot ja mittaustulokset .....	70
	Yleishavainnot.....	70
5.6.3	Johtopäätökset .....	72
5.6.4	Toimenpide-ehdotukset.....	72
<b>6</b>	<b>Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimusten tulokset.....</b>	<b>73</b>
6.1	Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus.....	73
6.2	Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät.....	73
6.3	Ilmanvaihtojärjestelmän havainnot.....	75
6.3.1	Aistinvaraiset havainnot .....	75
6.4	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....	78
<b>7</b>	<b>Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset.....</b>	<b>79</b>
7.1	Sisäilman teolliset mineraalivillakuidut.....	79
7.2	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset .....	80
7.3	Paine-ero- ja olosuhdemittaukset .....	81
7.3.1	Paine-eromittaustulokset.....	81
7.3.2	Olosuhdemittaustulokset .....	82
7.3.3	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset paine-ero- ja olosuhdemittaukset .....	82
<b>8</b>	<b>Olosuhdearviointi.....</b>	<b>84</b>
8.1	Rakennusosien ilmatiiviyys ja vuotoilma.....	84
8.2	Rakennusosien riskitekijät.....	84
8.3	Ilmanvaihtojärjestelmä .....	85
8.4	Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät.....	85
8.5	Toiminta, ylläpito ja irtaimisto .....	86
8.6	Olosuhdearvioinnin tulos.....	86
8.7	Toimenpide-ehdotukset.....	86
<b>9</b>	<b>Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä.....</b>	<b>87</b>
9.1	Kiireelliset toimenpide-ehdotukset .....	87
9.2	Perusparannusvaiheessa suositeltavat toimenpiteet.....	87
<b>10</b>	<b>Päiväys ja allekirjoitukset.....</b>	<b>87</b>



## 1 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena on saada riittävät tiedot rakennuksen ja ilmanvaihtojärjestelmien kunnosta ja niihin sisältyvistä riskeistä sekä sisäilman laatuun vaikuttavista tekijöistä koettujen sisäilmahaittojen selvittämiseksi ja peruskorjauksen lähtötiedoksi. Lisäksi selvitettiin rakenteiden toteutustapoja peruskorjauksen lähtötiedoiksi.

## 2 Kohteen yleiskuvaus

Tutkimuskohteena on Varissuon koulu Turussa. Kiinteistöön kuuluu yksi 2-kerroksinen rakennus. Kiinteistö on valmistunut vuonna 1983. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Rakennuksessa on ollut aiemmin erillinen talonmiehen asunto, mikä toimii nykyään iltapäiväkerhon tiloina.

Rakennuksen kantavana rakenteena toimivat betoniset pilarit ja palkit. Rakennus on perustettu piirustusten perusteella pääosin betonianturoilla sekä liikuntasalin osalta osittain betonipaalujen varaan.

Rakennuksen alapohjatyypinä on pääosin alapuolelta lämmöneristetty betonilaatta, josta pääosa on toteutettu kantavana rakenteena ja osa maanvaraisena rakenteena. Teknisen työn sekä liikuntasalin alapohjarakenne on alapuolelta lämmöneristetyn kantavan betonilaatan päällä puukoolattu alapohjarakenne. Keittiön ja märkätilojen alapohjan rakenteena on lähtötietoaineiston perusteella kantavan laatan päälle toteutettu vedeneriste sekä pintalaatta kallistuksineen.

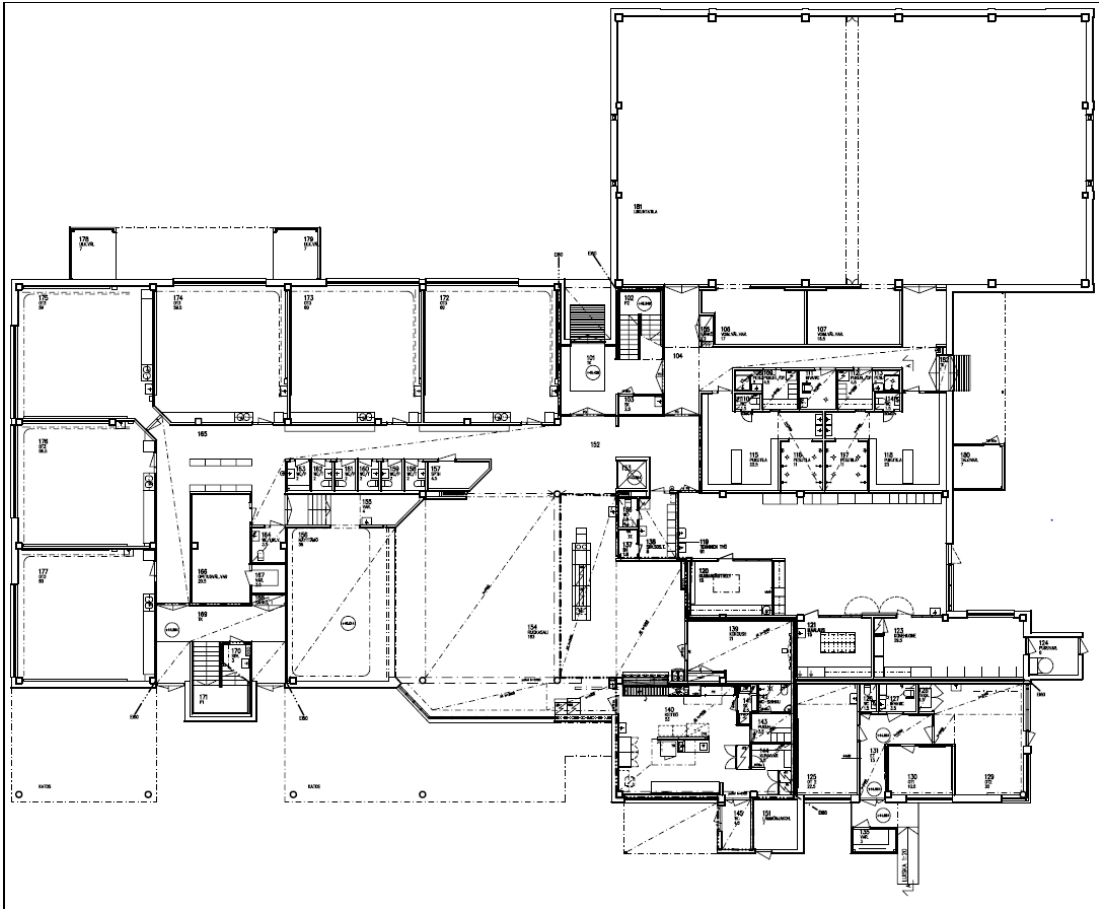
Välipohjat ovat ontelolaattarakenteita yläpuolisella pintabetonivalulla.

Ulkoseinät ovat julkisivuiltaan lauta- tai tiiliverhoiltuja mineraalivillaeristettyjä tiiliseiniä. Sisäpuoliset tiiliseinät ovat pääosin maalattupintaisia.

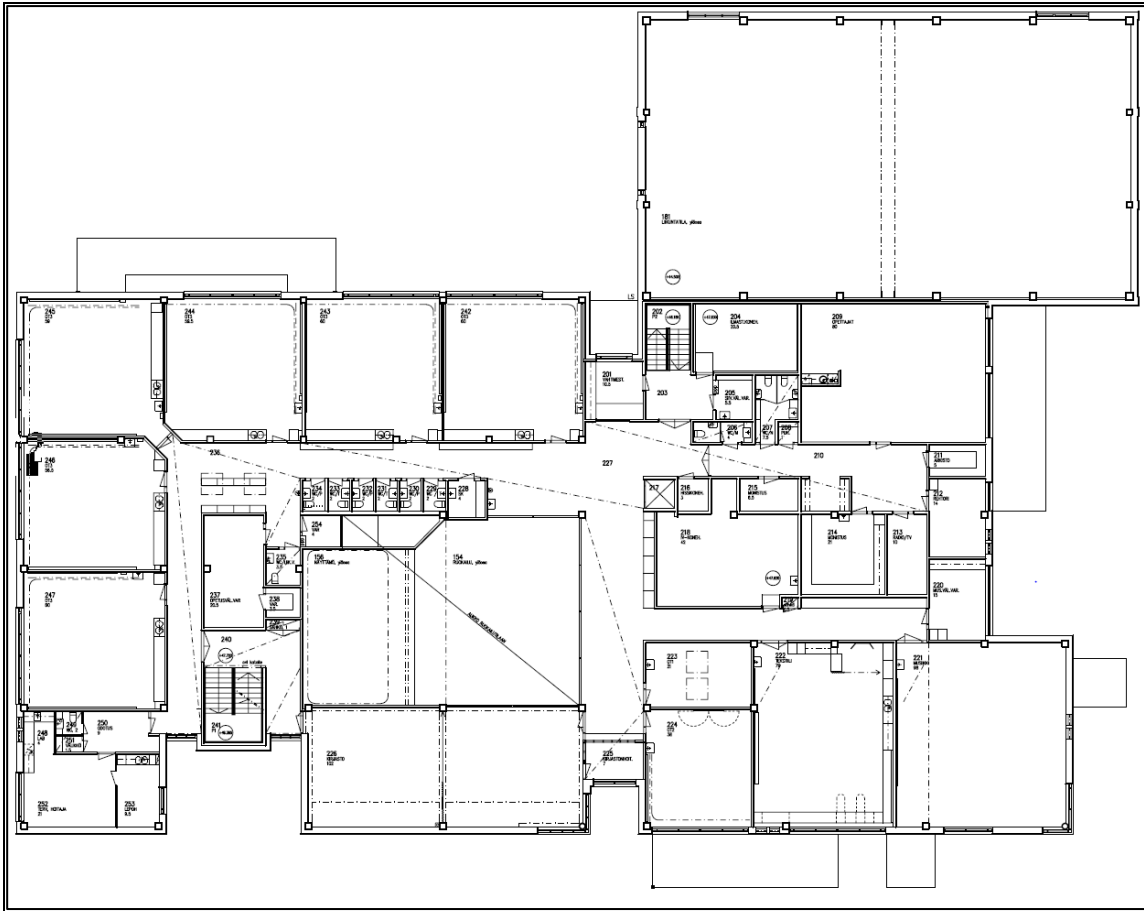
Väliseinät ovat pääosin tiilirakenteisia ja vähäisemmin puurakenteisia.

Yläpohjarakenteet ovat lähtötietojen perusteella pääosin ontelolaattarakenteisia, pois lukien liikuntasali, jonka kohdalla yläpohjarakenteena on teräsristikko ja kantava profiilipelti. Vesikatteena on pääosin kolminkertainen kermikate, jonka eristeenä on kevytsora. Liikuntasalin harjakaton osuudella on eristeenä mineraalivilla/EPS.

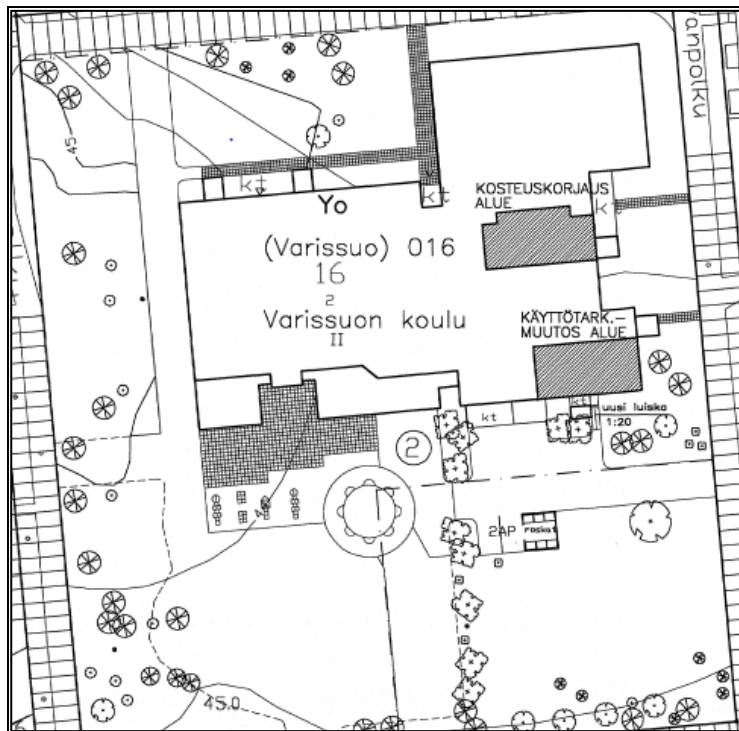
Alapohjien ja välipohjien päällysteenä on pääosin muovimatto tai vinyylilaatta ja liikuntasalissa sekä teknisessä tilassa ponttilaudoitus, keittiössä lattiapinnoitteena on akryylibetoni.



Kuva 1. Ensimmäisen kerroksen pohjakuva.



Kuva 2. Toisen kerroksen pohjakuva.



Kuva 3. Asemapiirros.





### 3 Lähtötiedot

Käytössä oleva piirustusaineisto ja asiakirjat:

- Sisäilma- ja kosteustekninen kuntotutkimus, Vahanen yhtiöt, 28.2.2006
- Sisäilman laatuun liittyviä selvityksiä, Sisäilmainsinöörit Oy, 18.2.2014
- Mittausraportti, esiopetus, A-KiinteistöControl Oy, 24.6.2019
- Mittausraportti, esiopetus, A-KiinteistöControl Oy, 21.8.2019
- Loppuraportti, alakattolevyjen kuitupölykäsittely, A-KiinteistöControl Oy, 9.9.2019
- Kuntoarvioraportti, Turun kuntotutkimus Oy, 17.12.2019
- Ilmanvaihdon säätötöiden raportti, Korafix Oy, 25.2.2021
- Sisäilmatutkimus, kuitunäytteet, Sirate 18.5.2021
- Kuitusiivous, KLV siivouspalvelu, 20.8.2021
- Kosteuskartoitus, A-KiinteistöControl Oy, 6.9.2021
- Seurantatutkimukset, kuidut, Sirate 1.2.2022
- Kuitulähdeselvitys, Helmi Saneerauspalvelut Oy, 21.2.2022
- RAK- ja LVI-kuvia
- Pohjapiirustukset.

Tehdyt remontit:

- 1983 Pihan korkeusaseman muutos
- 1998 Talonmiehen asunto muutetaan toimistoksi
- 2006 Korttelipoliisin tilat opetustiloiksi ja liikuntasalin puku- ja pesutilojen korjauksia
- 2011 Keittiötiloista ruokailu- ja kokoustilaa, vesipistemutoksia.

Käyttäjien havaintoja rakennuksesta:

- Käyttäjät ovat saaneet silmä-, iho- ja hengitystieoireita rakennuksessa ollessaan. Sisäilma on koettu monin paikoin tunkkaiseksi.

### 4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimukset perustuvat pääosin Ympäristöministeriön Ympäristöoppaassa 2016 (toim. Pitkäranta) esitettyihin ohjeistuksiin ja suosituksiin menetelmien ja menettelyjen osalta.

Lisäksi sovelletaan mm. seuraavia julkaisuja ja asetuksia:

- Asumisterveysasetus ja Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohje
- Suomen rakentamismääräyskokoelma
- Ilmanvaihdon kuntotutkimus suoritetaan Suomen LVI-liitto ry:n (SuLVI) ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimus -ohjeistusta soveltaen.

Laboratoriotutkimukset perustuvat laboratorion testauselosteissa kuvattuihin, yleisesti käytössä oleviin menetelmiin. Tutkimukset teetetään pääasiassa päteväksi katsotuilla toimijoilla, joiden menetelmä on FINAS-akkreditoinnin pätevyysalueessa ja Ruokaviraston hyväksymä.

#### 4.1 Suoritetut tutkimukset

##### Tutkimussuunnitelmakäynti 17.1.2023

Suoritettiin kohdekäynti tutkimussuunnitelman tekoa varten.

##### Tutkimukset kohteella 21.2.2023

Tarkastettiin tilat aistinvaraisesti, tarkasteltiin liittymärakenteiden tiiveyttä lämpökameralla ja suoritettiin alapohjien pintakosteuskartoitus. Tehtiin merkkiainekokeita ja tarkastettiin rakennus ulkopuolelta. Tehtiin rakenneavauksia ja ilmanvaihdon kuntotutkimusta.



### **Tutkimukset kohteella 22.2.2023**

Tehtiin merkkiainekokeita, viiltomittauksia, rakenneavauksia ja ilmanvaihdon kuntotutkimusta. Tarkastettiin vesikatto.

### **Tutkimukset kohteella 23.2.2023**

Tehtiin rakenneavauksia.

Rakennepiteuksista otettiin yhteensä 30 materiaalinäytettä mikrobiutkimuksia varten. Avaus- ja näytteenottokohdat on esitetty liitteenä 1 olevassa pohjapiirroksessa.

### **Sisäilman paine-ero ja olosuhdemittaukset 3.4.-17.4.2023**

Tiloista mitattiin lämpötila-, kosteus- ja hiilidioksidipitoisuuksia seitsemästä mittauspisteestä 14 vuorokauden ajan.

Rakennuksien paine-eroa ulkoilmaan nähden mitattiin seitsemästä mittauspisteestä 14 vuorokauden ajan.

Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteenä 1 olevassa pohjapiirroksessa.

### **Sisäilman kuitupitoisuuden mittaukset 3.4.-17.4.2023**

Sisäilman kuitupitoisuutta selvitettiin 14 vuorokauden kuitulaskeumanäytteiden avulla.

Mittauspisteiden sijainnit on esitetty liitteenä 1 olevassa pohjapiirroksessa.

## **4.2 Tutkimuskalusto**

Tutkimuksissa käytettiin seuraavaa mittauskalustoa:

- Pintakosteudenosoitin: Gann Hydromette Uni 2, mittapää B52,
- Rakennekosteusmittarit: Vaisala HMI 40-mittalaite ja HMI-41 / HMP-42, mittapää (kalibroitu 1.11.2022)
- Sisäilman hiilidioksidipitoisuuden, lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaukset:
  - Miran DL-P1, kalibroitu (6/2022 sekä 3/2023).
- PHM-V1 Pressovac paine-eromittari
- Flir E60 bx lämpökamera
- Ilmavirtamittaukset: Swema 3000 -monitoimimittari
- Ilmavirtamittaukset: SwemaFlow 126
- Ilmavirtamittaukset: PHM-V1 venttiilinsäätömittari
- Merkkiainetutkimuksissa käytettiin laitteistona vetyyn (H<sub>2</sub>) reagoivaa mittaustaitetta Aimtec DF110 (vety). Mittalaitteella on kolme eri herkkyysasetusta: 1=Matala herkkyys, 2=Normaali herkkyys, 3=Korkea herkkyys

## **4.3 Menetelmäkuvaukset ja viitearvot**

### **4.3.1 Mikrobinäytteenotto rakenteista**

Mikrobinäytteet otettiin rakenneavauksista puhdistetuilla työvälineillä ja suojakäsineitä käyttäen. Rakennepiteuksien tekovaiheessa huomioitiin mahdollinen kontaminaatoriski siten, että avauksen viimeistelyn suoritti mahdollisuuksien mukaan näytteenottaja. Työvälineet puhdistettiin jokaisen näytteenoton välillä. Näytteenotto pyrittiin kohdentamaan mikrobikasvuston kannalta riskialteimpaan kohtaan. On kuitenkin huomioitava, että mikrobikasvu rakennusmateriaaleissa ei ole tasaista, jolloin vaurioitunein osa ei välttämättä ole havaittavissa.



Tarkastuksien aikana mikrobien materiaalinäytteet otettiin Asumisterveysasetuksessa ja sen soveltamisohjeessa esitetyin menetelmin, suljettiin ilmatiiviiseen muovipussiin. Analyysit tehtiin suoraviljelymenetelmällä. Tarkemmat menetelmäkuvaukset laboratoriotutkimuksista on esitetty liitteenä olevassa analyysivastauksessa.

#### 4.3.2 Kosteusmittaukset

Kenttätutkimuksissa käytettiin pintakosteuden tunnistinta aistinvaraisten havaintojen apuvälineenä. Pintakosteuden tunnistimen mittapää kohdistettiin suoraan tutkittavan rakenteen pintaan ja laitteistolla havaitut arvot luettiin lukulaitteesta. Pintakosteushavainnointi on ainetta rikkomaton menetelmä, missä samasta rakenteesta saatuja vertailuarvoja verrataan keskenään tarkoituksena saada poikkeama-alueet esille. Pintakosteuden tunnistimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, mm. suolakerrostumat ja teräkset sekä eri materiaalien koostumukset ja pintamateriaalit.

Pintakosteuskartoitus tehtiin koko kiinteistön lattioihin. Niille kohdin, missä mittaustuloksissa havaittiin poikkeamia, tehtiin tuloksien varmistamiseksi viiltokosteusmittauksia. Viiltokosteusmittauksessa mittausta tehtiin asentamalla rakennekosteusmittarin mittapää lattiapinnoitteen alle pinnoitteeseen tehdyn viillon kautta. Viilto tiivistettiin sinitarralla ja annettiin tasaantua vähintään 15 minuutin ajan, jonka jälkeen tulokset luettiin Vaisalan HM40 -lukulaitteella. Menetelmässä saadaan selville muovimaton ja betonin välisen tilan suhteellinen kosteus.

Mittaustuloksia arvioitaessa apuna voidaan käyttää apuna mm. seuraavia lähteitä:

- RT-103333 Betonin suhteellinen kosteus
- Pinnoitevalmistajien ohjeet

Yleisesti ottaen uudiskohteissa päällystettävyyden raja-arvona mattopäällysteille käytetään usein 85 % suhteellista kosteutta (arviointisyvyydellä), mikä tarkoittaa noin 75% suhteellista kosteutta heti mattopinnoitteen alapuolella.

Rakenneseinistä alajuoksupuiden kosteutta mitattiin puupiikkimittarilla. Mittarilla saadaan puun kosteuspitoisuus painoprosenteina. Mikäli kosteus painoprosenteina on 18-25 % suuruusluokkaa, on riskinä homeen kasvaminen ja mikäli tulokset ovat suuruusluokkaa 25 – 30 % ovat lahovauriot mahdollisia.

Mittalaitteet on kalibroitu valmistajan ohjeiden mukaisesti ja mittaukset tehtiin RT-ohjekortissa 103333 kuvatuilla menetelmillä. Käytetty mittaustilasto, työmenetelmät ja olosuhteet huomioiden saavutettiin todennäköisesti kokonaismittaustarkkuus  $\pm 4$  RH %.

#### 4.3.3 Paine-eromittaukset

Rakennuksen yli- tai alipaineisuus vaikuttaa mm. rakenteiden lävitse kulkeutuvien vuotoilmavirtausten suuntaan sekä kosteuden tiivistymisriskiin pinnoilla tai rakenteissa. Ilma pyrkii virtaamaan painesuhteiden vuoksi korkeammasta paineesta alhaisempaan. Ilmavirtojen mukana voi kulkeutua epäpuhtauksia, kuten hiukkasia ja mineraalivillakuituja, mikrobiperäisiä epäpuhtauksia, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, hajuja sekä radonia. Sisäilman ollessa voimakkaasti alipaineista ulkoilmaan nähden, saattaa näihin epätiiveyskohtiin muodostua hallitsemattomia vuotoilmavirtauksia, joiden mukana voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Tilojen voimakas alipaineisuus voi heikentää myös oleskeluviihtyvyyttä lisäämällä vedontunnetta.

Asumisterveysopas suosittelee rakennuksiin, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto, 0...-2 Pa paine-eroa ulkoilmaan nähden (Asumisterveysopas, 2009, s. 64). Rakennusten ilmanpitävyys -teoksessa ilmanvaihtojärjestelmän aiheuttaman paine-eron tavoitearvoksi ilmoitetaan 0–10 Pa alipaine (Rakennusten ilmanpitävyys, 2009), mihin viitataan myös 2018 voimaan tulleissa uuden rakennuksen suunnitteluohjeissa. Ympäristöministeriön asetuksen uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta



(1009/2017) mukaan rakennuksen ulko- ja ulospuhallusilmavirrat on suunniteltava siten, ettei rakenteisiin aiheudu ylipaineen vuoksi rakenteita vaurioittavaa pitkäaikaista kosteusrasitusta eikä alipaineen vuoksi epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan.

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaan alipaineisuuden syy tulee selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa, jos alipaineisuus on yli 15 Pa. Ilmanvaihdon ei tulisi myöskään aiheuttaa rakennuksen ulkovaipan yli ylipainetta eikä alipaineen tulisi olla haitallisen suuri, yleensä alle 5 Pa (Opas ilmanvaihdon mitoittamiseen muissa kuin asuinrakennuksissa, FINVAC ry, 2019).

Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Hetkellinen, tuuliolosuhteista tai rakennuksen geometriasta aiheutuva ylipaineisuus on mahdollista, eikä se vaadi korjaustoimenpiteitä.

#### 4.3.4 Lämpökuvaus ja tiiveystarkastelut

Liittymärakenteiden (seinä- ja lattialiitokset, ikkunaliittymät, yläpohjaliittymät, läpiviennit) tiiveyttä tarkasteltiin käyttöolosuhteissa tehdyllä lämpökamerakuvauksella ja aistinvaraisesti.

Lämpökameralla on mahdollista havaita ilmavuodot, jos rakenteista tuleva ilma on kylmempää kuin sisäilma. Käytännössä tämä rajoittaa lämpökameran apuna käyttämistä lähinnä ulkovaipparakenteisiin, sillä esimerkiksi keskellä rakennusta olevien väliseinäliittymien kohdilla saattaa olla ilmavuotoja, mutta lämpötilaero on niin pieni, että ilmavuotoa on vaikea havaita kuvaamalla. Kuvaukset tehtiin RT 14-11239 ohjekorttia soveltaen.

Merkkiainekokeissa käytettiin merkkiainekaasuna typpi-vetyseosta sekä laitteistona vetyyn (H<sub>2</sub>) reagoivaa mittauslaitetta. Tarkastelut tehtiin mittaustuloksien perusteella noin 4–17 Pascalin alipaineessa. Tarkastelu tehtiin pistokoeluoontoisesti siten, että rakenneliittymien tiiveydestä ja korjaustarpeesta saatiin riittävän tarkka kokonaiskuva.

#### 4.3.5 Ilmavirtamittaukset

Ilmamäärämittaukset suoritettiin riittävällä määrällä pistokoemittauksia ilmanvaihdon sen hetkisen tilanteen selvittämiseksi.

Swema 3000 monitoimimittarilla suoritettavat ilmamäärämittaukset suoritetaan paine-eroon perustuen ja laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti. Ilmamäärien laskennassa käytetään laitevalmistajien ilmoittamia k-arvoja. Paine-eromittarin mittauserätarkkuus on  $\pm 3,0\%$ , mutta kuitenkin vähintään  $\pm 0,3$  Pa (-300 - +1500 Pa).

SwemaFlow 126 ilmamäärämittarin mittaus perustuu kuumalankamittaukseen. Mittalaitteessa on huppu, jolla päätelaitteen ilmavirta ohjataan kuumalankaverkkoon. Hupun vaikutus ilmavirtaan korjataan suorittamalla ilmamäärämittaus kahteen kertaan kuristusrengasta käyttäen. Ilmamäärämittarin mittauserätarkkuus on  $\pm 3,5\%$ , mutta kuitenkin vähintään  $\pm 0,4$  l/s (2... 125 l/s).

Mitattuja ilmamääriä verrattiin ilmanvaihtopiirustusten suunnitteluarvoihin. Mitatut ilmamäärät ovat merkitty liitteessä 5. Suunnitelluista ilmamääristä voidaan poiketa  $\pm 20\%$  huonekohtaisesti ja  $\pm 10\%$  järjestelmäkohtaisesti.



## 5 Rakenneteknisen tutkimuksen tulokset

### 5.1 Alapohjat

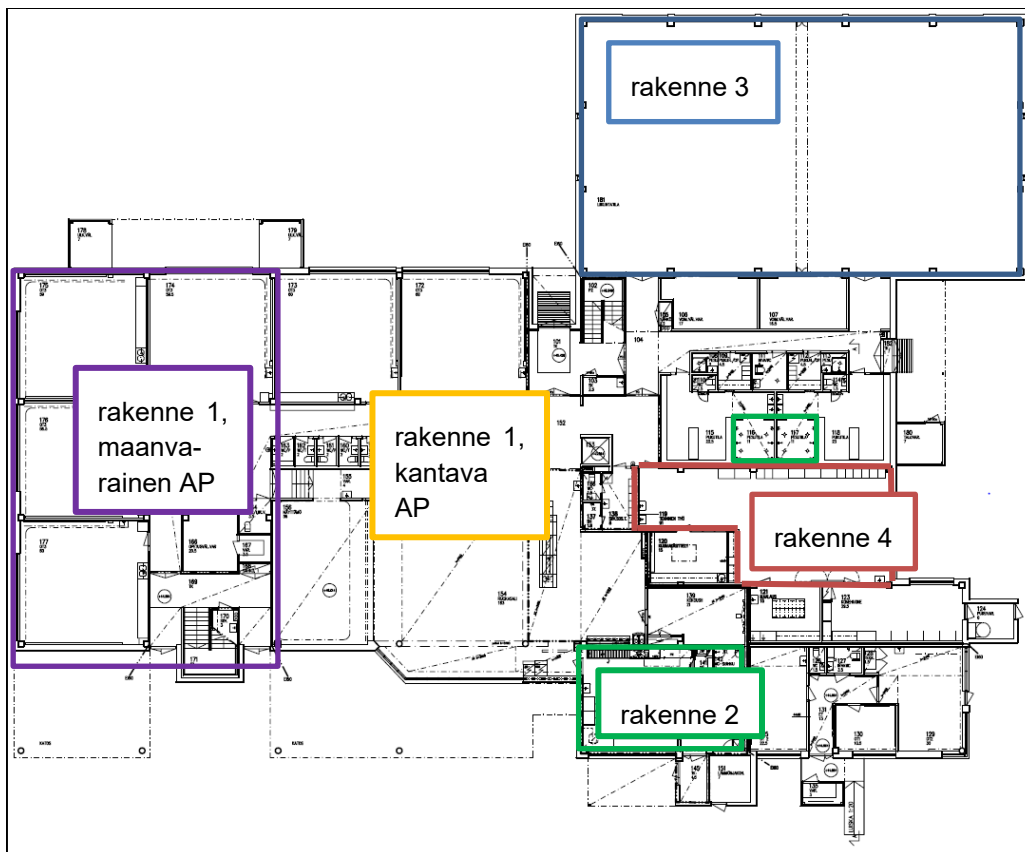
#### 5.1.1 Suunnitelmien mukainen rakenne

**Alapohjarakenne 1 yleisesti:** pintamateriaali, maanvarainen teräsbetoni-laatta tai kantava teräsbetoni-laatta, sitkeä suojapaperi, solupolystyreenilevy R 50 mm (1 m:n levyisellä uloimmalla reuna-alueella 100 mm), tiivistetty sora  $\geq 200$  mm

**Alapohjarakenne 2 määrät tilat:** pintamateriaali, teräsbetoni-laatta 50 mm, sitkeä suojapaperi, vesieritys, tasausbetoni ja maanvarainen tai kantava teräsbetoni-laatta  $\geq 20$  mm, solupolystyreenilevy R 50 mm (1 m:n levyisellä uloimmalla reuna-alueella 100 mm), tiivistetty sora  $\geq 200$  mm

**Alapohjarakenne 3 voimistelusalii:** pintakäsittely, koivuponttilauta 34 mm, koolaus 50 + 50 mm, kiilat 20 mm, painekyllästetty aluslauta 25 mm, kantava teräsbetoni-laatta, solupolystyreenilevy 75 + 75 mm, painekyllästetty kannatus 22 mm, tuuletettu alustila

**Alapohjarakenne 4 tekninen käsityö:** pintamateriaali, teräsbetoni-laatta 80 mm, sitkeä suojapaperi, mineraalivilla 50 mm, maanvarainen teräsbetoni-laatta tai kantava teräsbetoni-laatta, sitkeä suojapaperi, solupolystyreenilevy R 50 mm (1 m:n levyisellä uloimmalla reuna-alueella 100 mm), tiivistetty sora  $\geq 200$  mm



Kuva 4. Eri alapohjarakenteet pohjakuvassa. Tilat, joissa on alapohjarakenteena rakenne 2, 3 tai 4, on rajattu. Muissa tiloissa on alapohjarakenteena rakenne 1.



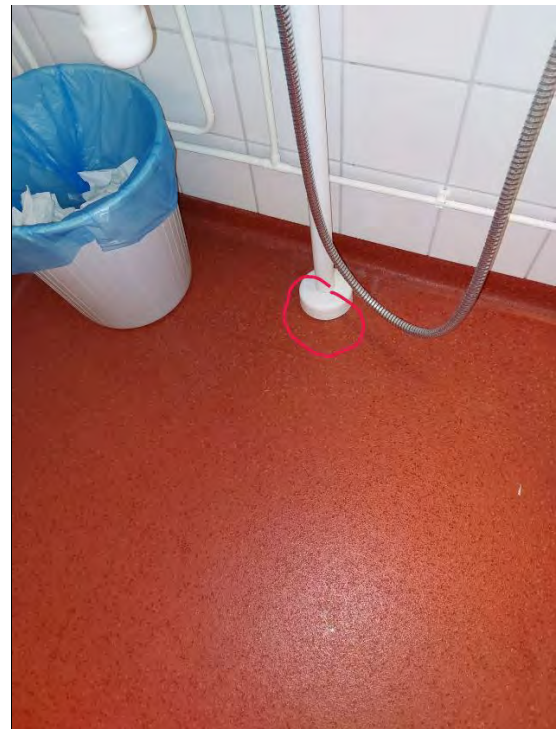
## 5.1.2 Havainnot ja mittaustulokset

### Yleishavainnot

- Alapohjan päällysteenä on käytävillä vinyylilaatta ja pukuhuonetoissa sekä luokissa muovimatto. Liikuntasalissa ja teknisessä tilassa lattiapäällysteenä on ponttilaudoituus.
- Kohonneita alapohjan pintakosteuslukemia ei havaittu.
- Muovimatto oli paikoitellen irti viemäriämpivientien ympäriltä ja viemäriiitoksissa havaittiin epätiiveyttä.
- Alapohjarakenteessa havaittiin halkeamia tiloissa.
- Alapohjassa on viisi luukku, joista yksi on tiivistetty. Luukut sijaitsevat tiloissa 106, 115 (tiivistetty muovimatolla), 154, 157 ja 165. Luukkujen kohdalla on viemärien puhdistusluukut ja sähkökeskustilassa 157 kaapelikouru. Alapohjan luukkujen kansirakenteessa ei ole tiivisteitä ja alapuolisissa tiloissa havaittiin erityisesti ruokailusalin osalta mikrobiperäistä hajua. Luukuista on havaittavissa maaperän hiekka ja soratäyttöjä ja sähkökeskustilan kaapelikourun osalta tiivistämättömiä suoja-putkien läpivientejä.



Kuva 5. Luukku liikuntasalin varastossa 107.



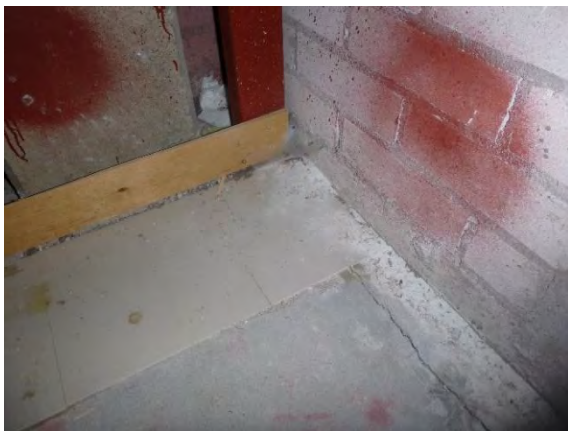
Kuva 6. Inva WC:ssä muovimatto on irti alustastaan viemäriputken läpiviennin ympärillä.



Kuva 7. Halkeama alapohjassa tilassa 182.



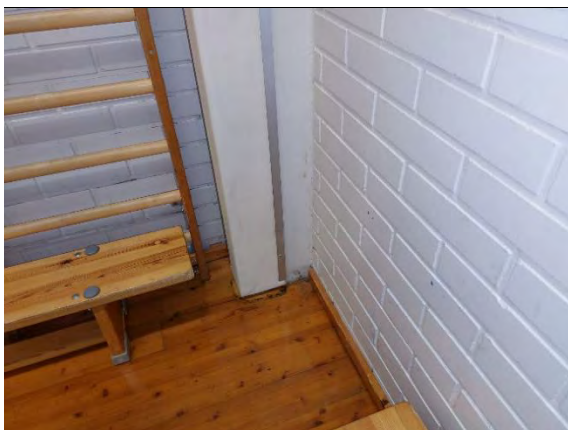
Kuva 8. Luokka 176. Epätiivis viemäriputkiläpivienni.



Kuva 9. Halkeama näyttämön kohdalla olevassa alapohjassa..



Kuva 10. Iltapäiväkerhon tiloissa lattiapäällysteenä on muovimatto.



Kuva 11. Liikuntasalin lattiassa on ponttilaudoituus.



Kuva 12. Yleiskuva tilan 165 alapohjan luukun alapuolista rakenteesta.



Kuva 13. Tilan 165 viemäriputkien läpiviennit ovat avoimia ja alapohjan hiekka hieman kosteata.



Kuva 14. Tilan 115 alapohjan luukusta on yhteys alapohjan alapuolisiin täyttömateriaaleihin. Täyttö on osin painunut viemäriputken alapuolella.



Kuva 15. Alapohjien luukuissa ei ole tiivistettä.



Kuva 16. Tilan 157 kaapelikourun päässä on hiekkatäyttöä ja avoimia suojaputkia.



Kuva 17. Iltapäiväkerhon WC:n lattiapinnoitteena on maali.

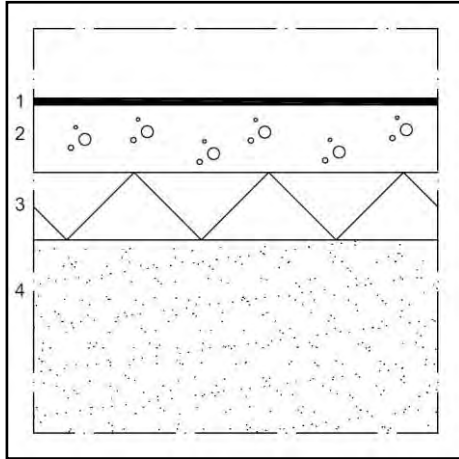




### Alapohjan rakenneavaukset AP 1, AP 3 ja AP 8

Luokka 177, ruokasali 154, huone 130

#### Havaittu rakenne:



Kuva 18. Rakennetyyppi AP1, AP3, AP8

1. Muovimatto, liima, tasoite	200 mm
2. Betonilaatta	75...200 mm
3. EPS	75/100 mm
4. Hiekka / sora	200 mm
5.	200 mm
6.	200 mm
7.	200 mm
8.	200 mm

#### Havainnot

- Rakenneavaukset tehtiin kuiviin tiloihin.
- Rakenneavauksissa ei havaittu merkkejä kosteuskuormituksesta. Hiekka oli kuivaa.



Kuva 19. Rakenneavauskohta AP 1.



Kuva 20. Rakenneavaus AP 3 tehtiin huoneeseen 130.



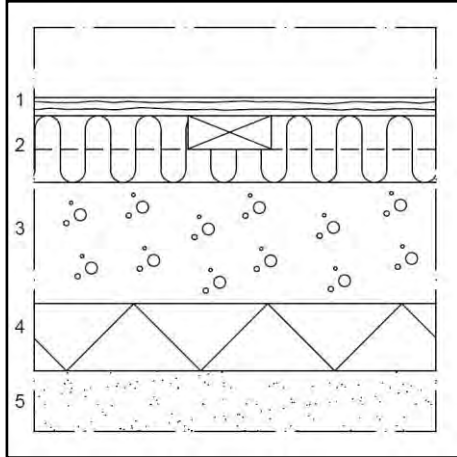
Kuva 21. Rakenneavaus AP 8 tehtiin ruokasaliin 154.



## Alapohjan rakenneavaus AP 2

Teknisen työn luokka 119

### Havaittu rakenne:



Kuva 22. Rakennetyyppi AP2

- |                           |        |
|---------------------------|--------|
| 1. Ponttilauta            | 27 mm  |
| 2. Runko + mineraalivilla | 100 mm |
| 3. Betoni                 | 180 mm |
| 4. EPS                    |        |
| 5. Hiekka                 |        |

### Havainnot

- Rakenneavaukset tehtiin teknisen työn luokkaan lähelle ulkoseinää.
- Eristetila oli kuiva (T 12,9 °C, RH 35,8 %, abs 4,04 g/m<sup>3</sup>). Rakenneavauksesta ei ollut havaittavissa selkeitä ilmavirtauksia tai poikkeavia hajuja.
- Betonilaatta oli pintakosteuden ilmaisimella mitaten kuiva. Hiekkatilan kosteus oli koholla, mikä on normaalia (T 12,2 °C, RH 88,7 %, abs 9,57 g/m<sup>3</sup>).
- Mineraalivillasta ja runkokuusta otettiin näytteet mikrobianalyyysiin. Viitteitä vauriosta ei havaittu.



Kuva 23. Rakenneavaus AP 2 tehtiin teknisen työn luokkaan.

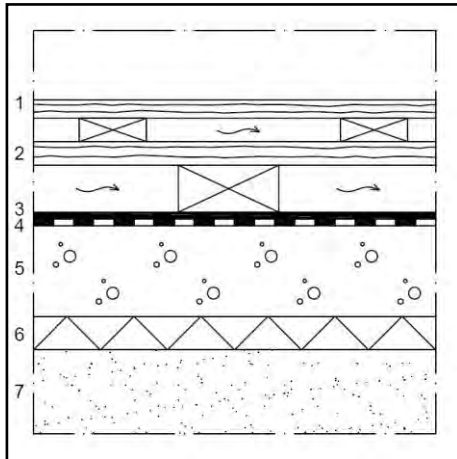


Kuva 24. Rakenneavaus AP 2: Lattialaudoituksen alla on runko ja mineraalivilla.

## Alapohjan rakenneavaukset AP 4, AP 5, AP 6, AP 7

Liikuntasali 181

### Havaittu rakenne:



Kuva 25. Rakennetyyppi AP4, AP5, AP6, AP7

1. Ponttilauta	28 mm
2. Tyhjä tila + tunko (joustolattiarak.)	140 mm
3. Tasoite	
4. Bitumisively	
5. Betoni	135...220 mm
6. EPS	50 mm
7. Hiekka	

### Havainnot

- Rakenneavaukset tehtiin liikuntasalin ulkonurkkiin ja keskelle.
- AP 7: Tyhjän tilan pohjalla oli rakennusjätettä. Runko oli piikkimittarilla mitaten kuiva 7,7 p-%. Betonilaatan pintakosteus oli hieman koholla (70-80). Runkopuusta ja rakennusjätteestä otettiin materiaalinäytteet mikrobianalyysiä varten. Molemmissa näytteissä havaittiin viite vauriosta.
- AP 4: Betonilaatan pintakosteus oli hieman koholla (60-75). Avauksesta tuli voimakas ilmavirta. Betonilaatan yläpinnalla oli hieman roskia.
- AP 5 ja 6: Betonilaatan yläpinnalla oli hieman roskia.



Kuva 26. Rakenneavaus AP 7 tehtiin liikuntasalin ulkonurkkaan.



Kuva 27. Rakenneavaus AP 7: Lattialaudoituksen alla on tyhjä tila, jossa on rakennusjätettä.



Kuva 28. Rakenneavaus AP 4 tehtiin liikuntasaliin ulkoseinän viereen.



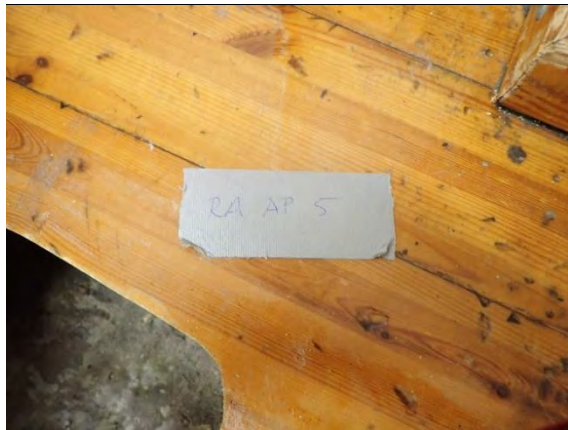
Kuva 29. Rakenneavaus AP4: Betonilaatan pinnassa on bitumisively.



Kuva 30. Rakenneavaus AP 6 tehtiin keskelle liikuntasalia.



Kuva 31. Lattian puukannen alla on jonkin verran roskaa.



Kuva 32. Rakenneavaus AP 5 tehtiin liikuntasalin ulkonurkkaan.



Kuva 33. Betonin pinnalla on hieman roskaa.

### Materiaalinäytteiden mikrobianalyytitulokset

Alapohjarakenteista otettiin mikrobianalyysiin yhteensä 4 materiaalinäytettä. Analyysit tehtiin laboratoriossa suoraviljelymenetelmällä. Näytteenotokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 olevaan pohjapiirustukseen. Taulukossa 1 on esitetty alapohjista otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyyttitulokset. Analyysivastaukset ovat tämän raportin liitteenä 2.

Taulukko 1. Yhteenveto alapohjarakenteiden mikrobinäyteanalyysituloksista.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Kosteusvaurio-indikaattorit	Tulkinta
17	Runkopuu <sup>2)</sup>	AP 2	119 Tekninen työ	-	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
18	Mineraalivilla	AP 2	119 Tekninen työ	-	Ei viitettä vauriosta
19	Puurunko, alapuu	AP 7	181 Liikuntasali	<i>Trichoderma</i> + <i>Mucor</i> ° +	Viite vauriosta
20	Rakennusjäte	AP 7	181 Liikuntasali	<i>A.ustus</i> +++ <i>Trichoderma</i> + <i>Mucor</i> ° +	Viite vauriosta

Lisätiedot:

määritysraja 1 pmy, A = Aspergillus, \* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobien merkitys toistaiseksi avoin, (-) ei kasvua, (++) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (+++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (++++) runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta, (+++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.

1) Vähäinen näytemäärä voi heikentää tuloksen luotettavuutta.

2) Näytettä ei voitu suoramikroskopoida johtuen vähäisestä näytemäärästä.

Alapohjarakenteista otetuista neljästä näytteestä kahdessa havaittiin viite vauriosta.



## Kosteusmittaustulokset

### Viiltokosteusmittaukset

Alapohjiin tehtiin kaksi rakennekosteusmittausta viiltomittausmenetelmällä, pintakosteusmittausten tulosten varmentamiseksi. Viiltomittausten tulokset on esitetty Taulukossa 2. Viiltomittausten yhteydessä tehdyt havainnot on esitetty kosteusmittaustaulukon alapuolella olevissa kuvissa. Mittauspisteiden sijainnit on merkitty raportin liitteenä 1 olevaan pohjapiirustukseen.

Taulukko 2. Yhteenveto alapohjan viiltokosteusmittausten tuloksista.

Mittapiste	Mittauskohde	Suhteellinen kosteus (RH%)	Lämpötila (°C)	Absoluuttinen kosteus (g/m <sup>3</sup> )	Mittapää, nro	Tasaantumisaika (min)	Tulkinta	Havainnot
VM1 huone 137	Alapohja	53.2	20.1	9.30	P1930247	15 min	Normaali	-Ei poikkeavaa
	Sisäilma	13.1	21.2	2.44	P1140723	15 min	-	
VM2, huone 139	Alapohja	62.6	20.3	11.02	P1930247	15 min	Normaali	-Ei poikkeavaa
	Sisäilma	12.3	20.6	2.21	P1140723	15 min	-	

Viiltokosteusmittauksien tulokset olivat mittaushetkellä normaaliksi katsottavalla tasolla. Lattiapäällysteen alapuolisen suhteellisen kosteuspitoisuuden ei suositella nousevan päällystämisen jälkeen yli 85 % kosteuspitoisuuteen. Kyseistä kosteuspitoisuutta pidetään useimpien lattiamattopäällysteiden kriittisenä kosteuspitoisuutena, jonka ylittyessä lattiamattojen ja kiinnitysliimojen vauriomekanismit voivat käynnistyä betonin alkalisen kosteuden vaikutuksesta.



Kuva 34. Muovimaton alapinnan kosteutta mitattiin viiltokosteusmittausmenetelmällä. Kuvassa viiltokosteusmittaus VM1, huoneessa 137. Matossa, liimassa tai tasoitteessa ei havaittu merkkejä kosteuskuormituksesta.



Kuva 35. Viiltokosteusmittauspisteissä, lattiapäällysteenä oli muovimatto. Kuvassa viiltokosteusmittaus VM2 huoneessa 139. Matossa, liimassa tai tasoitteessa ei havaittu merkkejä kosteuskuormituksesta.



## Ilmatiiveys, alapohja

Rakenneosan tiiveyttä ja ilmapuotoreittejä tutkittiin pistokoeluentoisesti merkkiainekokein sekä aistinvaraisesti arvioimalla. Havaitut ilmapuotokohdat on esitetty seuraavissa kappaleissa ja valokuvissa.

### Aistinvaraiset havainnot:

- Alapohjarakenteen ilmapuodot painottuvat aistinvaraisten havaintojen ja käyttöolosuhteissa tehdyn lämpökameratarkastelun perusteella alapohjien ja ulkoseinärakenteiden liitoskohtiin, joissa havaittiin paikoin ilmapuotokohtia.
- Pohjalaatta jatkuu avauksista tehtyjen havaintojen perusteella yhtenäisenä ulkoseinärakenteiden alle. Toteutustapa estää tyypillisesti täyttöhiekasta peräisin olevat ilmavirtaukset sisäilmaan.

### Havainnot:

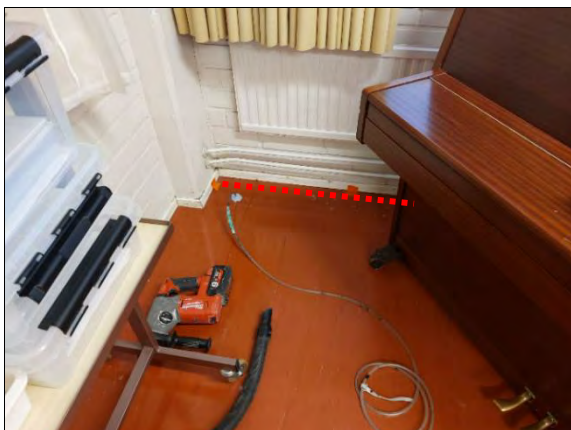
- Alapohjarakenteesta merkkiainekokein havaitut ilmapuotokohdat painottuvat ulkoseinärakenteiden ja alapohjarakenteiden liitoksiin sekä ulkoseinärakenteissa oleviin sisälevytyksien läpivientikohtiin.
- Alla olevissa kuvissa on esimerkkejä havaituista ilmapuotokohdista:



Kuva 36. Merkkiainekokeissa MAAP1 huoneessa 177 havaittiin alapohjarakenteen ilmapuotokohtia, jotka on merkittynä kuvaan.



Kuva 37. Merkkiainekoe MAAP3 tehtiin huoneen 130 alapohjarakenteeseen. Ilmapuotoa havaittiin alapohjan ja ulkoseinän liitoksesta.



Kuva 38. MAAP4, ilmapuotoa havaittiin ulkoseinän/pilarin ja alapohjan liitoksesta luokassa 172.





### 5.1.3 Johtopäätökset

**Rakennus on perustettu pääosin anturoiden varaan.** Liikuntasali on toisesta päästään perustettu teräsbetonipaaluille. Kantavana rakenteena on pilaripalkkirakenne.

**Alapohjarakenteena on pääosin maanvarainen betonilaatta,** jonka lämmöneristeenä on käytetty EPS-levyä. Kantavan pohjalaatan alapuolella täyttöaineena on tiivistetty sora/hiekka. Pintakosteusmittauksissa ei havaittu kohonneita pintakosteuksia. Tarkentavissa viiltokosteusmittauksissa tulokset olivat myös normaalilla tasolla. Alapohjarakenteen muovimattopäällysteissä ei havaittu muovimaton tai liiman hajoamisesta, kuten kemiallista hajua tai venyvää mattoliimaa.

Keittiön ja muiden märkätilojen alapohjan rakenteena on suunnitelmien perusteella kantavan betonilaatan päälle toteutettu vedeneriste sekä kallistettu pintalaatta. Kyseisiin rakenteisiin ei toteutettu rakeneavauksia vesivuotorinkin vuoksi. Rakenteessa on käytetty vedeneristeenä lähtötietojen perusteella bitumikermiä, minkä keskimääräinen tekninen käyttöikä alkuperäisessä rakenteessa on saavutettu tai saavuttamaisillaan. Keittiötilan akryylimassapohjainen lattiapinnoite on havaintojen perusteella pääosin kunnossa. Märkätilojen tai niiden viereisten tilojen pintakosteuskartoituksessa ei havaittu kohonneita pintakosteusarvoja.

Teknisen työn opetustiloissa ja liikuntasalissa maanvastaisen betonilaatan päällä on koolaus ja laudoitus, mikä on riskirakenne Rakenteen vaurioitumisriskiä pienentää osaltaan kuitenkin betonilaatan alapuolinen lämmöneristys, mikä toimii osittain kapillaarisena kosteuskatkona. Teknisen työn luokan ja liikuntasalin alapohjarakenteissa on riskinä maaperän kapillaarisen kosteuden nousu pintabetonilaataan ja puurungon sekä teknisen työn luokassa myös lämmöneristeen vaurioituminen kosteuden vaikutuksesta. Riski oli toteutunut osittain liikuntasalissa, jossa rakennusjätteessä ja puurungossa havaittiin vaurioitumista. Sen sijaan teknisen työn luokassa riski ei ollut toteutunut.

**Maanvarainen alapohjarakenne on ulkoseinäliitoksistaan ja huoltoluukuistaan epätiivis.** Rakenteiden epätiiviykskohtiin voi muodostua hallitsemattomia ilmavirtauksia sisätiloihin, kun sisätilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden ja rakenteiden välille muodostuu paine-eroja. Ilmavirtaukset voivat kuljettaa sisäilmaan epäpuhtauksia ulkoseinien materiaaleista tai maaperästä. Myös puukoolatut alapohjat ovat epätiivisiä ja laudoituksen alla olevasta tilasta on suora ilmayhteys sisäilmaan.

### 5.1.4 Toimenpide-ehdotukset

**Alapohjiin kohdistuvaa kosteusrasitusta** tulee pienentää mahdollisuuksien mukaan estämällä kosteuden siirtyminen maanvastaisten alapohjien ulkopuolisista maatyöistä sekä vähentää kosteusrasitusta toimivalla salaojajärjestelmällä. Kosteusrasitusta voidaan pienentää tämän lisäksi muokkaamalla rakennuksen vierustojen maanpintoja ja kallistuksia siten, ettei sadevesi lammikoidu sokkelinvierustalle. Lisäksi liiallisien siivousvesien käyttöä on jatkossa vältettävä.

**Liikuntasalin puukoolattu lattiarakenne suositellaan purkukorjattavaksi erillisen korjaussuunnitelman mukaan.** Betonipinta puhdistetaan, seinä- lattiialtiymät tiivistetään ja uusi lattia rakentaa kosteusteknisesti toimivalla tavalla. Myös teknisen työn luokan lattialle suositellaan samanlaisia korjaustoimenpiteitä, koska kyseessä on riskirakenne.

Muiden kuivien tilojen alapohjarakenteiden osalta suositellaan ulkoseinien ja lattioiden sekä ulkoseinien ja pilareiden liittymien sekä luokkujen ja läpivientien tiivistyskorjausta.

Keittiön ja märkätilojen alapohjan rakenne on suositeltavaa varmentaa ennen laajempia korjaustoimenpiteitä tai niiden alussa sekä laatia sen perusteella tarkemmat korjaussuunnitelmat.

Tiivistyskorjausten jälkeen rakennuksen ilmanvaihto tulee tasapainottaa uudelleen.



## 5.2 Välipohjat

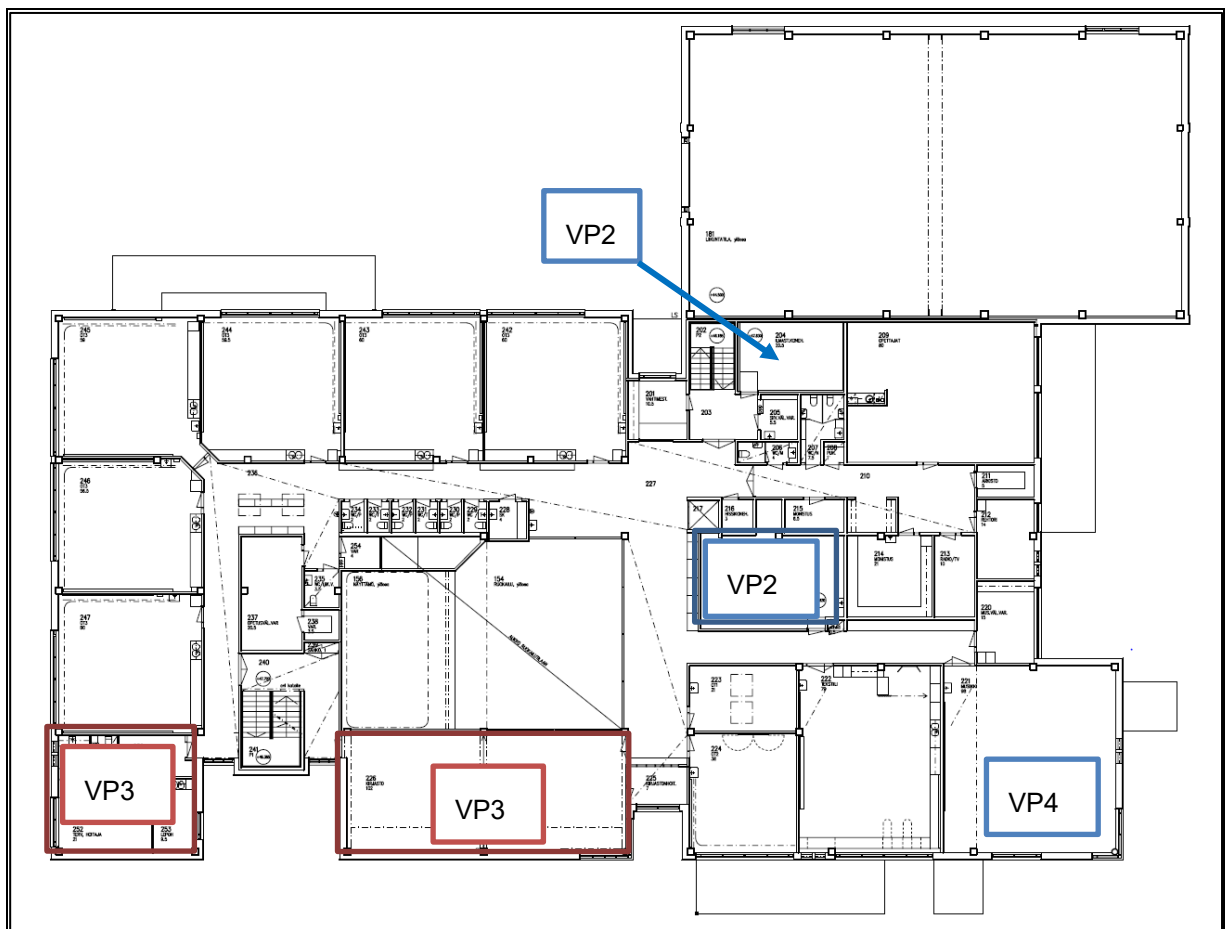
### 5.2.1 Suunnitelmien mukainen rakenne

**Välipohjarakenne 1:** pintamateriaali, tasausbetoni 35 mm, ontelolaatta, pintakäsittely

**Välipohjarakenne 2 (ilmanvaihtokonehuone):** muovimatto 2,0 mm, teräsbetonilaatta  $\geq 60$  mm, sitkeä suojapaperi, mineraalivilla 100 mm, ontelolaatta 265 mm

**Välipohjarakenne 3 alla kylmä tila:** pintakäsittely, kantava teräsbetonilaatta, ristiinkoolaus 100 x 50 mm k600, mineraalivilla 100 mm tiiviisti betoniin kiinnitettynä, mineraalivilla 100 mm, rakennuslevy, ri-moitus 22 x 50 mm + ilmarako 22 mm, verho-us rakennusselityksen mukaan

**Välipohjarakenne 4 (tekstiili- ja musiikkiluokan lattia):** pintakäsittely, teräsbetonilaatta 70 mm, sitkeä suojapaperi, mineraalivilla 30 mm, ontelolaatta 200 mm, pintakäsittely



Kuva 39. Eri välipohjatyypit pohjakuvassa. Välipohjarakenteet 2 ja 3 on rajattu. Muualla on välipohjarakenne 1.



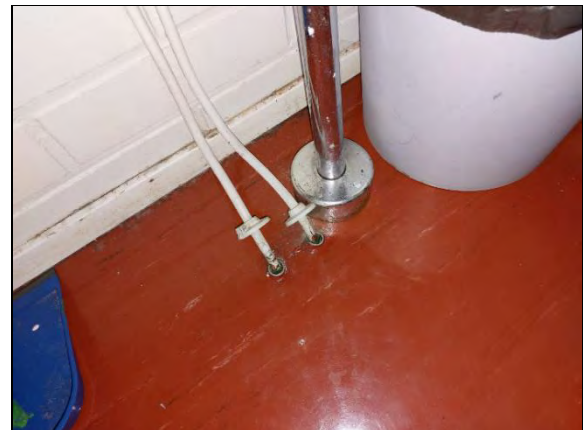
## 5.2.2 Havainnot ja mittaustulokset

### Yleishavainnot

- Välipohjarakenteen päällysteenä on luokissa alkuperäiset muovimatot ja käytävillä vinyylilaatat. Paikoin vinyylilaattapäällysteessä on halkeamia rakenteiden liitoskohdilla.
- Välipohjissa havaittiin epätiivitä läpivientejä.
- Välipohjan ja väliseinän liitoksessa olevassa saumamassassa havaittiin halkeamia. Paikoin välipohjan ja väliseinän liitos oli kokonaan tiivistämättä.
- Sähkökaapissa havaittiin avointa mineraalivillapintaa.
- Välipohjien alapuoliset akustiikkarakenteet on toteutettu ripustettuina alaslaskuina ja kattopintaan kiinnitettyjen levyjen avulla. Kattopintaan liimakiinnityksessä mineraalivillaisissa akustiikkalevyissä on avoimia mineraalivillapintoja reunoissa, jotka on käsitelty lähtötietojen perusteella vuoden 2021 keuhkokuumeen KV-Dustoff kuitupölysuihkeella ja uudemmissa listakiinnityksissä levyissä reunat on peitetty listoituksilla.
- Ripustetuissa alakatoissa on käytetty yleisesti lastuvillalevyä ja keittiötiloissa hygieniakäyttöön soveltuvaa levyä. WC-tiloissa ja vastaavissa alaslaskurakenteena on kiinteä maalattupintainen kipsilevykatto, joissa on tarkastusluukkuja. Alaslaskujen yläpuolisissa tiloissa on säännöllisesti avoimia mineraalivillapintoja ja osa alaslaskuista on reunoistaan avoimia (käytävätilat).
- Tilassa 139 havaittiin tunkkaista hajua, mikä on mahdollisesti peräisin alakatossa käytetystä lastuvillalevystä.



Kuva 40. Käytävällä 227 vinyylilaattapäällyste halkeilee.



Kuva 41. Luokassa 224 on epätiivitä läpivientejä välipohjassa.



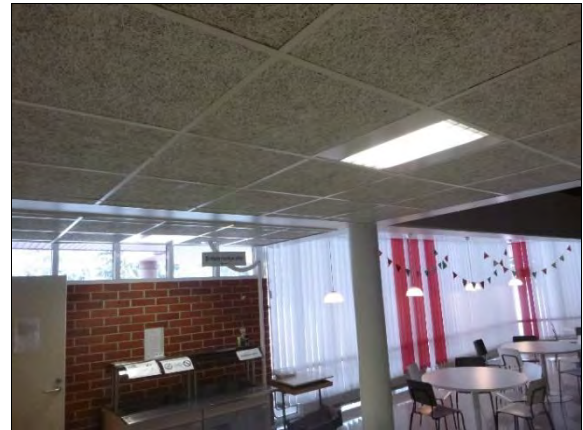
Kuva 42. Välipohjan ja väliseinän liitos on tiivistämättä varastossa 167.



Kuva 43. Avointa mineraalivillapintaa putkieristeessä sähkökaapissa 168.



Kuva 44. Saumamassa halkeilee väliseinän ja välipohjan liitoksessa luokassa 176.



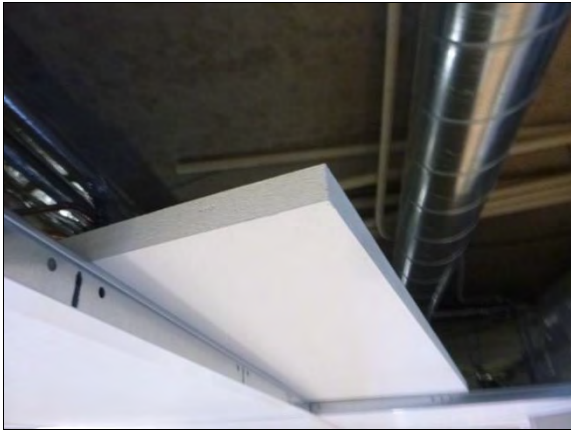
Kuva 45. Alaslaskuissa on käytetty lastuvillalevyä.



Kuva 46. Yleiskuva alaslaskutilasta.



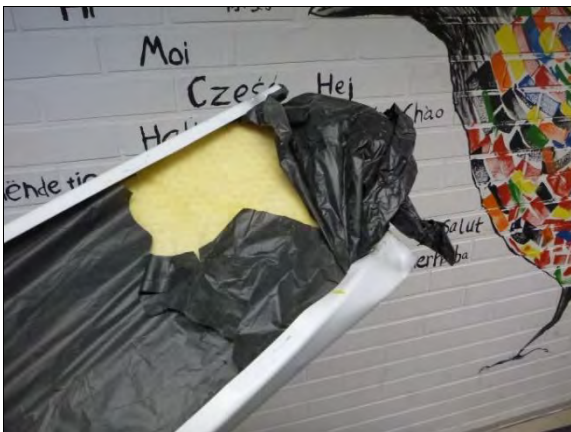
Kuva 47. Alaslaskujen yläpuolella on avoimia mineraalivillapintoja.



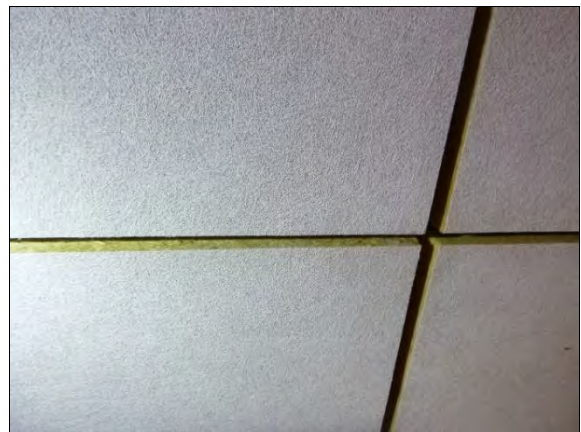
Kuva 48. Keittiön alaslaskulevyjen reunat ovat pintakäsiteltyjä.



Kuva 49. Alaslaskujen yläpuolella on avoimia mineraalivillapintoja, tila 169.



Kuva 50. Tilan 169 peltikasettisisä alaslaskussa on muoviin käärittyä mineraalivillakaistoja akustiikan vuoksi.



Kuva 51. Luokkatilojen katoissa olevat akustiikkalevyt ovat lähtötietojen mukaan käsitelty reunoistaan KV-Dustoff kuitupölysuihkeella.

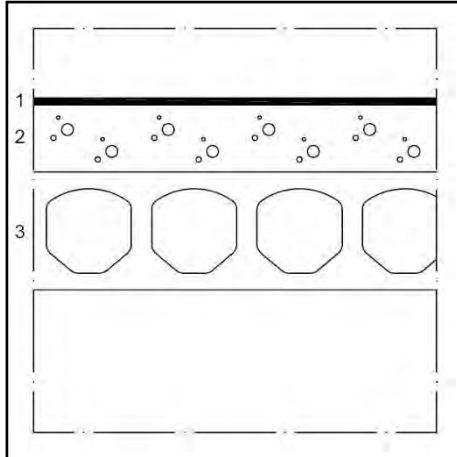


## Rakenneavaukset

### Välipohjarakenne VP 1

Luokka 242

Havaittu rakenne:



Kuva 52. Rakennetyyppi VP1

1. Muovimatto
2. Betoni (osin pintalaatta)
3. Ontelolaatan ontelo

125 mm  
125 mm

### Havainnot

- Rakenteessa ei havaittu herkästi vaurioituvia materiaaleja.



Kuva 53. Rakenneavaus VP 1 tehtiin luokan 242 väli-pohjarakenteeseen.

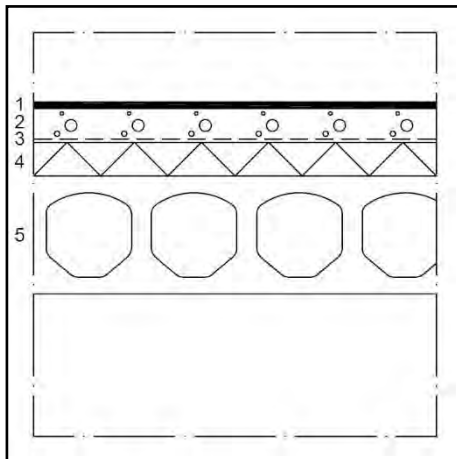


Kuva 54. Väli-pohjan päällysteenä on muovimatto

### Väli-pohjarakenne VP 2

Luokka 221

Havaittu rakenne:



Kuva 55. Rakennetyyppi VP2

- |                          |            |
|--------------------------|------------|
| 1. Muovimatto            |            |
| 2. Pintabetonilaatta     | 50 mm      |
| 3. Paperi                |            |
| 4. Kovavilla             | 40...50 mm |
| 5. Betoni (ontelolaatta) |            |

### Havainnot

- Rakenteessa ei havaittu merkkejä kosteuskuormituksesta.
- Kovavillasta otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin. Näytteessä ei havaittu viitteitä vauriosta.



Kuva 56. Rakenneavaus VP 2 tehtiin Musiikkiluokan 221 välipohjarakenteeseen.



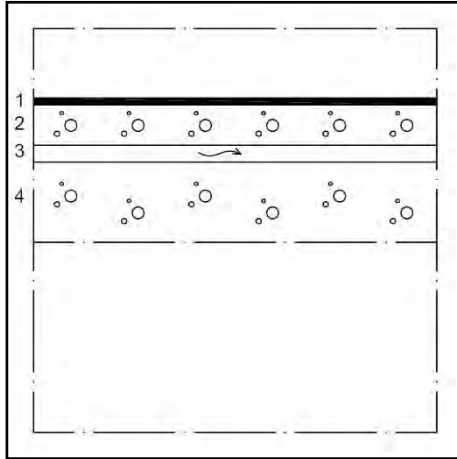
Kuva 57. Betonilaattojen välissä on kovavilla, josta otettiin näyte.



### Välipohjarakenne VP 3

IV-konehuone 218

#### Havaittu rakenne:



Kuva 58. Rakennetyyppi VP3

- |                                   |         |
|-----------------------------------|---------|
| 1. Muovimatto                     |         |
| 2. Betoni                         | 60 mm   |
| 3. Tyhjä tila                     | 25 mm   |
| 4. Betoni (porattiin 120 mm asti) | 120+ mm |

#### Havainnot

- Rakenteessa ei havaittu herkästi mikrobivaurioituvia materiaaleja.
- Rakennetyypin perusteella pintalaatan alapuolella on mineraalivilla. Rakenneavauksen kohdalla kyseistä mineraalivillaa ei kuitenkaan havaittu.



Kuva 59. Rakenneavaus VP 3 tehtiin IV-konehuoneen välipohjarakenteeseen.





## Ilmatiiveys, välipohja

Rakenneosan tiiveyttä tutkittiin aistinvaraisesti arvioimalla rakenneavauksien yhteydessä.

### Aistinvaraiset havainnot:

- Pintalaatan liitostapa ulkoseinään (tiilimuurauksiin) on rakenneavauksista tehtyjen havaintojen perusteella epätiivis. Liitoskohtia ei ole erikseen tiivistetty.

### Materiaalinäytteiden mikrobianalyysitulokset

Välipohjarakenteista otettiin mikrobianalyysiin yksi materiaalinäyte. Analyysi tehtiin laboratorioissa suoraan otettujen näytteiden avulla. Näytteenottoa on merkitty tämän raportin liitteeseen 1 olevaan pohjapiirustukseen. Taulukossa 3 on esitetty välipohjasta otetun materiaalinäytteen mikrobianalyysin tulos. Analyysivastaukset ovat tämän raportin liitteessä 2.

Taulukko 3. Yhteenveto välipohjarakenteiden mikrobinäyteanalyysien tuloksista.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Kosteusvaurio-indikaattorit	Tulkinta
22	Kovavilla	VP 2	221 Musiikki	<i>A. versicolor</i> + aktinobakteerit +	Ei viitettä vauriosta

Lisätiedot:  
määritysraja 1 pmy, A = Aspergillus, \* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin, (-) ei kasvua, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta, (++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.

Välipohjarakenteesta otetussa näytteessä ei havaittu viitettä vauriosta.

### 5.2.3 Johtopäätökset

**Välipohjarakenteena** on pääosin ontelolaatta. Musiikkiluokassa ja IV-konehuoneessa välipohjarakenteena on kaksoisbetonilaatta, jossa laattojen välissä on eristeenä kovavillaa.

**Jos kaksoisbetonilaattarakenteinen välipohja pääsee kosteusvaurioitumaan** esim. putkivuodon seurauksena. On riskinä, että laattojen välissä oleva eriste vaurioituu. Lähtötietojen perusteella tällaista vaurioitumista ei ole päässyt tapahtumaan eikä eristeessä havaittu viitteitä vauriosta.

Välipohjien alapuolisissa alaslasku- ja akustiikkalevyrakenteissa esiintyy toistuvasti avoimia mineraalivillapintoja, joihin osaan kohdistuu ilmavirtauksia tuloilmaventtiileistä. Lähtötietojen mukaan akustiikkalevyjen avoimia villapintoja on käsitelty KV-Dustoff kuitupölynsuihkeella 1. krs. luokissa 119-123, 154, 172-177 ja porrashuoneessa 171 sekä 2. krs. kirjastossa 226, porrashuoneessa 241 ja luokissa 221-222 ja 242-247. Mikäli käsittely on tehty kaikille avoimille pinnoille, vähentää se mineraalivillakuitujen irtoamista levyistä. Työn tarkemmasta valvonnasta ei ole tietoa, suihkutuskäsittely on havaittavissa uv-valaistuksessa. Alakattorakenteiden yläpuoliset avoimia mineraalivillapintoja on havaittu helmikuussa 2022 tehdyn kuitulähdeselvityksen yhteydessä, jolloin suojaamattomat mineraalivillapinnat on ollut tarkoitus suojata/vaihtaa. Työn toteutusta tai valvontaa ei ole esitetty lähtötiedoissa ja tutkimuksen yhteydessä havaittiin vastaavia avoimia mineraalivillapintoja. Mikäli avoimiin mineraalivillapintoihin ei ole toteutettu kuitupölynsidontakäsittelyä, niistä on mahdollista päästä mineraalivillakuituja sisäilmaan. Lisäksi, mikäli kyseisiin alakattorakenteiden yläpuolisiin mineraalivilloihin kohdistuu esimerkiksi huoltotöiden yhteydessä toimenpiteitä, voi mineraalivillakuituja päästä sisäilmaan. Riski on kuitenkin kohtuullisen pieni ja hetkellinen.

Tilassa 139 havaittiin muista tiloista poikkeavaa tunkkaista hajua, mikä on mahdollisesti peräisin alakattorassa olevasta lastuvillalevystä. Lastuvillalevyissä ei havaittu aistinvaraisesti kosteita alueita, mutta orgaanisena materiaalina kyseinen levyrakente on herkkä vaurioitumaan kosteudesta.



#### 5.2.4 Toimenpide-ehdotukset

Välipohjarakenteen korjaukset kohdistuvat välipohjien alapuolisten alaslaskujen avointen mineraalivillapintojen ja niistä aiheutuvien mineraalivillakuituriskien poistamiseen.

Välipohjien liitoskohtien ilmatiiveyden parantamisen toimenpide-ehdotukset on esitetty ulkoseinärakenteiden yhteydessä.



## 5.3 Julkisivut, ulkoseinät, ikkunat ja ovet

### 5.3.1 Suunnitelmien mukainen rakenne

**Ulkoseinärakenne 1:** poltettu tiili 130 mm, tuuletusrako + 125 mm mineraalivilla (rakenneväli yhteensä >140), kalkkihiekkakivi 130 mm, pintakäsittely

**Ulkoseinärakenne 2:** pystyrimoitus 22 mm, luja-levy 4 mm, vaakakoolaus ja mineraalivilla 50 mm, pystykoolaus ja mineraalivilla 100 mm, kalkkihiekkakivi 130 mm, pintakäsittely

**Ulkoseinärakenne 3:** poltettu tiili 130 mm, tuuletusväli 10 mm, lujalevy 4 mm, vaakakoolaus + mineraalivilla 50 mm, pystykoolaus + mineraalivilla 125 mm, muovikalvo 0,2 mm, kipsilevy 13 mm, pintakäsittely

### 5.3.2 Havainnot ja mittaukset

#### Yleishavainnot

- Sokkelirakenteessa on paikoin havaittavissa betonipinnan rapaamaa, halkeamia ja lohkeilua.
- Paikoin sokkelirakenteessa ja katoksen pilareissa on havaittavissa teräskorroosioaurioita.
- Sokkelirakenteen yhteydessä ei havaittu perusmuurilevytyksiä. Paikoin sokkelit ovat matalia. Lattiapinta on ulkopuolella näkyvän sokkelirakenteen yläpinnan tasalla.
- Ulkoseinärakenteet ovat alkuperäisiä, pääosin tiilimuurattuja, mutta ikkunoiden alta osittain lauterhoiluja. Yhdessä kohdassa ikkunan alla julkisivu on laatoitettu.
- Ulkoseinän tuuletusraoiksi tarkoitetut aukotukset tiilimuurauksen saumoissa ovat pääosin ummessa, joka estää ulkoseinän tuulettumisen.
- Puuverhoilu on paikoin lahonnut ja alareunassa näkyy jälkiä kosteuskuormituksesta. Puuverhousten tuuletusraot ovat avoimia vähintään ikkunoiden yläpuolisten panelointien kohdalla.
- Tiilimuurauksessa havaittiin paikoitellen jälkiä kosteuskuormituksesta ja tiilien pinnan rikkoutumista sekä muutamia vaakahalkeamia seinien yläosissa. Lisäksi muuraussaumoissa on yksittäisissä kohdissa näkyvissä ruostuneiden terästen aiheuttamia laastien irtoamisia.
- Ulkopuolisissa elementtisaumoissa havaittiin rakoja.
- Ulkoseinien liitoksissa havaittiin sisäpuolella rakoja.
- Ikkunaliitoksia on tiivistetty sisäpuolelta. Paikoin tiivisteissä on kuitenkin rakoja. Rakenteen ilmatii-veyttä on käsitelty tarkemmin tämän raportin kohdassa "Rakenteen ilmatiiveys, ulkoseinät".
- Rakennuksen ikkunat olivat pääosin alkuperäisiä ikkunoita, joiden kunto on paikoin välttävä ja paikoin heikko. Lisäksi rakennuksessa on paikoin avattavia tuuletusikkunoita.
- Ikkunapellitykset ovat nykymääräyksiin verraten loivia. Ikkunapeltien maalipinnat huonossa kunnossa.
- Ulko-ovet ovat pääosin uusittuja alumiinirakenteisia lasiaukollisia ulko-ovia. Alumiiniovien kunto on hyvä. Paikoin ulko-ovet ovat alkuperäisiä puuverhoiluja ovia. Puuovien kunto on kohtalainen.
- Ikkunat ja alkuperäiset ulko-ovet eivät täytä nykyisin uusille ulko-oville asetettuja lämpöteknisiä ominaisuuksia.



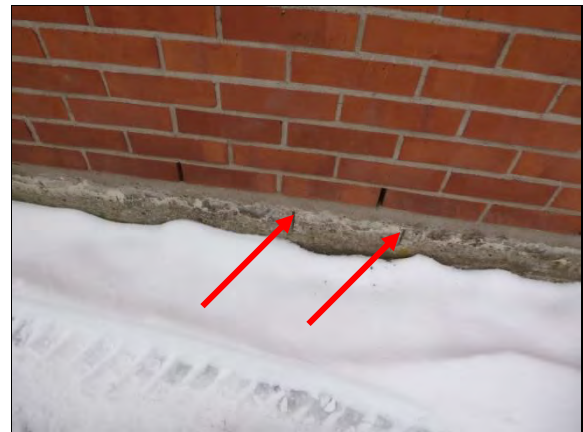
Kuva 60. Julkisivut ovat pääosin tiilimuurattuja. Paikoin ikkunoiden alapuolella on puuverhoiltuja alueita. Sokkeli on betonirakenteinen.



Kuva 61. Paikoin sokkelit ovat matalia ja pintabetonissa on halkeamia, jotka voivat viitata teräskorroosiovaurioon.



Kuva 62. Halkeama varaston seinässä.



Kuva 63. Sokkelirakenteessa on paikoin teräskorroosiovaurioita.



Kuva 64. Uusittu alumiiniulko-ovi.



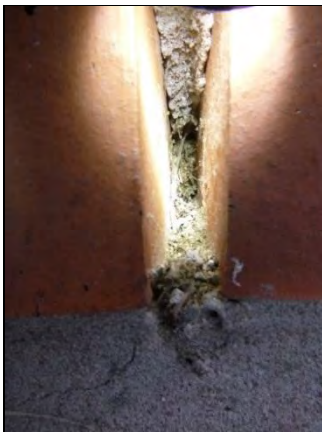
Kuva 65. Ikkunanpellitykset ovat loivia ja ikkunan ulkopuitteiden kunto on välttävä. Ikkunapeltien maalipinta hilseilee.



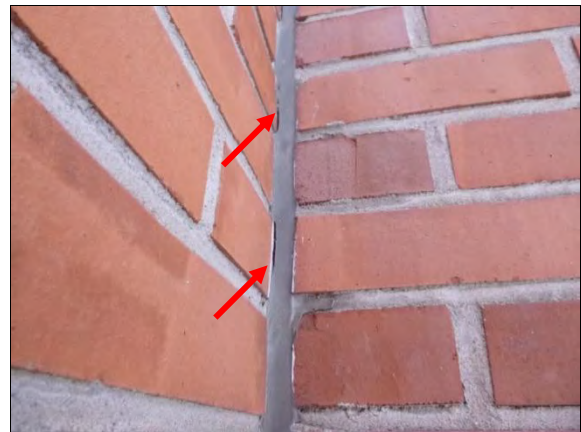
Kuva 66. Puuverhoilu on yksittäisistä kohdista lahonnut.



Kuva 67. Puuverhoilun taustan tuuletusrakoa.



Kuva 68. Ulkoseinän tuuletusraot tiilimuurauksen saumoissa ovat pääosin ummessa, mikä estää ulkoseinän tuulettumisen.



Kuva 69. Elementtisaumassa halkeama.



Kuva 70. Tiilimuurauksessa jälkiä kosteuskuormituksesta.



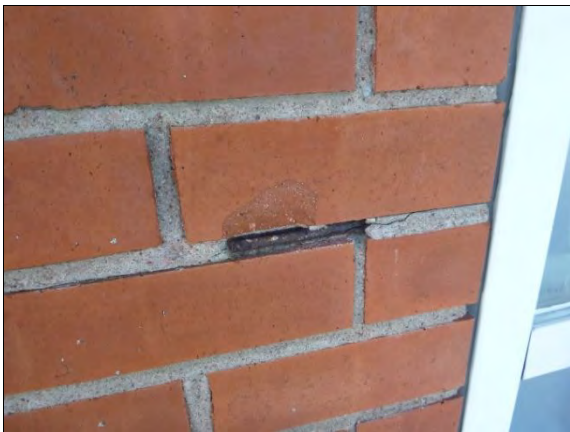
Kuva 71. Tiilimuurauksessa jälki. Mahdollisesti vanha vaakahalkeama on paikattu laastilla.



Kuva 72. Julkisivu on laatoitettu ikkunoiden alta.



Kuva 73. Tiilien pinta on paikoitellen rapautunut.



Kuva 74. Tiilien saumoissa on näkyvissä yksittäisiä ruostuneita teräksiä.



Kuva 75. Liikuntasalin ulkoseinän yläosassa olevaa vaakahalkeamaa.



Kuva 76. Puuverhoillun julkisivun alareunassa on merkkejä kosteuskuormituksesta. Pellityksestä irtoaa maali.



Kuva 77. Katoksen pilareissa havaittiin teräskorroosiovaurioita.



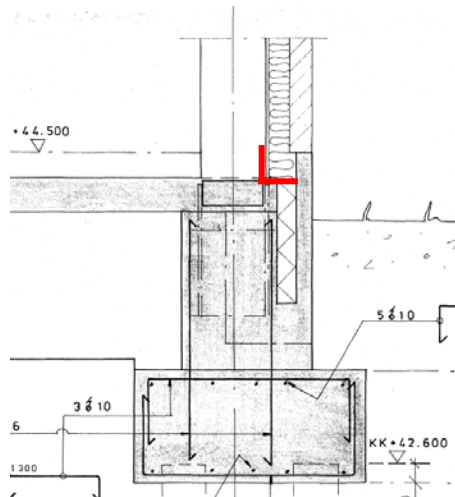
## Rakenneavaukset

### Ulkoseinän rakenneavaukset

**US 2, US 3, US 4 + IKK 1, AP7/US, US 7, US 8, US 10 + IKK, US 11, US 12 ja US 14**

Huoneet 130, Liikuntasali 181, Luokka 245, Ruokasali 154, Kirjasto 226, Huone 224 ja Luokka 221

#### Havaittu rakenne, sokkeli (liikuntasalin avaus AP7/US):

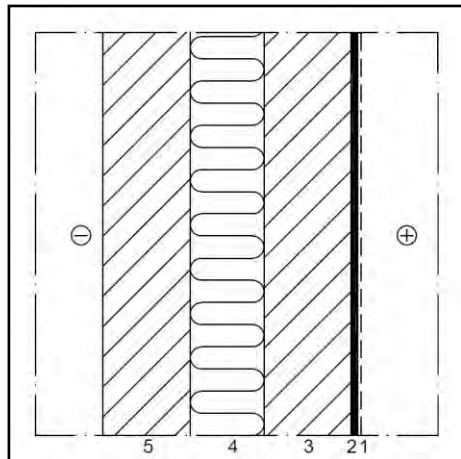


Kuva 78. Liikuntasalin sokkelin alkuperäinen leikkauspiirustus pilarin kohdalta. Piirustukseen on merkitty punaisella viivalla bitumi havaitun bitumikermin sijainti.

1. Maalipinnoite
2. Tiili 130 mm
3. Ilmarako 30 mm
4. EPS

- Yläpuolella bitumihuopa, joka taittuu sokkelin EPS:n päälle
- Bitumihuovan takana mineraalivilla

#### Havaittu rakenne, tiiliverhoiltu ulkoseinä:



Kuva 79. Rakennetyyppi US2, US3, US4, US7, US8, US10, US11, US12, US14

1. Maalipinnoite
2. Tasoite
3. Kahitiili (265x75x130) 130 mm  
Ilmarako (osasta avauksia puuttui) 5 mm  
Kermi 1. krs:n seinän alaosassa
4. Mineraalivilla 110...120 mm
5. Tiili 130 mm

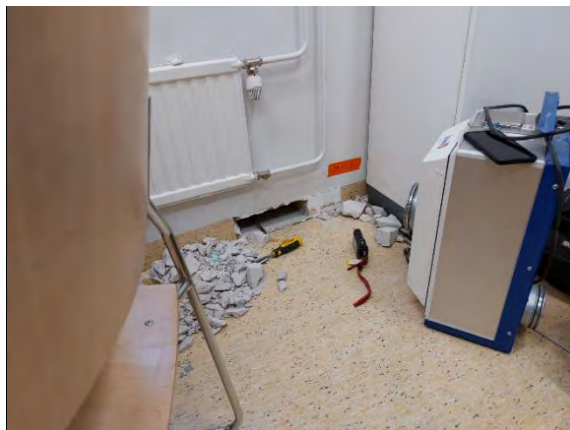
#### Havaittu rakenne, ikkunaliitos:

- Ikkunalista 15 mm
- Apukarmi + mineraalivilla 100 mm
- Tiilimuuraus + elastinen saumamassa



### Havainnot

- US 2: Mineraalivillasta otetussa näytteessä havaittiin viite vauriosta. Ulkoseinän eristetila oli kuiva (lt -2,3 °C, RH 67 % ja abs 2,78 g/m<sup>3</sup>).
- US 3: Sokkeli on samalla tasolla kuin betonilattia. Ulkopuolen tiilimuuraus alkaa samalta tasolta kuin sisäpuolen tiilimuuraus. Tuuletusrako on täynnä laastipurseita. Mineraalivillasta otetussa näytteessä ei havaittu viitettä vauriosta.
- US 4 + IKK 1: Tuuletusrako ja kermi puuttuivat. Mineraalivillasta ja ikkunan apukarmista otetuissa näytteissä ei havaittu viitettä vauriosta. Ulkoseinän eristetila oli kuiva (lt 6,4 °C, RH 42 % ja abs 3,14 g/m<sup>3</sup>).
- AP7/US: Mineraalivillasta otetussa näytteessä havaittiin viite vauriosta. Ulkoseinän eristetila oli kuiva (lt 3,2 °C, RH 42 % ja abs 2,56 g/m<sup>3</sup>).
- US 7, 8 ja 12: Rakenteessa ei havaittu kermiä. Mineraalivillasta otetussa näytteessä ei havaittu viitettä vauriosta.
- US 10 + IKK: Rakenneavauksessa havaittiin ilmavirtaus sisäänpäin ja lievä mikrobiperäinen haju. Elastinen saumamassa ei ole tiivis. Mineraalivillasta ja apukarmista otetuissa näytteissä ei havaittu viitettä vauriosta.
- US 11: Ikkuna on kiinni oletettavasti apukarmina olevassa kyllästetyssä puussa. Rakenteessa ei ollut kermiä. Mineraalivillasta otetussa näytteessä ei havaittu viitettä vauriosta.



Kuva 80. Ulkoseinän rakenneavaus 3 huoneessa 130.



Kuva 81. Sokkelin rakenneavaus (AP7/US) liikuntasalissa 181.





Kuva 82. Ulkoseinän rakenneavaus 2 liikuntasalissa 181.



Kuva 83. Ikkunaliitoksen rakenneavaus (US 10 + IKK) luokassa 177. Liitos ilmanpitävyyden suhteen avoin.



Kuva 84. Ulkoseinän rakenneavaus 11 ruokasalissa 154.



Kuva 85. Ulkoseinän rakenneavaus 12 luokassa 245.



Kuva 86. Ulkoseinän rakenneavaus 7 huoneessa 209.



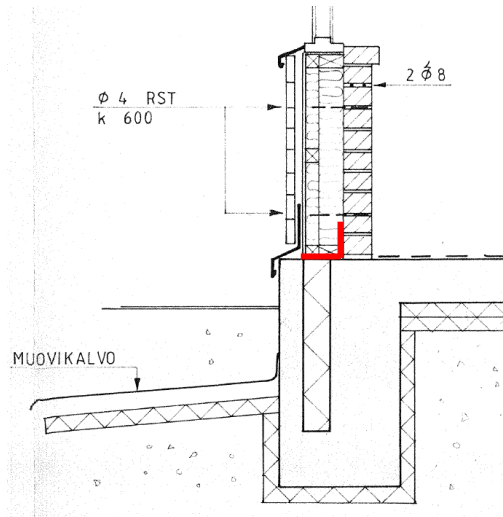
Kuva 87. Ulkoseinän rakenneavaus 4 huoneessa 243.



## Ulkoseinän rakenneavaukset US 1, US 9 ja US 15

Varasto 220, Luokka 174 ja Luokka 177

### Havaittu rakenne, sokkeli

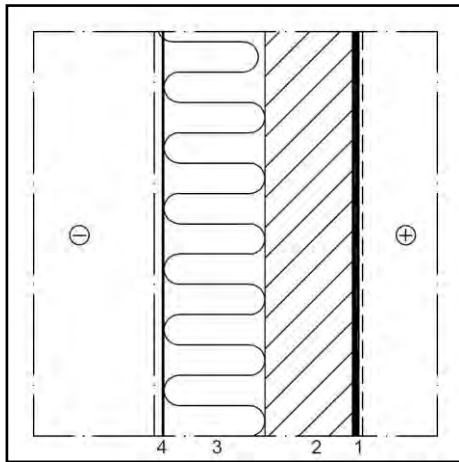


- Pintarakenne
- Kahitiili 130 mm
- Kermi
  - kermin alla sokkeli, sokkelihalkaisu 120 mm
- Mineraalivillaeriste/puurunko yht. 150 mm
- Mineriittilevy 3 mm

Avaus päätettiin levyrakenteen sisäpintaan

Kuva 88. Alkuperäinen leikkauspiirustus sokkelin liitoksesta. Piirustukseen on merkitty punaisella viivalla bitumi havaitun bitumikermin sijainti.

### Havaittu rakenne, puuverhoiltu ulkoseinä:



Kuva 89. Rakennetyyppi US1, US9, US15

1. Pintarakenne
2. Kahitiili 130 mm
3. Mineraalivillaeriste/puurunko 150 mm
4. Mineriittilevy (avaus päätetty levyn sis.pintaan) 3 mm

### Havainnot

- US 1: Mineraalivillasta otetussa näytteessä ei havaittu viitettä vauriosta. Runkopuu oli kuiva 10,3 paino-%.
- US 9: Mineraalivillasta ja puurungosta otetuissa näytteissä ei havaittu viitteitä vauriosta.
- US 15: Mineraalivillasta otetussa näytteessä havaittiin viite vauriosta. Pystypuun alaosassa oli kosteusjälkiä, mutta se oli kuiva, noin 9,0 paino-%. Rakenteessa ei havaittu alajuoksua. Pystyrunko on rakennetyyppien perusteella kiinnitetty ruostumattomin sitein sisäpuolen tiilimuuraukseen.



Kuva 90. Ulkoseinän rakenneavaus 1 huoneessa 177.



Kuva 91. Yleiskuvaa avauksesta US 1.



Kuva 92. Ulkoseinän rakenneavaus 9 varastossa 220.

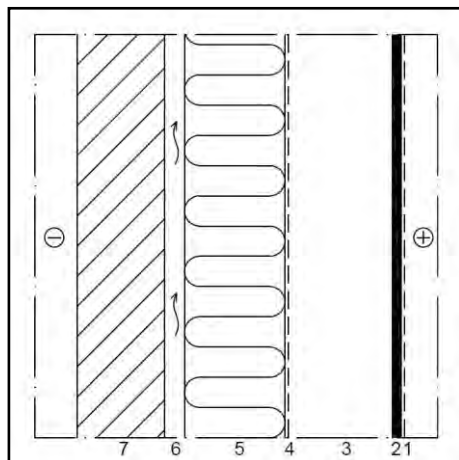


Kuva 93. Ulkoseinän rakenneavaus 15 luokassa 173.

## Ulkoseinän rakenneavaus US 6 ja US 13

Huone 221 ja 212

**Havaittu rakenne, kipsilevyrakenteinen ulkoseinä (kotelorakenne):**



Kuva 94. Rakennetyyppi US6, US13

- |   |        |
|---|--------|
| 1. Pintakäsittely                       |        |
| 2. Kipsilevy                            | 13 mm  |
| 3. Tyhjä tila + kotelorunkopuut         | 160 mm |
| 4. Höyrynsulku                          |        |
| 5. Mineraalivillaeriste/puurunko        | 150 mm |
| 6. Tuuletusväli (havaittu vain US6:ssa) | 30 mm  |
| 7. Tiili                                | 130 mm |



### Havainnot

- Runkopuut olivat puunkosteusmittarilla mitaten kuivia (noin 4-5 paino-%. Puurungosta ja mineraalivillasta otetuissa näytteissä ei havaittu viitteitä vauriosta.
- Ulkoseinän eristetilat olivat kuivia, mutta lämpötila oli matala avauksessa US 6 (US 6: It 7,7 °C, RH 37,9 % ja abs 3,09 g/m<sup>3</sup> sekä US 13: It 12,5 °C, RH 35 % ja abs 3,91 g/m<sup>3</sup>).
- Molemmissa avauskohdissa havaittiin höyrynsulun olevan epätiivis ja selkeitä ilmavirtauksia sisään päin.
- Avauksessa US6 havaittiin vanhaa kosteusjälkeä.
- Avauksessa US13 havaittiin rakennusjätettä.



Kuva 95. Ulkoseinän rakenneavaus 6 musiikkiluokassa huoneessa 221.



Kuva 96. Yleiskuvaa avauksesta US 6. Runkopuissa ja kotelon alapinnan lastulevyssä havaittiin vanhoja kosteusjälkiä. Höyrynsulku ei ole tiivis ja avauksesta oli aistittavissa selkeä ilmavirtaus sisään päin.



Kuva 97. Ulkoseinän rakenneavaus 13 huoneessa 212.



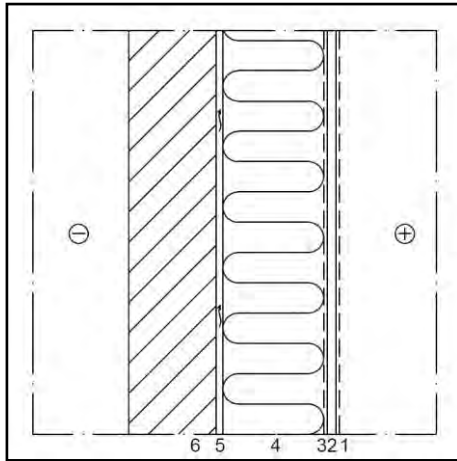
Kuva 98. Yleiskuvaa avauksesta US 13. Kotelossa havaittiin rakennusjätettä. Höyrynsulku ei ole tiivis ja avauksesta oli aistittavissa selkeä ilmavirtaus sisään päin.



## Ulkoseinän rakenneavaus 14

Liikuntasali 181

### Havaittu rakenne, kipsilevyrakenteinen ulkoseinä:



Kuva 99. Rakennetyyppi US14

1. Pintakäsittely	
2. Kipsilevy	13 mm
3. Höyrynsulku	
4. Mineraalivillaeriste/puurunko	150 mm
5. Tuuletusrako	10 mm
6. Tiili	130 mm

### Havainnot

- Sokkelin yläpinta on sisälattian tasalla ja muurauslaasti mineraalivillassa kiinni.
- Puurungosta ja mineraalivillasta otetuissa näytteissä ei havaittu viitteitä vauriosta.
- Runkopuut olivat kuivat noin 11 paino-%. Pystypuurungon koko 50x125 mm.
- Ulkoseinän eristetila oli kuiva, mutta lämpötila matala (It 4,1 °C, RH 56 % ja abs 3,62 g/m<sup>3</sup>).
- Rakennetyyppiirustuksessa esitetystä julkisivumuurauksen taustan ja mineraalivillan välisessä tuuletusraossa havaittiin paikoin mineraalivillaa.



Kuva 100. Ulkoseinän rakenneavaus 14 liikuntasalissa 181.



Kuva 101. Lämmöneristevilloissa olevia tummentumia.



Kuva 102. Ulkoseinän rakenneavaus 14 liikuntasalissa 181.



Kuva 103. US 13. Alaohjauspuussa on vanhoja piettyjä sähköjohtojen suojauputkia.

### Materiaalinäytteiden mikrobialyysitulokset

Ulkoseinärakenteista otettiin mikrobialyysiin yhteensä 21 materiaalinäytettä. Analyysit tehtiin laboratoriossa suoraviljelymenetelmällä. Näytteenotokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 olevaan pohjapiirustukseen. Seuraavassa taulukossa on esitetty ulkoseinästä otettujen materiaalinäytteiden mikrobialyysien tulosten tulkinnat. Analyysivastaukset ovat tämän raportin liitteenä 2.

Taulukko 4. Yhteenveto ulkoseinärakenteiden mikrobinäyteanalyysien tuloksista.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Kosteusvaurioindikaattorit	Tulkinta
1	Mineraalivillaeriste	US 1	Luokka 177	-	Ei viitettä vauriosta
2	<b>Mineraalivillaeriste, sisä- ja ulkopinta</b>	<b>US 2</b>	<b>Liikuntasali</b>	-	<b>Viite vauriosta</b>
3	Mineraalivillaeriste	US 3	Taukotila 130	aktinobakteerit* +	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
4	Ikkunan apukarmi, puu <sup>3)</sup>	US 4 ikkuna 1	Luokka 243	-	Ei viitettä vauriosta
5	Mineraalivillaeriste	US 4 ikkuna 1	Luokka 243	-	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
6	Mineraalivillaeriste	US 5	Opettajainhuone 209	-	Ei viitettä vauriosta
7	Puurunko	US 6	Musiikkiluokka 221	<i>Chaetomium*</i> + <i>A.fumigatus*</i> + <i>Eurotium*</i> +	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
8	Mineraalivillaeriste	US 6	Musiikkiluokka 221	aktinobakteerit* + <i>A.fumigatus*</i> + <i>Eurotium*</i> +	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
9	Mineraalivillaeriste	US 7	Kirjasto 226	-	Ei viitettä vauriosta
10	Mineraalivillaeriste	US 8	Opetustila 224	-	Ei viitettä vauriosta
11	Mineraalivillaeriste	US 9	Varasto 220	-	Ei viitettä vauriosta
12	Ikkunan apukarmi, puu	US 10 ikkuna 2	Luokka 177	-	Ei viitettä vauriosta
13	Mineraalivillaeriste	US 10	Luokka 177	<i>A.fumigatus*</i> + <i>Eurotium*</i> +	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>



14	Mineraalivillaeriste sisä- ja ulkopinta	US 11	Ruokasali 154	<i>A.fumigatus</i> * + <i>Eurotium</i> * +	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
15	Mineraalivillaeriste	US 12	Luokka 245	-	Ei viitettä vauriosta
<b>16</b>	<b>Mineraalivillaeriste, alapuuta vasten, sisäpinta</b>	<b>US15</b>	<b>Luokka 174</b>	<b>aktinobakteerit* +++</b> <b><i>A.versicolor</i>* ++++</b>	<b>Viite vauriosta</b>
<b>21</b>	<b>Mineraalivillaeriste</b>	<b>AP7/US</b>	<b>Liikuntasali 181</b>	-	<b>Viite vauriosta</b>
26	Mineraalivillaeriste	US14	Liikuntasali 181	<i>A.ochraceus</i> * + <i>A.fumigatus</i> * +	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
27	Lauta <sup>3)</sup> , kermin alapuolelta	US 14	Liikuntasali 181	<i>Chaetomium</i> * + <i>A.restricti</i> * +	Ei viitettä vauriosta <sup>2)</sup>
28	Koolauspuu (julkisivu)	US 9	Varasto 220	<i>Chaetomium</i> * + <i>A.ustus</i> * + <i>Eurotium</i> * + <i>Stachybotrys</i> * + aktinobakteerit +	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
29	Puurunko	US 13	Huone 212	<i>Chaetomium</i> * + <i>A.fumigatus</i> * + <i>Eurotium</i> * +	Ei viitettä vauriosta

**Lisätiedot:**

määritysraja 1 pmy, A = Aspergillus, \* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, (-) ei kasvua, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta, (++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.

- 1) Keskimääräinen viljelytulos ja/tai mittausepävarmuuden aiheuttama vaihteluvälin alaraja jää toimenpiderajan alle.
- 2) Vähäinen näytemäärä voi heikentää tuloksen luotettavuutta.
- 3) Näytettä ei voitu suoramikroskopoida johtuen vähäisestä näytemäärästä.

Ulkoseinärakenteista otetuista 21:stä näytteestä kolmessa havaittiin viitteitä mikrobivauriosta. Lisäksi yhdeksässä näytteessä havaittiin yksittäisiä pesäkkeitä kosteusvaurioindikaattorimikrobeja.

### Rakenteen ilmatiiveys, ulkoseinät

Rakenneosan tiiveyttä ja ilmavuotoreittejä tutkittiin pistokoemuotoisesti merkkiainekokein, käyttöolosuhteissa tehdyin lämpökamerakuvauksin sekä aistinvaraisesti arvioimalla.

#### Aistinvaraiset havainnot:

- Ikkunaliitoksissa on epätiiviyttä saumamassan halkeilun sekä osin tiivistämättömien liitoskoh-tien vuoksi.
- Tiilien saumoissa on rakoja, joista on ilmavuotoa sisälle päin.



Kuva 104. Ikkunaliitos on epätiivis. Saumamassa halkeilee.



Kuva 105. Ikkunan saumamassa halkeilee.



Kuva 106. Tiilien saumoissa on rakoja, joista tulee ilmaa vuotoa.



Kuva 107. Ikkunaliittymästä pilkistää valoa.



Kuva 108. Ulkoseinissä havaittiin paikoin tiivistämättömiä läpivientejä.



Kuva 109. Keittiön tuulikaapin ulkoseinän höyrynsulkua ei ole tiivistetty yläreunasta.





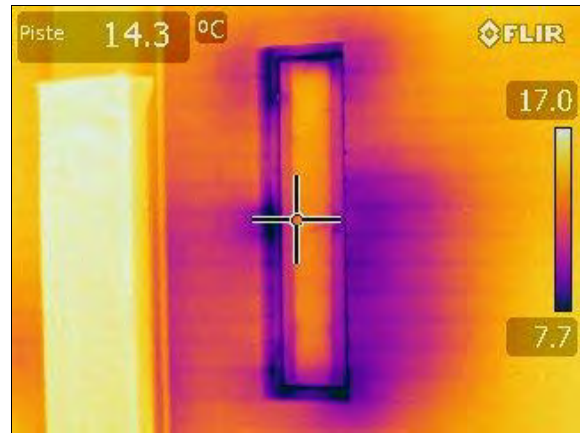
Kuva 110. Halkeama tiilimuurauksen ja pilarin liitoskohdalla.



Kuva 111. Lämpökamerakuva edellisen kuvan kohdalta. Ilmavuotoa halkeamasta.



Kuva 112. Ikkunan sisäpuoliset liitoskohdat ovat tiivistämättömiä.



Kuva 113. Lämpökamerakuva edellisen kuvan kohdalta. Ilmavuotoa tiivistämättömien liitosten kohdalta.



Kuva 114. Liikuntasalin rakenteissa ei havaittavissa merkittäviä halkeamia.



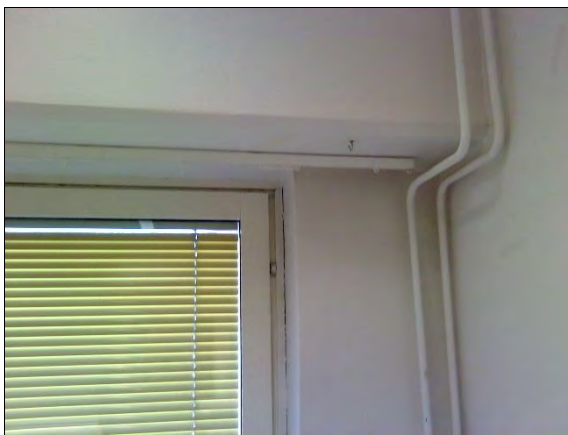
Kuva 115. Lämpökamerakuva edellisen kuvan kohdalta. Nurkan lämmöneristyksessä on mahdollisesti puutteita tai rakenteen liitoskohdissa on ilmavuotoa.



Kuva 116. Halkeama luokkatilan tiilimuurauksessa.



Kuva 117. Lämpökamerakuva edellisen kuvan kohdalta. Ilmavuotoa halkeaman kohdalta.



Kuva 118. Ikkunaliitos on epätiivis.



Kuva 119. Lämpökamerakuva edellisen kuvan kohdalta. Ilmavuotoa tiivistämättömästä liitoskohdasta.



Kuva 120. Ikkunan liitosta tiilimuuraukseen on tiivistetty elastisella massalla.



Kuva 121. Lämpökamerakuva edellisen kuvan kohdalta. Ilmavuotoa ikkunan sisäpuolteen tiivisteiden kohdalta.



### Merkkiainekokeet

Rakenneosan tiiveyttä ja ilmavuotoreittejä tutkittiin merkkiainekokein sekä aistinvaraisesti arvioimalla. Havaitut ilmavuotokohtat on esitetty seuraavissa havainnoissa ja valokuvissa.

#### Havainnot:

- Ulkoseinärakenteesta merkkiainekokein havaitut ilmavuotokohtat painottuvat ulkoseinä- ja alapohjarakenteiden liitoksiin sekä ikkunoiden ja pilarien liitoksiin.
- Alla olevissa kuvissa on esimerkkejä havaituista ilmavuotokohdista:



Kuva 122. Merkkiainekoe MAUS1 tehtiin ulkoseinä-rakenteeseen luokassa 173. Havaitut ilmavuotokohtat on merkittynä kuvaan punaisella.



Kuva 123. MAUS2: Ilmavuotoa havaittiin luokassa 177 ulkoseinän ja alapohjan liitoksesta sekä tiilien välisestä halkeamasta.



Kuva 124. MAUS4: Ilmavuotoa havaittiin luokassa 243 ikkunaliitoksista ja ulkoseinä-alapohjaliitoksesta sekä ulkoseinän ja pilarin liitoksesta.



Kuva 125. MAUS3: Havaittiin ilmavuotoa ikkunoiden liitoksista huoneessa 130.



### 5.3.3 Johtopäätökset

**Ulkoseinät ovat lauta- tai tiiliverhoiltuja mineraalivillaeristettyjä tiiliseiniä.** Puuverhoiltuja alueita on ikkunoiden alapuolella. Muutamassa kohdassa ulkoseinä on puurunkoinen ja kipsilevytetty sisäpuolelta. Tiiliverhoillut ulkoseinät koostuvat rakennuksen sisäpuolelta katsottuna tiilestä, mineraalivillasta, ilma- ja julkisivun tiilimuurauksesta. Puuverhoillut ulkoseinät koostuvat rakennuksen sisäpuolelta katsottuna tiilestä, mineraalivillaeristeestä ja puurungosta, lujalevystä, tuuletusraosta ja lautaverhouksesta. Sokkeliliitoksissa sisäpuolen tiilimuurausta vasten on bitumikermi, mikä toimii mahdollisen lämmöneristetilaaan päässeen vuotovedenohjaimena rakenteen ulkopuolelle. Sisäpuolisessa tiilimuurauksessa on paikoin halkeamia tiilien saumoissa. Muuten sisäseinät ovat hyväkuntoisia.

**Tiilijulkisivuverhous** on huokoinen materiaali, josta viistosateet ja muu julkisivulle ohjautuva kosteusrasitus kulkeutuu tiilen läpi verhouksessa tai laastipurseissa kiinni oleviin materiaaleihin, kuten lämmöneristeisiin. Rakenteen tuulettumista julkisivuverhoilun takana heikentää tiilimuurauksen takana tuuletusraossa havaitut lämmöneristeeseen ulottuvat laastipurseet ja paikoin kokonaan puuttuva tuuletusrako. Rakenteesta puuttuu erillinen tuulensuojakerros, mikä olisi mahdollistanut toimivamman tuuletusraon. Lisäksi riskiä kosteuden kondensoitumisesta rakenteen sisäosiin lisää rakenneavausten ja lämpökameratarkastelun yhteydessä havaitut matalat lämpötilat seinärakenteessa. Muutamassa kohdassa riski on toteutunut ja ulkoseinän lämmöneristeessä havaittiin viite vauriosta.

**Puuverhoillussa ulkoseinärakenteissa** on ulkopuolisilla julkisivunosilla yksittäisiä lahovaurioita, mitkä eivät vielä toistaiseksi aiheuta merkittävää kosteuden pääsyä verhouksen sisäpuolelle seinien ylempillä osilla. Lisäksi riskiä ulkopuolisen kosteuden pääsystä seinärakenteen sisempiin osiin vähentää julkisivuverhouksen taustalla oleva tuuletusrako sekä kiviainesrakenteinen tuulensuojalevy. Julkisivultaan puuverhoilluissa ulkoseinärakenteissa havaittiin yhden seinän sokkeliliitokseen kohdalle tehdyn rakenneavauksen osalta viitteitä vauriosta mineraalivillassa. Kyseisellä rakenneavauskohdalla sisäpuoliseen tiilimuuraukseen kiinnitettyssä pystyrunkopuussa havaittiin myös kosteuden aiheuttamaa jälkeä. Puurunko oli kosteusmittausten perusteella kuiva tutkimushetkellä. Ulkopuolinen kosteus on mahdollisesti päässyt julkisivuverhouksen saumojen liitoskohdista verhouksen taustapinnalle ja valunut sokkelin yläosiin ja siitä siirtymään sokkelin päällä olevaa vaakaa asennettua kermikaistaa pitkin sisemmälle seinään, mikä on aiheuttanut kyseisen viitteen vauriosta ja kosteusjäljen.

**Ikkunat** ovat havaintojen perusteella keskimäärin välttävissä kunnossa. Lämpötekniisiltä ominaisuuksiltaan ne eivät kuitenkaan täytä nykyvaatimuksia. Ikkunat on tiivistetty havaintojen perusteella ulkoseinärakenteisiin mineraalivillaeristeillä, joissa havaittiin aistinvaraisesti ilmavuodoista peräisin olevia tummentumia. Liitokset ulkoseiniin ovat rakennusajalle tyypilliseen tapaan epätiivittä. vaikka niitä on myöhemmin pääosin luokkatilojen osalta tiivistetty elastisella massauksella.

**Ulko-ovet** ovat havaintojen perusteella alkuperäisten ovien osalta kohtalaisessa kunnossa ja uudempien alumiiniovien osalta hyvässä kunnossa. Lämpötekniisiltä ominaisuuksiltaan alkuperäiset ovet eivät kuitenkaan täytä nykyvaatimuksia.

**Ulkoseinärakenteiden rakenneliittymät eivät ole ilmatiiviitä.** Merkittävimpiä ilmavuotokohtia ovat havaintojen perusteella ulkoseinien alapohja- ja ikkunaliittymät. Rakenteiden epätiiviyyskohtiin voi muodostua hallitsemattomia ilmavirtauksia sisätiloihin, kun sisätilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden ja rakenteiden välille muodostuu paine-eroja. Ilmavirtaukset voivat kuljettaa sisäilmaan epäpuhtauksia ulkoseinien materiaaleista.



#### 5.3.4 Toimenpide-ehdotukset

Ulkoseinärakenteille on olemassa laajuudeltaan ja tavoiteltavalta käyttöiältään kolme erilaajuista korjaustapaa:

- 1) **Mikäli rakennuksen tavoiteltava käyttöikä on noin 2-5 vuotta**, riittää korjaustoimenpiteeksi pelkästään rakennuksen ylipaineistaminen. Rakennuksen ylipaineistaminen aiheuttaa riskin sisäilman kosteuden kondensoitumisesta rakenteiden sisäosiin ja ylipaineistuksen toimivuutta tulee seurata jatkuvatoimisten paine-eromittausten avulla. Korjaustoimenpide on rakennuksen loppuelinkaaren käyttöä turvaava toimi.
- 2) **Mikäli rakennuksen tavoiteltava käyttöikä on noin 10-15 vuotta**, ulkoseinät suositellaan ensisijaisesti korjaamaan käyttöä turvaavana toimenpiteenä sisäpuolisten tiivistyskorjausten ja tarvittaessa rakennuksen ylipaineistamisen avulla. Ulkoseinien vaurioituneet mineraalivillaeristeet jäävät rakenteeseen tiivistyskorjauksen yhteydessä.

Korjausvaihtoehtoon sisältyy lisäksi riski tiivistyskorjausten käyttöiän ylittymisestä ja tiivistysten toimivuuden heikentymisestä rakennuksen jäljellä olevan elinkaaren aikana. Tällöin ulkoseinien epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan on jälleen mahdollista. Tämän vuoksi tiivistysten ilmatiiveyttä suositellaan jälkiseuraamaan tiivistyksen jälkeen säännöllisesti myös tiivistyskorjausten valmistuttua.

- 3) **Vaihtoehtoisesti, mikäli rakennuksen tavoiteltava käyttöikä on yli 15 vuotta**, suositeltavin korjaustapa on korjata rakenne peruskorjauslaajuudessa kosteusteknisesti toimivaksi erillisen korjaussuunnitelman mukaisesti. Korjausten yhteydessä vaurioituneet rakenteet uusitaan riittävällä laajuudella. Ulkoseinän ilmatiiveyttä on suositeltavaa parantaa korjausten yhteydessä. Tiivistystyön laatu voidaan varmistaa esimerkiksi merkkiainekokein.

Alkuperäiset ikkunat uusitaan. Samassa yhteydessä uusitaan ikkuna- ja muut rakennuspelitykset nykyohjeistuksia ja määräyksiä noudattaen. Korjaustöiden valmistuttua on suositeltavaa tasapainottaa ja säätää ilmanvaihto uudelleen.

Korjausvaihtoehdossa vaurioituneet materiaalit poistetaan rakenteesta ja rakenteen kosteus- ja lämpötekniistä toimintaa parannetaan.

Uusivalla korjaustavalla saavutetaan ulkoseinärakenteelle arviolta noin 20 - 50 vuoden käyttöikä.



## 5.4 Väliseinät

### 5.4.1 Suunnitelmien mukainen rakenne

**Väliseinärakenne 1:** pintakäsittely, kalkkihiekkakivi 130 mm, pintakäsittely

**Väliseinärakenne 2 (IV-konehuone):** teräsverkko, mineraalivilla 50 mm, kalkkihiekkakivi 130 mm, pintakäsittely

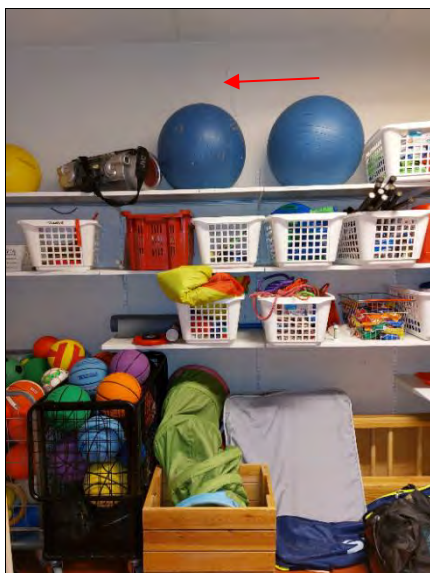
**Väliseinärakenne 3 (asunnon seinä):** pintakäsittely, rappaus 15 mm, kalkkihiekkakivi 130 mm, mineraalivilla 50 mm, kalkkihiekkakivi, rappaus 15 mm, pintakäsittely

**Väliseinärakenne 4(liikuntasalikelurakennus):** pintakäsittely, kalkkihiekkakivi 130 mm, mineraalivilla 30 mm, teräsbetoniseinä, pintakäsittely

### 5.4.2 Havainnot ja mittaukset

#### Yleishavainnot

- Väliseinissä havaittiin halkeamia.
- Ilmanvaihtokonehuoneen väliseinissä havaittiin näkyvää mineraalivillaa ja läpiviennin kohdalla tummunutta puuta.
- Väliseinärakenteet ovat pääosin kalkkihiekkakivirakenteisia.
- Väliseinän ja välipohjan liitosta on paikoin tiivistetty saumamassalla, joka halkeilee. Väliseinien yläosien ja välipohjien/yläpohjien liitoskohdilla on alapuolisten palkkien taipumasta johtuvia halkeamia.
- Kuivien tilojen seinäpinnat ovat pääosin maalattuja.
- Märkätilojen seinäpäällysteenä on pääosin keraaminen laatoitus. Yhden suihkuseinän alaosan pintakosteus oli koholla.
- Väliseinissä havaittiin epätiivitä läpivientejä.
- Väliseiniin kohdistettiin avaukset VS1, VS2, VS3, VS4, VS 5, VS 6 ja VS 7 rakenteiden toteutustavan ja kunnan tutkimiseksi.



Kuva 126. Väliseinärakenteet ovat pääosin kalkkihiekkakiveä. Kuivien tilojen seinäpinnat ovat maalattuja. Väliseinissä oli havaittavissa halkeamia.



Kuva 127. Märkätiloissa väliseinän päällysteenä on keraaminen laatoitus. Suihkuseinän alaosan pintakosteus oli koholla.



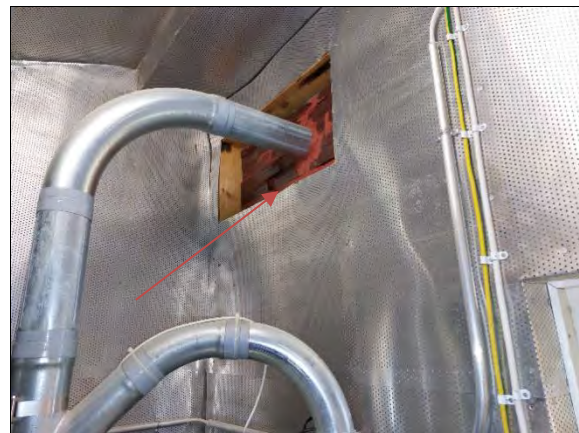
Kuva 128. Ilmanvaihtokonehuoneen väliseinässä on näkyvää villaa.



Kuva 129. Halkeama väliseinässä.



Kuva 130. Ilmanvaihtokonehuoneen väliseinässä näkyvää villaa.



Kuva 131. Ilmanvaihtokonehuoneen väliseinässä on läpiviennin kohdalla tummunutta puuta



Kuva 132. Merkkiainekoe MAUS1 tehtiin ulkoseinära-  
kenteeseen luokassa 173. Havaitut ilmavuotokohdat  
on merkittyä kuvaan punaisella.



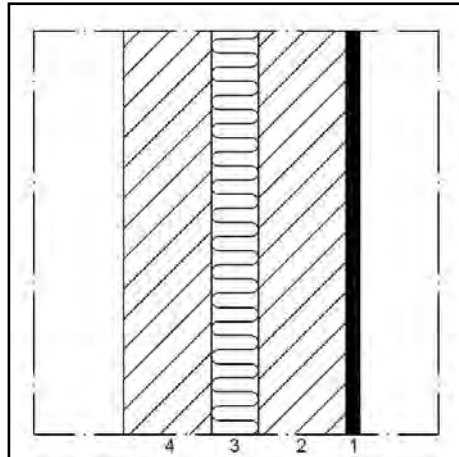
Kuva 133. Näyttämön takana tiilisessä väliseinära-  
kenteessa on pitkiä vaakahalkeamia.



## Väliseinän rakenneavaus VS 1 ja VS 5

Maalaus 121, Huone 125

### Havaittu rakenne, tiilirakenteinen väliseinä:



Kuva 134. Rakennetyyppi VS1, VS5

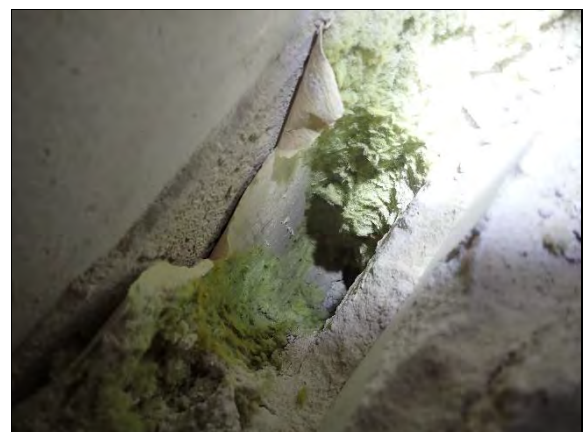
- |                   |        |
|-------------------|--------|
| 1. Maalipinnoite  | 20 mm  |
| 2. Tasoite (VS1)  |        |
| 3. Kahitiili      | 130 mm |
| 4. Mineraalivilla | 70 mm  |
| 5. Kahitiili      |        |

### Havainnot

- Rakenneavauksesta VS1 oli aistittavissa selkeä mikrobiperäinen haju, joka haisi myös mineraalivillassa.
- Mineraalivilla jatkui noin 200 mm lattiapinnan alapuolelle (VS1 ja VS5).
- Avauksen VS 1 mineraalivillasta otettiin näytteet materiaalimikrobianalyysiin korkeammalta ja syvemmältä seinästä, joista korkeammalta otetussa mineraalivillanäytteessä todettiin viite vauriosta. Lisäksi otettiin materiaalimikrobinäyte avauksen VS 5 mineraalivillasta, jossa ei todettu viitettä vauriosta.
- Väliseinän eristetila oli kuiva (VS 1:  $t$  19,6 °C, RH 46 % ja abs 7,80 g/m<sup>3</sup>)



Kuva 135. Väliseinäavaus VS 1 tehtiin maalaushuoneeseen 121. Avauksesta oli aistittavissa selkeä mikrobiperäinen haju. Seinän mineraalivillasta otetussa näytteessä todettiin viite vauriosta.



Kuva 136. Rakenteessa havaittaviin mineraalivillan jatkuvan lattiapinnan alapuolelle 200 mm.





## Väliseinän rakenneavaukset VS 2 ja VS 3

Luokkahuoneet 214 ja 247

### Havaittu rakenne, lastulevyrakenteinen väliseinä/ovikarmi VS 2 ja VS 3:

- Pintakäsittely
- Lastulevy
- Tyhjätila + karmi
- Lastulevy
- Pintakäsittely

### Havainnot

- Kotelon pohjalla havaittiin rakennusjätettä
- Kotelon sisällä ei ole ääneneristystä tilan ja käytävän välillä.
- Kotelon sähkösuojaputket ovat avoimia yläpuoliseen alakattotilaan.



Kuva 137. Väliseinäavaus VS2 tehtiin erityisopetusluokan oven viereiseen kotelointiin.



Kuva 138. Yleiskuvaa avauksesta VS2.



Kuva 139. Kotelonpohjalla rakennusjätettä.



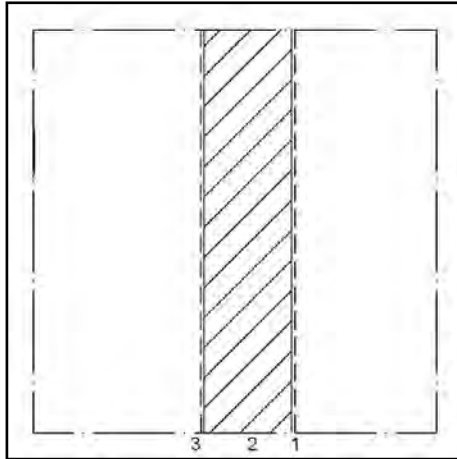
Kuva 140. Yleiskuvaa avauksesta VS 3. Kotelon pohjalla pölyä.



## Väliseinän rakenneavaus VS 4

Luokkahuone 177

Havaittu rakenne, tiilirakenteinen väliseinä:



Kuva 141. Rakennetyyppi VS4

1. Pintakäsittely
2. Kahitiili
3. Pintakäsittely

130 mm

### Havainnot

- Väliseinäavaus VS 4 tehtiin luokkahuoneiden 176 ja 177 väliseen seinään. Luokkien välillä on yksinkertainen tiilirakenne.



Kuva 142. Väliseinäavaus VS 4 tehtiin luokkahuoneeseen 177.



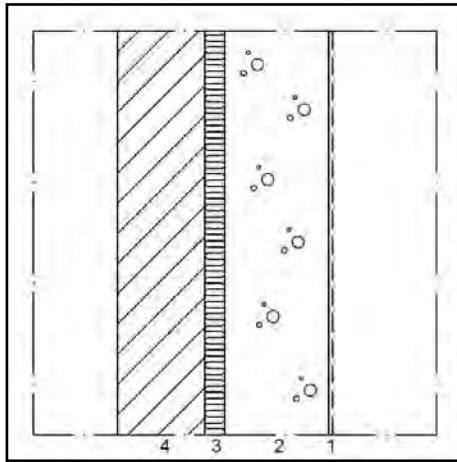
Kuva 143. Poraus tuli läpi luokkahuoneeseen 176. Seinän paksuus tiilen verran 130 mm.



## Väliseinän rakenneavaus VS 6

Porrashuone-liikuntasali

Havaittu rakenne, tiilirakenteinen väliseinä:



Kuva 144. Rakennetyyppi VS6

1. Pintakäsittely
2. Betoni
3. Mineraalivilla
4. Tiili

155 mm  
30 mm

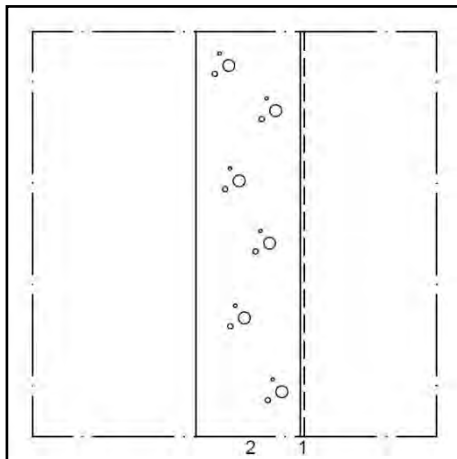
### Havainnot

- Avauksesta ei ollut aistittavissa ilmavirtoja tai hajuja.

## Väliseinän rakenneavaus VS 7

Porrashuone 170

Havaittu rakenne, betonirakenteinen väliseinä:



Kuva 145. Rakennetyyppi VS7

1. Pintakäsittely
2. Betoni (osin pintalaatta)
3. Portaiden alustila

155 mm

### Havainnot

- Avauksesta ei ollut aistittavissa ilmavirtoja tai hajuja.
- Portaiden alapuolisessa tilassa ei havaittu muottilauoituksia tai vastaavia, avauksesta näkyvät pinnat ovat betonipintaisia.



Kuva 146. Yleiskuvaa avauksesta VS 7

### Materiaalinäytteiden mikrobianalyytitulokset

Väliseinärakenteista otettiin mikrobianalyyysiin yhteensä kolme materiaalinäytettä. Analyysit tehtiin laboratoriossa suoraviljelymenetelmällä. Näytteenotokohdat on merkitty tämän raportin liitteenä 1 olevaan pohjapiirustukseen. Alla olevassa taulukossa on esitetty ulkoseinästä otettujen materiaalinäytteiden mikrobianalyyysien tulosten tulkinnat. Analyysivastaukset ovat tämän raportin liitteenä 2.

Taulukko 5. Yhteenveto ulkoseinärakenteiden mikrobinäyteanalyysien tuloksista.

Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Kosteusvaurioindikaattorit	Tulkinta
23	Mineraalivillaeriste	VS 1	121 Maalaus-huone	<i>A. restricti*</i>	Viite vauriosta
24	Mineraalivillaeriste, (lattia-pinnan alapuolelta)	VS 1	121 Maalaus-huone	-	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
25	Mineraalivillaeriste	VS 5	125 Huone	-	Ei viitettä vauriosta

Lisätiedot:

määritysraja 1 pmy, A = Aspergillus, \* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, (-) ei kasvua, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta, (++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.

- 1) Keskimääräinen viljelytulos ja/tai mittausepävarmuuden aiheuttama vaihteluvälin alaraja jää toimenpiderajan alle.
- 2) Vähäinen näytemäärä voi heikentää tuloksen luotettavuutta.
- 3) Näytettä ei voitu suoramikroskopoida johtuen vähäisestä näytemäärästä.

Väliseinärakenteista otetuista 3:sta näytteestä yhdessä havaittiin viitteitä mikrobivauriosta.



### 5.4.3 Johtopäätökset

**Väliseinät ovat pääosin tiilirakenteisia.** Tilojen välissä on pääosin yksinkertaiset tiilirakenteiset väliseinät. Kantavana runkona toimivat sisätiloissa havaitut betonirakenteiset pilarit ja palkit. Tiilirakenteiset seinät ovat pinnoiltaan pääosin maalattuja. Tiilirakenteisten väliseinien keskiosilla havaittiin yksittäisiä halkeamia ja seinien yläosissa havaittiin paikoin halkeilua liittyviin rakenteisiin, mikä johtuu väliseinärakenteen painon aiheuttamasta kantavien rakenteiden painumasta. Painumat ovat aistivaraisten havaintojen perusteella vielä sallituissa rajoissa, palkeissa ei havaittu taivutusrasituksista johtuvia halkeamia.

Luokkahuoneiden ovien vieressä havaittiin lastulevyverhoillut ja puurakenteiset väliseinä-/karmirakenteet, joiden sisäpuolella havaittiin rakennusaikaista vähäistä roskakertymää, muutoin rakenteissa ei havaittu vaurioita. Ääneneristävyyden kannalta ovien viereiset kotelotilat on toteutettu puutteellisesti. Tuulikaapeissa havaittiin alaslaskujen yläpuolella kipsilevyverhoiltuja mineraalivillaeristettyjä seiniä.

Huoneisiin 121 (maalaukset) ja 125 (talonmies) tehtyjen avausten perusteella havaittiin väliseinärakenteiden olevan tiili-villa-tiilirakenteita keittiön ja talonmiehen huoneen (125) välillä sekä maalaushuoneen (121) ja talonmiehen huoneen välillä. Havaintojen perusteella väliseinät on perustettu lattiapinnan alapuolelta, minkä vuoksi rakenteen alaosissa voi olla suurempi kosteusrasitus maaperäkosteuden vuoksi. Huoneeseen 121 tehdyssä avauksessa havaittiin selkeä mikrobiperäinen haju ja toisessa avauksen mineraalivillan materiaalmikrobinäytteessä todettiin viite vauriosta. Talonmiehen puolella väliseinän läheisyydessä on ollut/on vesipiste, jonka vuoksi väliseinä on voinut altistua kosteudelle myös kyseisen sisälähteen takia.

### 5.4.4 Toimenpide-ehdotukset

**Vaurioituneeksi todettu talonmiehen huoneen (125) ja maalaushuoneen (121) välinen väliseinärakenne** voidaan korjata joko tiivistyskorjausten tai rakenteen muutoskorjausten avulla. Korjaustavat eroavat toisistaan laajuuden ja tavoiteltavan käyttöiän osalta:

- 1) Mikäli rakennukselle tavoitellaan 5-15 vuoden käyttöikää, voidaan entiset väliseinärakenteet korjata tiivistyskorjauksin. Tiivistyskorjauksessa väliseinärakenteiden epätiiviyshkohdat kartoitetaan kokonaisuudessaan ja havaitut epätiiviyshkohdat tiivistetään erikseen laadittavan tiivistystyösuunnitelman mukaisesti tiivistyskorjauksiin soveltuvia tuotteita käyttäen. Korjausvaihtoehdossa pintarakenteet tiivistetään siten, etteivät epäpuhtaudet esimerkiksi rakenteen eristekerroksista kulkeutuisi sisäilmaan. Korjaustyössä ei poisteta vaurioituneita materiaaleja. Tiivistystyön onnistuminen ja toimivuus suositellaan varmistettavaksi tiiveyskokein esimerkiksi merkkiainekokein sekä jälkiseuraamaan tiivistyksen ilmatiiveyttä säännöllisesti tiivistyskorjausten valmistuttua.

Korjausvaihtoehdoton sisältyy riski tiivistyskorjausten käyttöiän ylittymisestä ja tiivistysten toimivuuden heikentymisestä rakennuksen jäljellä olevan elinkaaren aikana, jolloin eristeiden sisältämien epäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan on jälleen mahdollista.

- 2) Mikäli rakennukselle tavoitellaan yli 15 vuoden käyttöikää, voidaan entiset väliseinärakenteet korjata muuttamalla seinärakenne kosteusteknisesti toimivaksi uusivaa korjaustapaa käyttäen. Korjausvaihtoehdossa väliseinä puretaan kokonaan tai osin, ja rakennetaan uusi väliseinä alkamaan lattiapinnan yläpuolelta. Samassa yhteydessä tiivistetään alapohjarakenteen ja väliseinän liitokset. Korjaustavan etuna on, että vaurioituneet ja vaurioherkät materiaalit poistetaan ja rakenne saatetaan korjausten avulla kosteusteknisesti toimivaksi.

Epätiivit läpiviennit on suositeltavaa tiivistää niistä mahdollisesti kulkeutuvien epäpuhtauksien tai paloturvallisuuden vuoksi (palo-osastojen välillä).



## 5.5 Yläpohjat ja vesikatot

### 5.5.1 Suunnitelmien mukainen rakenne

**Yläpohjarakenne 1a (yleisesti):** Suojakiveys (singeli), vedeneristysluvat ja bitumisivelyt, tasausbetoni 40 mm, kevytsora + tuuletus 350 mm, muovikalvo 0,2 mm, ontelolaatta, pintarakenteet

**Yläpohjarakenne 1b:** Suojakiveys (singeli), vedeneristysluvat ja bitumisivelyt, raakaponttilauta 23 mm, puukannakkeet + tuuletusväli, mineraalivilla 100 + 100 mm, muovikalvo 0,2 mm, ontelolaatta, pintarakenteet

**Yläpohjarakenne 2 (liikuntasali):** Vedeneristyskermit, mineraalivilla 80 + 100 mm, kantava profiilipelti, ääntävaimentava pintamateriaali, teräsristikko

**Yläpohjarakenne 3 (varastot, yms.):** Betonikattotiilet, ruoteet 50 mm, kiinnitysrimat 22 mm, aluskate, tuuletustila 50 mm + koolaus 50 mm, k900, mineraalivilla 100 mm + koolaus k900, mineraalivilla 100 mm + koolaus k900, muovikalvo 0,2 mm, ontelolaatta (kallistettu), pintakäsittely

### 5.5.2 Havainnot ja mittaustulokset

#### Yleishavainnot

- Kulku vesikatolle on järjestetty porrashuoneen kautta.
- Vesikattomuotona on pääosin loivasti kallistettu ja osin voimakkaasti kallistettu bitumikermikate. Osin katteena on tiilikatteinen pulpettikatto. Bitumikermikatteen on uusittu, tarkempi uusimisajan kohta ei ole tiedossa.
- Kermikatteen saumoissa, ylösnostoissa tai läpivientikumeissa ei havaittu vaurioita tai puutteita tarkastelluilta osin. Yksittäisistä kohdista katetta on paikattu massausten avulla (liikuntasalin vastainen ylösnosto)
- Nykyisen kermikatteen alapuolelle on asennettu arviolta 30 mm paksuinen laakerointikerroksena toimiva mineraalivilla alkuperäisen bitumikatteen päälle.
- Tiilikatteisten vesikattojen osalta ei havaittu vaurioita. Alapuolisissa tiloissa on ollut havaintojen perusteella kirjastotilassa ja ilmanvaihtokonehuoneessa vesivuotoa, mikä ei ollut tutkimushetkellä enää kostea.
- Vesikattojen vedenpoisto on toteutettu kermikatteen osalta kallistusten avulla kattokaivoihin ja tiilikatteiden osalta kourujen ja syöksytörmien avulla pääosin maahan rakennuksen vierustalla ja yksittäisistä kohdista mahdolliseen sadevesijärjestelmään.
- Porrashuoneen kohdalla oleva alkuperäinen sisäpuolinen sadevesikouru on muutettu lähivuotina ulkopuoliseksi sadevesikoururakenteeksi. Kyseisen porrashuoneen ulkoseinän tiilimuurauksissa on havaittavissa kosteuden aiheuttama paikallista rapautumaa. Porrashuoneen sisäpuolisissa pintakosteuskartoituksissa ei havaittu kohonneita pintakosteusarvoja.
- Vesikatolla olevissa pellityksissä on paikoin toimivuuspuutteita väärään suuntaan olevan kaadon vuoksi sekä tiivistemassausten alkavaa ikääntymistä.
- Kermikatteen tuuletuksen toteutus on osin puutteellista tuuletusputkien kohdalla olevien kerrosten vuoksi, mikä estää tuuletuksen toimivuutta kevytsorakerroksesta. Tuuletusputkien kohdalla havaittiin jyrksijöiden aiheuttamia vaurioita lämmöneristeissä.
- Kirjaston ikkunan kohdalla olevan yläpohja- ja ulkoseinän liittymäkohdassa sekä opettajain huoneen käytävän ontelolaatan saumassa havaittiin epätiiveyttä. Lisäksi ontelolaatassa havaittiin halkeama huoneessa 222.
- Kirjaston ja IV-konehuoneen akustiikkalevyissä havaittiin vanhaa kosteusjälkeä. Tutkimussuunnitelmaikäynnin yhteydessä käyttäjiltä saatiin tieto, että liikuntasalin vesikatossa on ollut useammassa kohdassa vuotoa. Alapohjan rakenneavauksia keskitettiin vuotokohtien kohdalle.



- Yläpohjien sisäpinnat ovat pääosin maalattuja ja akustiikkaverhoiltuja liimakiinnityksellä tai vastavalla sekä osin alaslaskettuja rakenteita. Pintarakenteiden toteutus vastaa välipohjissa olevia pintarakenteita/alaslaskuja.



Kuva 147. Yleiskuva vesikatosta.



Kuva 148. Paikoin vesikatolle lammikoituu pienialaisesti vettä.



Kuva 149. Yleiskuva liikuntasalin vesikatosta.



Kuva 150. Porrashuoneen vesikaton vanha purettu sisäpuolinen sadevesikouru on kastellut seinärakennetta.



Kuva 151. Vesikatteen reuna-alueilla on vähäisesti lehtikertymää ja jäkäläkasvustoa.



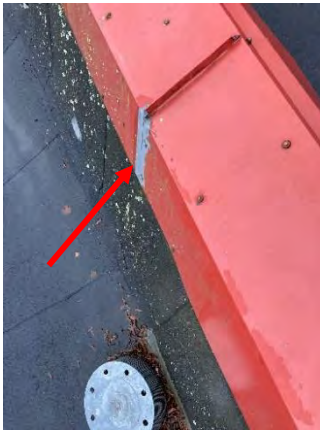
Kuva 152. Vesikatteen läpivientejä.



Kuva 153. Vesikatteen läpivientejä.



Kuva 154. Kermien saumakohtia on paikkamassattu yksittäisestä kohdasta liikuntasalin katon korotus-osassa.



Kuva 155. Liikuntasalin katon pellitystä tiivistetty.



Kuva 156. Kirjasto huoneen vesikatteen reuna-alueen pellitys on tiilimuurauksessa kiinni



Kuva 157. Vesi lammikoituu huippumurin läpiviennin kohdalle.



Kuva 158. Ilmanvaihtokonehuoneen vesipellitys kaataa seinään päin.

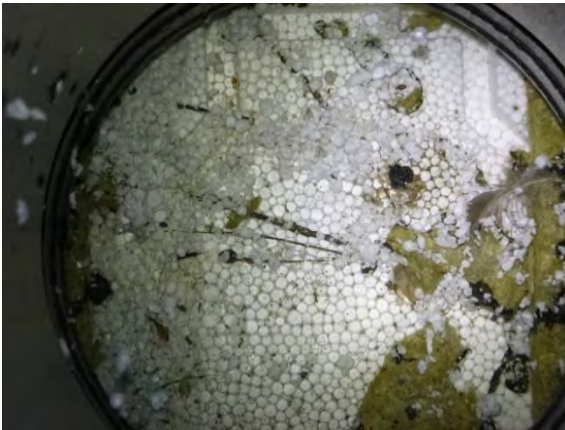




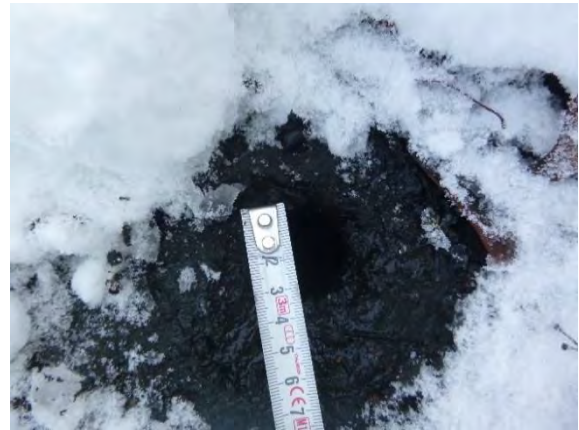
Kuva 159. Vesikaton tuuletusputken kohdalla oleva kerrin alapuolinen mineraalivilla estää osin tuuletuksen toimivuutta.



Kuva 160. Vesikaton tuuletusputken kohdalla tuuletusaukko on toteutettu kevytsorakerrokseen asti.



Kuva 161. Liikuntasalin vesikaton tuuletusputken kohdalla on havaittavissa mineraalivilla päällä EPS-eristettä.



Kuva 162. Liikuntasalin kattokaivon läpivienti on halkaisijaltaan pienehkö, 35 mm.



Kuva 163. Kermien saumoissa ei havaittu vaurioita.



Kuva 164. Kuvaa sisäpuolelta. Ontelolaatan ja ikkunan liittymän tiivisteessä rako.



Kuva 165. Kirjaston akustiikka levyissä oli havaittavissa kuivuneita kosteusjälkiä.



Kuva 166. Yläpohjan ja ulkoseinän liittymässä saumaus halkeilee.



Kuva 167. Ontelolaattojen saumassa rako opettajainhuoneen käytävällä.



Kuva 168. Ontelolaatassa halkeama luokkahuoneessa 222.



Kuva 169. IV-konehuoneen katossa kuivunutta vuotojälkeä.



Kuva 170. Liikuntasalin ulkoseinä.



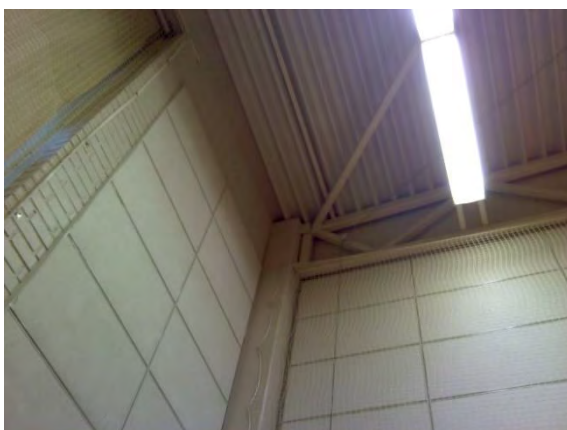
Kuva 171. Edellisen kuvan lämpökamerakuva. Ilmavuotoa ulkoseinän ja yläpohjan liitoskohdalla.



Kuva 172. Liikuntasalin päädyn yläpohja.



Kuva 173. Edelliden kuvan lämpökamerakuva. Osittainen lämmöneristeputee tai ilmavuotoa liitoskohdalla.



Kuva 174. Liikuntasalin nurkan yläpohjarakennetta.



Kuva 175. Edelliden kuvan lämpökamerakuva. Pistemäisiä ilmavuotokohtia.



## Rakenteen ilmatiiveys, yläpohjat

### Aistinvaraiset havainnot

Rakenneosan ilmatiiveyttä tutkittiin aistinvaraisesti.

#### Havainnot:

Yläpohjarakenteen ja yläpohjan liitoksissa havaittiin aistinvaraisesti epätiiveyttä (kts. kohta 5.5.2).

### 5.5.3 Johtopäätökset

**Rakennuksen kattomuotona on pääosin loivasti kallistettu bitumikermikatteinen vesikatto ja liikuntasalin osalta jyrkemmin kallistettu bitumikermikatto. Paikoin vesikatto on pulpettikatto tiilikatteella.** Bitumikermisissä vesikatteissa havaittiin paikoin vähäistä veden lammikoitumista sekä kallistuspuutteita, jotka lisäävät kosteusrasitusta paikallisesti kermikatteeseen. Yksittäisessä kohtaa havaittiin vesikatteessa massapaikkauksia. Sisätiloissa katoissa havaittiin muutamia paikoin vanhoja kosteusjälkiä, joiden kohdalla ei havaittu kohonneita kosteusarvoja pintakosteustarkastelussa. Pääosin vesikatteet ovat kuitenkin hyvässä kunnossa aistinvaraisesti tarkasteltuna.

Vesikatteiden vedenpoisto on toteutettu kattokaivojen avulla sadevesijärjestelmään. Pulpettikattojen osalta vedenpoisto on toteutettu ulkopuolisilla sadevesikouruilla sekä syöksytorvilla pääosin maahan, mikä aiheuttaa perustuksille ylimääräistä kosteuskuormitusta. Kattokaivojen halkaisijat ovat kooltaan pienehköjä, mikä aiheuttaa kovemman sateen aikana veden runsasta kertymistä kattokaivojen alueelle erityisesti liikuntasalin syvennyksessä olevien kattokaivojen kohdalle. Veden runsaampi kertyminen kattokaivojen ympärille aiheuttaa kermikatteiden saumoihin voimakkaampaa vedenpainetta ja siten riskin kosteuden pääsystä kermien saumoihin.

Kermikatteiden kohdalla tuuletus on järjestetty räystäiden rakojen ja tuuletusputkien avulla. Osassa tuuletusputkissa havaittiin lämmöneristevillan estävän osittain tuuletusta, mikä voi vaikuttaa yläpohjan tilan tuulettavuuteen. Liikuntasalin yläpohjassa havaittiin tuuletusputkien kautta tarkasteltuna rakennetyypistä poiketen mineraalivillan päällä EPS-eristettä, mikä on asennettu mahdollisesti lämmöneristevillan yläosaan tuuletuskanavistoksi kermikatteiden alapuolelle.

Vesikatolla olevissa vesipellityksissä on puutteita kaatojen sekä liitoskohtien tiiveyden suhteen, mitkä aiheuttavat riskin kosteuden/veden pääsystä rakenteisiin.

**Sisäkatossa** havaittiin kosteusjälkiä kirjaston ja IV-konehuoneen sisäkattolevytyksissä. Kosteusvauriot tulisi lähtökohtaisesti aina korjata uusivaa rakennustapaa noudattaen. Korjaamaton kosteusvaurio ylittää asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.

**Yläpohja on havaintojen perusteella epätiivis.** Rakenteiden epätiiviyden kohtiin voi muodostua hallitsemattomia ilmavirtauksia sisätiloihin, kun sisätilat ovat alipaineisia ulkoilmaan nähden ja rakenteiden välille muodostuu paine-eroja. Ilmavirtaukset voivat kuljettaa sisäilmaan epäpuhtauksia yläpohjarakenteiden materiaaleista. Vastaavasti rakennuksen ylipaineisuuden seurauksena sisäilman kosteus voi päätyä rakenteisiin ja aiheuttaa niihin ajan saatossa kosteusvaurioita.

### 5.5.4 Toimenpide-ehdotukset

**Vesikaton** osalta on suositeltavaa tehdä tarvittavat huoltotoimenpiteet säännöllisesti sisältäen räystäskourujen, kattokaivojen ja tuuletusputkien puhdistukset sekä sammaleen poiston. Lisäksi läpiviennit, liittymät muihin rakenteisiin ja pinnoitteen kunto on hyvä tarkistaa vuosittain sekä tiivistää/korjata tarpeen mukaan. Vesikatteella havaittuja kohtia, joihin vesi lammikoituu tai joissa havaittiin kallistuspuutteita, on hyvä seurata. Kallistuspuutteet on hyvä huomioida seuraavan peruskorjauksen yhteydessä.



Mikäli rakenteissa havaitaan vuoto- tai vauriokohtia, korjataan havaitut vauriot lähtökohtaisesti uusivaa rakennustapaa noudattaen (esim. liikuntasali)

**Seuraavan peruskorjauksen yhteydessä yläpohjarakenteiden** lämmöneristävyyteen on suositeltavaa kiinnittää huomiota ja tarvittaessa parantaa sitä erillisen suunnitelman mukaisesti. Tässä yhteydessä tulee lisäksi varmistaa yläpohjarakenteiden kosteustekninen toimivuus, kuten riittävä tuulettumisolosuhde lämpötekniisten olosuhteiden muuttuessa yläpohjassa.

Liikuntasalin vesikaton vuotokohtien tarkempi selvittäminen edellyttää saumojen huolellista tarkastamista sekä tiivistämistä. Vaihtoehtoisesti nykyinen rakenne puretaan kantavaan teräsprofiilipeltiin asti, jolloin voidaan parantaa yläpohjan ja sen liitoskohtien ilmantiiveyttä ja lämmöneristepaksuutta. Samalla mahdolliset vanhat yläpohjan lämmöneristeisiin kosteudesta ja jyrksijöistä aiheutuneet vauriot saadaan poistettua.

**Sisäkatoissa havaittujen kosteusjälkien** korjaaminen riittävällä laajuudella mahdollisuuksien mukaan uusivaa korjaustapaa käyttäen on suositeltavaa. Lisäksi on suositeltavaa tiivistää epätiivit liittymät ja haljenneet ontelolaatat.



## 5.6 Piha-alueet, ulkopuolinen vedenpoisto

### 5.6.1 Suunnitelmien mukainen rakenne

Perustusten taso- tai leikkauspiirustuksissa ei ole esitetty salaojajärjestelmää.

### 5.6.2 Havainnot ja mittaustulokset

#### Yleishavainnot

- Piha-alueet ovat pääosin sorapinnalla. Sisäänkäyntien yhteydessä on betonilaatoitus.
- Rakennuksen vierustalta puuttuu sorastus/sepelöinti. Rakennuksen vierustalla on suurelta osin nurmea. Pajarakennuksen takapuolella maanpinta kallistaa rakennuksesta pois päin, mutta nurmialue ulottuu sokkeliin asti.
- Sadevedet ohjautuvat syöksytorvista pääosin suoraan rakennuksen vierustalle, mikä lisää ulkoseinän ja sokkeli-/perustusrakenteiden kosteusrasitusta.
- Vain rakennuksen länsipuolella havaittiin salaojien tarkastuskaivoja. On mahdollista, että tarkastuskaivot ovat sijoitettuna maanpinnan alapuolelle. Tarkastuskaivoista havaittuna putket ovat liian korkealla maanpintaan nähden. Tarkastuskaivossa oli roskaa ja isoja kiviä.
- Sokkelit ovat pääosin liian matalia maanpintaan nähden, rakennuksen länsipuolella maanpinta ulottuu lähes seinärakenteen alaosaan.
- Sokkelirakenteissa havaittiin paikoin kosteusjälkiä ja kalkkihärmää.
- Sokkelirakenteissa esiintyy paikoin betonin rapautumista sekä terästen ruostevaurioita.
- Rakennuksen itäpuolella kasvaa suuria puita, joiden juuret ulottuvat sokkelirakenteisiin.
- Rakennusta ympäröivä maanpinta viettää rakennuksen länsipuolella rakennusta kohti. Rakennuksen kaakkoispuolella maanpinta kallistaa rakennuksesta pois päin.
- Sokkelinvierustalla ei havaittu perusmuuriveyviä.



Kuva 176. Rakennuksen ympäristö on pääosin sorapinnalla, jossa on yksittäisiä sadevesikaivoja.



Kuva 177. Rakennuksen itäpuolella kasvaa suuria puita, joiden juuret ulottuvat rakennuksen sokkelirakenteisiin.



Kuva 178. Sokkelissa jälkiä kosteuden noususta ja kalkkihärmää.



Kuva 179. Sadevedet ohjataan suoraan rakennuksen seinustalle.



Kuva 180. Rakennuksen länsipuolella havaittiin salaojien tarkastuskaivoja.



Kuva 181. Tarkastuskaivoista havaittuna salaojaputket ovat liian korkealla maanpintaan nähden. Tarkastuskaivossa on roskaa ja isoja kiviä.



Kuva 182. Rakennuksen länsipuolella maanpinta viettää rakennusta kohti.



Kuva 183. Sokkeli erittäin matala rakennuksen länsipäädystä.



Kuva 184. Kosteusjälkiä ulkoseinien puuosissa.



Kuva 185. Sokkelirakenteissa kosteusjälkiä.

### 5.6.3 Johtopäätökset

Piha-alueiden sadevesien ohjaus on pääosin puutteellista. Puutteellinen sadevesien ohjaus ja salaojien toiminta sekä sokkelin vierustalta puuttuva patolevytys ja sorastus sekä kasvillisuus rakennuksen ympärillä aiheuttavat kosteuskuormitusta rakennuksen sokkeli-, ulkoseinä ja alapohjarakenteille. Kosteuskuormitus näkyi jälkinä sokkeli- ja ulkoseinärakenteissa sekä aiheuttaa riskin rakennusmateriaalien mikrobikasvulle.

### 5.6.4 Toimenpide-ehdotukset

Sadevedet tulisi ohjata joko sadevesikaivoihin tai mahdollisimman kauas sokkeli- ja ulkoseinärakenteista.

Suositellaan peruskorjauksen yhteydessä uusimaan salaojajärjestelmät kokonaisuudessaan sekä kattovesien ohjausta suoraan sadevesijärjestelmään erillisen suunnitelman mukaan, mikäli rakennuksen tavoiteltava käyttöikä on yli 15 vuotta. Samalla toteutetaan maanpinnan kallistuksien muokkaus, sokkelin vierustojen sorastus sekä patolevyjen asennus. Kaikki puut ja muu kasvillisuus tulee poistaa rakennuksen läheltä.





## 6 Ilmanvaihtojärjestelmien tutkimusten tulokset

### 6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän kuvaus

- Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä. Osa poistoista toteutetaan erillispoistoina.
- Kohteessa on neljä tulo- ja poistoilmakonetta, jotka ovat sijoitettu kahteen iv-konehuoneeseen.
- Puhaltimet ovat pääosin hihnavetoisia.
- Lähtötietojen mukaan ilmanvaihtokoneet käyvät jatkuvasti täydellä nopeudella. Tuloilmakone TK02 ja huippuimuri PF02 käyvät alle -10°C pakkasaikana puolinopeudella.
- Ilmanvaihtopuhaltimet ovat ylittäneet käyttöikänsä.
- Päätelaitteet ovat suurimmalta osin vanhanaikaisia ja hankalasti säädettävissä.
- Luokkatilojen päätelaitteet on pääsääntöisesti sijoitettu samalle seinustalle.
- Osa ilmanvaihtokanavista pyöreitä- ja osa kanttisia. Osa kanttisista iv-kanavista liian pieniä ilmavirtausnopeuteen ja -määriin nähden.

### 6.2 Tilojen ilmanjako ja ilmamäärät

- Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää nykyisen ilmanvaihtojärjestelmän toimivuus vastaamaan kohteen ja sen tilojen nykyistä käyttötarkoitusta.
- Koulutilojen ilmamäärien suunnitelmienmukaisuutta tarkasteltiin pistokoemittauksin. Mitattuja tiloja olivat mm. luokkahuoneet sekä aamu- ja iltapäivätoiminnan tilat. Aamu- ja iltapäivätoiminnantiloja ohjaa oma ilmanvaihtokone. Ilmanvaihto ei vastannut ilmanvaihtopiirustuksia ja osaa päätelaitteista ei ole merkitty iv-piirustuksiin. Suunnitelluista ilmamääristä voidaan huonekohtaisesti poiketa ±20 % ja ±10 % järjestelmäkohtaisesti. Eri tiloissa suoritettiin pistokokein ilmamäärämittauksia ja tuloksia verrattiin suunniteltuihin arvoihin. Kaikki mitatut ilmamäärät löytyvät pohjapiirustukseen merkittyinä liitteessä 5.

Mitattiin luokkien 242, 243, 244, 245, 246 ja 247 ilmamäärät. Tutkittuja luokkahuoneita palvelee samat ilmanvaihtokoneet TK-1 ja PK-1.1 (Opettajat ja opetustilat) sekä samat ilmanvaihtorunkolinjakanavat.

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s			Tulo/Poisto erotus l/s
	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	
247	150,0	161,3	8 %	-150,0	-160,4	7 %	0,9

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s			Tulo/Poisto erotus l/s
	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	
246	150,0	128,8	-14 %	-150,0	-129,8	-13 %	-1,0

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s			Tulo/Poisto erotus l/s
	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	
245	150,0	112,2	-25 %	-150,0	-122,1	-19 %	-9,9

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s			Tulo/Poisto erotus l/s
	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	
244	150,0	192,6	28 %	-150,0	-145,8	-3 %	46,8

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s			Tulo/Poisto erotus l/s
	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	
243	150,0	114,6	-24 %	-150,0	-160,8	7 %	-46,2

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s			Tulo/Poisto erotus l/s
	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	
242	150,0	92,5	-38 %	-150,0	-166,6	11 %	-74,1



Kaikkien yllä mainittujen luokkahuoneiden poistoilmamäärät olivat suunnitteluarvoihin nähden sallitussa  $\pm 20$  % rajoissa. Mitatut tuloilmamäärät ylittivät tai alitti suunnitteluarvon  $\pm 20$  % neljässä luokkahuoneessa kuudesta. Luokkahuoneen 244 tuloilmamäärä ylittää selvästi suunnitteluarvon, ja tämän takia luokkahuoneiden 242, 243 ja 245 tuloilmamäärät jäävät selvästi suunnitelluista arvoista. Luokkahuoneessa 244 on ilmamäärällisesti selkeä ylipaine, joka siirtää huonekosteuden rakenteisiin. Luokkahuoneet 242 ja 243 ovat ilmamäärällisesti selkeästi ja luokkahuone 245 lievästi alipaineisia, jolloin mahdollisesti oleskeluvyöhykkeelle voi tulla epäpuhtauksia rakenteiden läpi.

Vaikka osa luokkahuoneista ovat ilmamäärällisesti tasapainossa, niin osassa mitattu ilmamäärä jää suunnitteluarvosta. Esim. luokkahuone 246 on suunnitelmien mukaan mitoitettu maksimissaan 25 henkilölle (6 l/s/hlö), mutta mittausten perusteella sallittu maksimäärä on nyt 21 henkilöä.

**Luokkahuoneen 174** mitatut ilmamäärät ovat sallitussa  $\pm 20$  % arvoissa, mutta tuloilmamäärän jäädessä suunnitteluarvosta 15 % ja poistoilmamäärän ylittäessä suunnitteluarvon 14 %, niin tilaan muodostuu selkeä alipaineine (oletuksena, että tilassa ei ole ilmapuotoja).

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s			Tulo/Poisto erotus l/s
	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	
174	150,0	127,5	-15 %	-150,0	-171,0	14 %	-43,5

**Kirjaston (tila 226)** on ilmamäärällisesti suunniteltu maksimissaan 25 henkilölle. Ilmamäärämittausten jälkeen suositeltava henkilömäärä on maksimissaan 22 henkilöä.

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s			Tulo/Poisto erotus l/s
	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	
226	150,0	134,8	-10 %	-150,0	-146,3	-2 %	-11,5

**Liikuntasalin** yhteydessä olevan **pukuhuoneen (tila 118)** tuloilma tuodaan yhdellä tuloilmapäätelaitteella ja poisto ohjataan pukutilan sekä wc ja pesuhuoneen poistoilmapäätelaitteiden kautta. Tila on suunniteltu lievästi alipaineiseksi, mutta mittauksissa tila on ilmamäärällisesti ylipaineinen. Kyseessä on märkätila, jonka yksi seinä on yhteydessä ulkoilmaan. Ylipaine mahdollistaa kosteuden siirtymisen rakenteisiin.

Tila	Tulo l/s			Poisto l/s			Tulo/Poisto erotus l/s
	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	Suunniteltu	Mitattu	Erotus%	
118	140,0	168,7	-21 %	-142,0	-152,0	7 %	16,7

Useaan tilaan on tulo- ja poistoilmapäätelaitteet sijoitettu samalla seinustalle. Tuloilmasuihkun heittopi-tuuden tulee olla riittävä, jotta koko tila saadaan riittävän hyvin huuhdeltua. Ilmavirtausnopeuden lisääminen voi tuoda ääniongelmia.

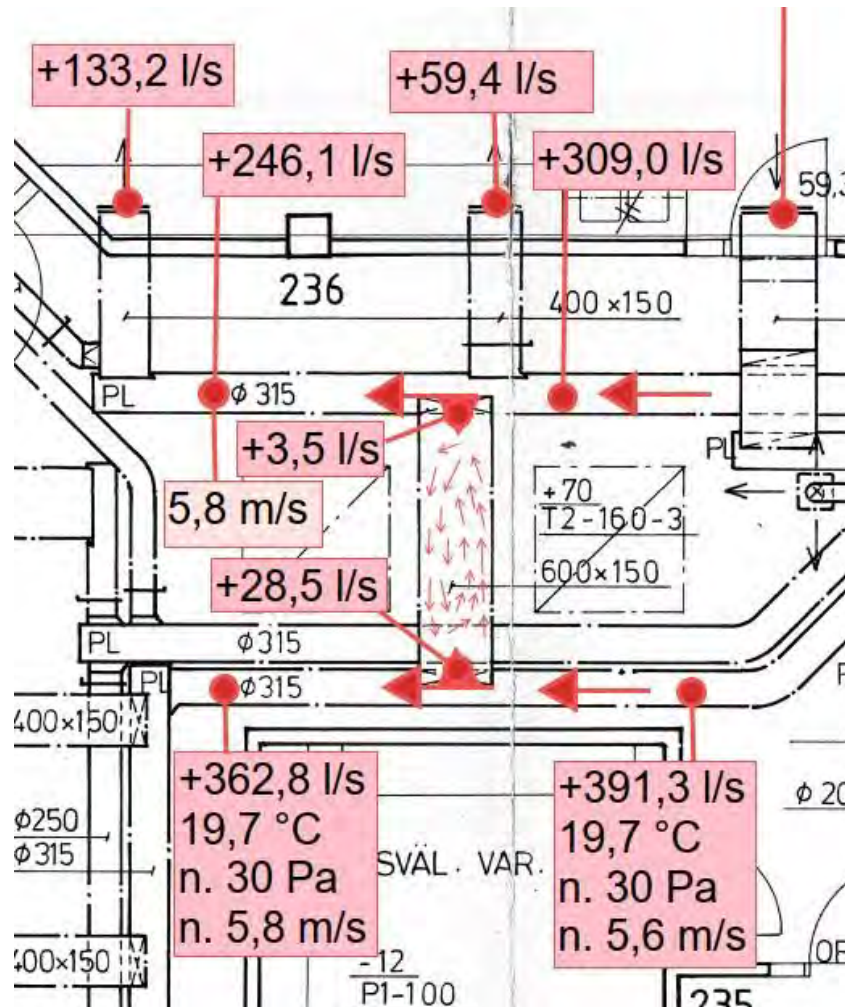
Todennäköisesti tilanpuutteen vuoksi on osan ilmanvaihtokanavan koko suhteessa ilmamäärään liian pieni, joka aiheuttaa ääniongelmia.



## 6.3 Ilmanvaihtojärjestelmän havainnot

### 6.3.1 Aistinvaraiset havainnot

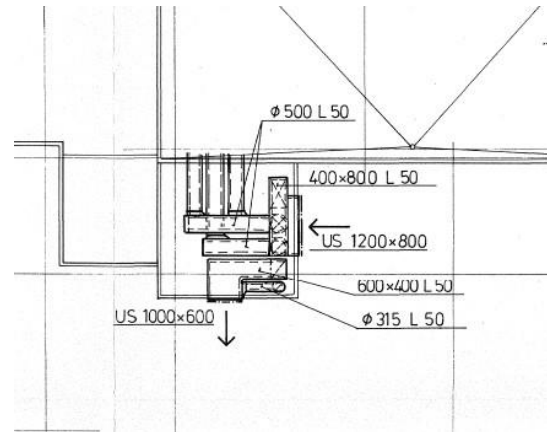
- Osa tuloilmakanavista liian pieniä suhteessa ilmamääriin.
- Useassa tilassa tulo- ja poistoilmapäätelaite vierekkäin ja samalla seinustalla.
- Poisto- ja tuloilmapäätelaitteiden sijoittelussa ei ole aina huomioitu ilmanliikkuvuutta (esim. kattopal-  
kit, valaisimet jne.)
- Osa ilmanvaihtokanavista liian pieniä ilmamääriin ja ilmavirtausnopeuksiin nähden, joka aiheuttaa  
mm. ääniongelmia.
- Ilmanvaihtokonehuoneiden eristeet pinnoittamatta.
- Ilmanvaihtokoneiden sisällä pinnoittamatonta eristettä.
- Osa päätelaitteista on vanhanaikaisia ja hankalasti säädettävissä.
- Ilmanvaihtokoneet ja erillispoistot ovat jo ylittäneet käyttöikänsä.
- Jäteilman mahdollinen ohjautuminen ja sekoittuminen sisälle tuotavaan raittiiseen ilmaan.
- Raitisilmäsäleikön korkeus kattopinnasta mahdollistaa lumen kulkeutumiseen tuloilmakoneeseen ja  
aiheuttaa mahdollisia korroosiovaurioita sekä kostuttaa suodattimet, jolloin niiden ilmanlämpöisyy-  
sarvot muuttuvat.



Toisen kerroksen luokkahuoneiden kaksi tuloilmakanavaa on yhdistetty toisiinsa kantisella iv-kanavalla. Mittausten perusteella yhdyskanavaan katoaa reilut + 30 litraa, joka jää pyörimään ko. yhdyskanavaan.



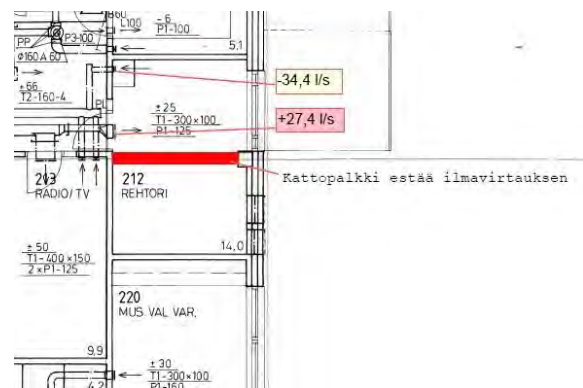
Kuva 186. Jäteilma sulattaa lumen. Tuulisissa olosuhteissa jäteilma voi ohjautua ja sekoittua sisälle tuotuun raittiiseen ilmaan. Raittisilmäsäleikön korkeus kattopinnoista mahdollistaa lumen kulkeutumiseen tuloilmakoneeseen.



Kuva 187. Jäteilman poiston ja raittiin ilmanotto säleiköiden sijainnit eivät ole tarkoituksen mukaiset (ks. edellinen kuva).



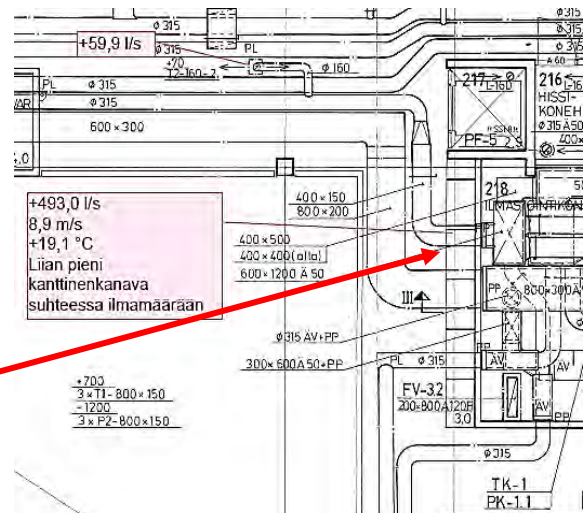
Kuva 188. Rehtorin huoneen jakaa katto palkki, jolla on merkittävä vaikutus ilmanliikkuvuuteen.



Kuva 189. Työpiste ja tulo- ja poistoilmapäätelaitteet ovat eri puolilla. Tuloilma ei pääse työpisteelle.



Kuva 190. Toisen kerroksen käytävällä melko kova ääni.





Kuva 191. Tuloilmakanavan koko 400x150 ja mitattu il-  
mamäärä +493 l/s.



Kuva 192. Tulo- ja poistoilmapäätelaitteet samalla  
seinustalla.



Kuva 193. Tulo- ja poistoilmapäätelaitteet samalla  
seinustalla.



Kuva 194. Ilmanvaihtokonehuoneiden eristeet ovat nä-  
kyvissä ja pinnoittamatta.



Kuva 195. Ilmanvaihtokoneiden kammioissa pinnoitta-  
mattomia eristeitä.



Kuva 196. Ilmanvaihtokoneet ovat ylittäneet käyt-  
töikänsä.



Kuva 197. Ilmanvaihtokanavat olivat melko puhtaat.  
Seuraava nuohoustarve noin 2 vuoden sisällä.



## 6.4 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

Ilmanvaihtokoneet ovat ylittäneet käyttöikänsä. Osa ilmanvaihtokanavista ovat liian pieniä niihin kohdistettuihin ilmamääriin ja ilmavirtausnopeuksiin, joka aiheuttaa ääniongelmia. Pistokokein mitatut ilmamäärät osoittivat, että useamman tilan ilmamäärät eivät ole suunnitteluarvojen mukaiset ja useampi tila onkin ilmamäärien perusteella joko yli- tai alipaineinen. Osassa mitatuista tiloista ilmamäärät jäivät suunnitteluarvoista, jolloin tiloihin suunnitellut maksimi henkilömäärä on nykyisillä arvoilla suunniteltua pienempi. Monessa tilassa päätelaitteet on asennettu samalla seinustalle, jolloin tuloilman ohjaaminen koko tilaan muodostuu haastavaksi. Vesikatolla sijaitsevien raitisilma- ja jäteilmayksiköiden sijainnit mahdollistavat tietyissä olosuhteissa jäteilman siirtymisen raitisilman mukana takaisin oleskelutiloihin. Myös lumen siirtyminen raitisilmakammioon on mahdollista raitisilmasäleikön sijainnin ollessa lähellä kattopintaa, joka aiheuttaa suodattimien kostumisen sekä mahdollisia korroosio vaurioita.

Suosittelimme ilmanvaihtokoneiden uusimista sekä ilmamäärien säätämistä vastaamaan tilojen nykyistä käyttötarkoitusta. Suosittelemme ilmanvaihtojärjestelmän uusimista myös energiatehokkuuden vuoksi. Aamu- ja iltapäivätoiminnan tilojen osalta riittänee ilmamäärien säätäminen.

Seinustalla sijaitsevat tuloilmapäätelaitteet suositellaan tuotavan keskemälle tiloja paremman ilmanjaon aikaan saamiseksi. Raitisilmaoton ja jäteilmanpoiston sijoittelu vesikatolla tulisi korjata. Osa nykyisistä ilmanvaihtokanavista ja päätelaitteista voidaan mahdollisten korjaustoimenpiteiden yhteydessä hyödyntää. Suosittelemme korjaustöiden yhteydessä asentamaan säätöpellit tiloihin johtaviin ilmanvaihtokanaviin, jolloin ilmamääriä saadaan helpommin ohjattua ja seurattua.



## 7 Sisäilman olosuhde- ja epäpuhtausmittausten tulokset

### 7.1 Sisäilman teolliset mineraalivillakuidut

Tilojen tasopinnoilta otettiin 21 kuitunäytettä seitsemästä (7) eri tilasta mahdollisten sisäilmassa olevien teollisten mineraalikulujen havaitsemiseksi. Kuitunäytteet otettiin kahden viikon pölykertymästä (3.4.-17.4.2023). Näytteenottotilat on merkitty liitteenä 1 olevaan pohjapiirustukseen.

Kuituanalyytit suoritettiin Kiwalab-laboratoriossa. Analyysimenetelmät, tulokset ja suositusarvot on esitetty kokonaisuudessaan tämän raportin liitteenä 3 olevassa analyysivastauksessa. Kuituanalyysin tulosten yhteenveto on esitetty Taulukossa 6.

Taulukko 6. Kuitunäytteiden tulokset, keskiarvotulos ja tulosten tulkinta.

Näyte	Näytteenotto- paikka	Tulos kpl/cm <sup>2</sup>	Keskiarvo ja ± vaihte- luku, kpl/cm <sup>2</sup>	Muun pölymateriaalin määrä		
				Hieno pöly	Orgaaniset kuidut	Siitepöly
KUI 1.1	181 Liikuntatila	<b>1,43</b>	<b>ka 1 ( ± 0.6)</b>	Niukka	Kohtalainen	Sisältää
KUI 1.2	181 Liikuntatila	<b>0,57</b>		Niukka	Runsas	Sisältää
KUI 1.3	181 Liikuntatila	<b>1,14</b>		Niukka	Runsas	Ei sisällä
KUI 2.1	125 OT	0,07	ka 0.2 ( ± 0.2)	Niukka	Niukka	Ei sisällä
KUI 2.2	125 OT	0,14		Niukka	Niukka	Ei sisällä
KUI 2.3	125 OT	0,36		Niukka	Kohtalainen	Ei sisällä
KUI 3.1	173 Luokkahuone	0,07	ka 0.1 ( ± 0.2)	Niukka	Kohtalainen	Ei sisällä
KUI 3.2	173 Luokkahuone	0,07		Niukka	Kohtalainen	Ei sisällä
KUI 3.3	173 Luokkahuone	0,21		Niukka	Runsas	Ei sisällä
KUI 4.1	243 Luokkahuone	0,21	<b>ka 0.4 ( ± 0.2)</b>	Niukka	Kohtalainen	Sisältää
KUI 4.2	243 Luokkahuone	<b>0,50</b>		Niukka	Runsas	Sisältää
KUI 4.3	243 Luokkahuone	<b>0,57</b>		Niukka	Runsas	Sisältää
KUI 5.1	221 Luokkahuone	< 0,07	ka 0,1 ( ± 0,2)	Niukka	Kohtalainen	Sisältää
KUI 5.2	221 Luokkahuone	0,07		Niukka	Niukka	Ei sisällä
KUI 5.3	221 Luokkahuone	0,07		Niukka	Kohtalainen	Ei sisällä
KUI 6.1	226 Kirjasto	0,29	ka 0,2 ( ± 0,2)	Kohtalainen	Kohtalainen	Sisältää
KUI 6.2	226 Kirjasto	0,07		Niukka	Kohtalainen	Sisältää
KUI 6.3	226 Kirjasto	0,29 *		Niukka	Kohtalainen	Ei sisällä
KUI 7.1	214 Monistus	0,21	ka 0,1 ( ± 0,2)	Niukka	Niukka	Ei sisällä
KUI 7.2	214 Monistus	< 0,07		Niukka	Niukka	Ei sisällä
KUI 7.3	214 Monistus	>0,07		Niukka	Niukka	Ei sisällä

\*) Pölykertymäaika ei tiedossa.

**Tulosten tulkinnassa on huomioitu mittausepävarmuus. Toimenpiderajat ylittävät arvot lihavoituina (kun tuloksia on tarkasteltu mittausepävarmuuden alarajalla).**



Huom. Käyttäjät olivat koskeneet näytteisiin 1.3, 2.2 sekä 6.3 ja osan päälle oli laitettu kansi kiinni. Kyseessä olevien näytteiden pölynkertymäaika ei ole tiedossa.

Asumisterveysasetuksen (545/2015) mukaan kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneen pölyn toimenpideraja teollisten mineraalikuitujen osalta on 0,2 kpl/cm<sup>2</sup>. Toimenpiderajaa tarkastellessa tulee huomioida kuitenkin analyysitulosten mittausepävarmuus.

Tilan 181 Liikuntatila osalta teollisten mineraalivillakuitujen keskiarvopitoisuudet ylittävät toimenpiderajan 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>, kun tuloksissa on huomioitu mittausepävarmuus. Tilan 243 Luokkahuone teollisten mineraalivillakuitujen keskiarvopitoisuus on toimenpiderajalla 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>, mutta tilan yksittäisten näytteiden kuitupitoisuudet ylittivät toimenpiderajan, kun tuloksissa on huomioitu mittausepävarmuus.

Kuitunäytteistä arvioitiin myös muun pölymateriaalien ja orgaanisten kuitujen määrää asteikolla niukka, kohtalainen, runsas tai erittäin runsas. Orgaanisten kuitujen lähteitä ovat esimerkiksi paperituotteet, vaatteet ja tekstiilit. Kaikki kuitunäytteet sisälsivät orgaanista kuituja ja hienoa pölyä. Osassa näytteistä havaittiin siitepölyä.

## 7.2 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset

**Teollisia mineraalivillakuituja** ovat mm. mineraalivillakuidut, kuten kivivilla ja lasivilla. Kuituja voi esiintyä sisäilmassa leijuvina sekä pinnoille laskeutuvina. Asumisterveysasetuksen (545/2015) mukaan kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneet pölyn toimenpideraja teollisten mineraalivillakuitujen osalta on 0,2 kpl/cm<sup>2</sup>, kun huomioidaan mittausepävarmuus. Tilan 181 Liikuntatila osalta teollisten mineraalivillakuitujen keskiarvopitoisuudet ylittävät toimenpiderajan 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>, kun tuloksissa on huomioitu mittausepävarmuus. Tilan 243 Luokkahuone teollisten mineraalivillakuitujen keskiarvopitoisuus oli toimenpiderajalla 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>, kun tuloksissa on huomioitu mittausepävarmuus.

Yleensä mineraalivillakuidut ovat peräisin ilmanvaihtokoneissa tai kanavissa käytetyistä mineraalivillaisista äänenvaimentimista tai tilojen vaurioituneista tai reunoiltaan avoimista mineraalivillaisista akustiikkalevyistä. Ilmanvaihtokanavien edellinen puhdistuskerta on tehty helmikuussa 2021, jonka jälkeen ilmanvaihtojärjestelmä on säädetty. Kanaviin on voinut pölyn lisäksi kertyä kuituja, jotka kulkeutuvat sisäilmaan tuloilman mukana. Tuloilmakanavien kuitulähteitä voivat olla mm. ilmanvaihtokonehuoneiden pinnoittamattomat seinäeristeet sekä mahdollisesti rikkoutuneet äänenvaimentimet.

Lähtötietojen perusteella tilojen ja ilmanvaihtojärjestelmien kuitupitoisuuksia on selvitetty vuonna 2021 tehdyn ilmanvaihtokanavien puhdistuksen jälkeen useampaan kertaan ja tilapintoja on puhdistettu kuitupitoisuuden alentamiseksi vuosina 2021 ja 2022. Lisäksi vuoden 2021 aikana tiloissa olevat avoreunaiset akustiikkalevyt on käsitelty kuitujen irtoamisen estämiseksi. Lähtötiedoissa olleita vuoden 2022 alkupuolella havaittuja avoreunaisten alakattorakenteiden yläpuolisia avoimia mineraalivillapintoja havaittiin nyt tehdyn tutkimuksen yhteydessä edelleen. Kyseiset mineraalivillapinnat toimivat kuitulähteinä, mikäli niihin kohdistuu ilmavirtauksia. Lisäksi ilmanvaihtojärjestelmässä havaittiin edelleen paikallisia avoimia mineraalivillapintoja ja mm. iv-konehuoneiden seinäeristeet olivat pinnoittamatta ja mahdollistavat kuitujen pääsyn ilmanvaihtojärjestelmään esim. suodattiminen vaihdon yhteydessä. Lähtötietoreporteissa heinäkuun 2021 ja helmikuun 2022 aikana suositeltua ilmanvaihtokanavien kuitukartoitusta ja kuitulähteiden poistoa/pinnoitusta ja kanaviston uudelleen nuohousta ei ole lähtötietojen perusteella toteutettu.

Tämän tutkimuksen yhteydessä tehdyn tilojen kuitunäytteiden tulosten perusteella tiloissa esiintyy edelleen paikoin mineraalivillakuituja, eikä mineraalivillakuitujen päästölähteitä ole kokonaisuudessaan poistettu rakenteista ja ilmavaihtojärjestelmistä. Mineraalivillakuitulähteet on suositeltavaa poistaa tai pinnoittaa ja ilmanvaihtojärjestelmä puhdistaa. Kuitulähteiden poiston jälkeen tilat tulee puhdistaa tehosteusti. Siivous tulee ulottaa myös niille pinnoille, jotka eivät kuulu normaalin siivouksen piiriin niiden sijainnista tai korkeusasemasta johtuen. Sisäilmaan kulkeutuvat mineraalivillaeristeistä irtoavat kuidut





ovat yleensä niin kookkaita ja painavia, että ne laskeutuvat tasopinnoille melko nopeasti. Laskeutuneet kuidut voivat kuitenkin ilmavirtausten tai mekaanisen kosketuksen vaikutuksesta nousta jälleen sisäilmaan. Sen vuoksi kuitujen poistaminen tasopinnoilta ja sisäilmasta vaatii tehostettua siivousta pidempään, kun kuitulähteet on poistettu. Yhdellä isolla kertasiivouksella ei välttämättä saada kaikkia kuituja poistettua.

Kuitunäytteissä havaittiin myös hienoa pölyä sekä orgaanisia kuituja eriasteisia määriä mitattavista tiloista riippuen. Osassa näytteissä havaittiin siitepölyä. Siitepöly leijuu helposti sisälle ilmavirtausten mukana ovista ja ikkunoista sekä ilmanvaihdon suodattimien ohivuodoista.

## 7.3 Paine-ero- ja olosuhtemittaukset

### 7.3.1 Paine-eromittaukset

Rakennuksen ulkovaipan yli vallitsevaa paine-eroa mitattiin 7 tilasta 3.-17.4.2023. Paine-eroseurantojen ääri- ja keskiarvot on esitetty Taulukossa 7 ja tarkemmat seurantatulokset liitteessä 4. Tuloksissa negatiiviset arvot tarkoittavat sisätilan olevan alipaineinen ulkoilmaan nähden.

Taulukko 7. Paine-eroseurantamittausten minimi- maksimi- ja keskiarvot.

Tila ja palvelualueen tuloil- makoneen tunnus	Minimi (Pa)	Maksimi (Pa)	Keskiarvo (Pa)
PE1 Liikuntatila 181 *	-7,7	1,2	-0,8
PE2 OT2 125	-51,3	10,7	<b>-8,4</b>
PE3 OT3 173	-17,8	15,7	<b>-3,4</b>
PE4 OT3 243	-17,1	13,4	<b>-2,2</b>
PE5 Musiikki 221	-16,7	14,28	-1,5
PE6 Kirjasto 226	-15,6	15,9	-0,7
PE7 Opettajat 209	-11,5	11,4	0,1

\* PE1 mittaus on keskeytynyt 6.4.2023, koska paine-eromittari on irrotettu ja vahingoitettu tilojen käyttäjien toimesta.



### 7.3.2 Olosuhdemittaustulokset

Sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, lämpötilaa ja suhteellista kosteuspitoisuutta mitattiin 3.-17.4.2023 välinä aikana 4 pisteessä tiloissa. Mittausten ääri- ja keskiarvot on esitetty Taulukossa 8 ja tarkemmat seurantatulokset liitteessä 3.

Taulukko 8. Olosuhdeseurantamittausten minimi- maksimi- ja keskiarvot.

Tila	Lämpötila (°C)			Suhteellinen kosteus (RH %)			CO <sub>2</sub> (ppm) kokonaispitoisuus	
	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Maksimi	Keskiarvo
OS1 Liikuntatila 181	18,0	20,0	18,6	16,4	39,5	26,5	995	480
OS2 OT2 125	<b>16,3</b>	25,5	23,8	9,4	32,9	18,1	1165	456
OS3 OT3 173	<b>18,7</b>	22,7	20,5	11,5	37,2	21,6	1249	492
OS4 OT3 243	<b>19,1</b>	21,5	20,0	11,5	38,8	21,5	1224	488
OS5 Musiikki 221	<b>18,7</b>	20,7	<b>19,4</b>	13,4	38,1	23,0	1089	495
OS6 Kirjasto 226	<b>19,8</b>	23,1	20,9	12,2	36,0	20,6	<b>1836</b>	493
OS7 Opettajat 209	<b>19,4</b>	25,4	20,3	10,5	33,3	20,7	948	513

### 7.3.3 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset paine-ero- ja olosuhdemittaukset

**Sisäilman lämpötilat** vaihtelivat kuivissa käyttötiloissa mittaajaksolla 16,3...25,5°C välillä. Asumisterveysasetuksessa (545/2015) on määritetty palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa lämpötilojen toimenpiderajaksi lämmityskauden ulkopuolella +20...+32 °C ja lämmityskaudella +20...26°C. Suomen rakennusmääräyskokoelmassa D2 suositeltiin liikuntasalien huonelämpötilan suunnitteluvarvo on +18 °C.

Tarkastelujaksolla ei esiintynyt toimenpiderajojen ylityksiä lämpötilojen osalta, mutta kaikissa luokissa tiloissa lämpötilat laskivat ajoittain minimisuosituksen alapuolelle. Luokassa 221 Musiikki lämpötilan keskiarvo 19,4 °C alitti toimenpiderajan.

**Sisäilman suhteellisen kosteuden** arvot vaihtelivat mittaajaksolla tutkituissa tiloissa välillä 9,4 %::: 39,5 %. Asumisterveysasetuksessa sisäilman suhteelliselle kosteudelle ei ole annettu toimenpiderajoja. Suhteellinen kosteus saa ylittää vain tilapäisesti 60 %, koska olosuhteet muuttuvat tällöin mikrobikasvulle suotuisiksi. Mittaajaksolla sisäilman kosteus pysyi tavanomaisella tasolla.

Mittaajaksolla **sisäilman kokonaihiilidioksidipitoisuus** pysyi alle 1550 ppm kirjastoa lukuun ottamatta. Asumisterveysasetuksessa 2015 mainitaan, että hiilidioksidipitoisuuden toimenpideraja ylittyy, jos sisäilman hiilidioksidin kokonaispitoisuus on 1 550 ppm. Kohonneet hiilidioksiditasot viittaavat ilmanvaihdon puutteellisuuteen suhteessa tilojen käyttäjämäärään. Tulevien korjausten yhteydessä ilmanvaihdon korjaustarvetta on suositeltavaa tarkastella kokonaisuudessaan tulevien tilojen käyttäjämäärien mukaisesti.

**Rakennuksen paine-erot** ylittivät muutamassa opetustilassa suosituksen 0...-2 Pa. Ylitykset selittyvät pistokoeluontoisesti tehtyjen ilmamäärämittaustenkin perusteella, sillä useampi tila oli ilmamäärällisesti



ali- tai ylipaineinen. Liikuntasalin paine-eromittaus on keskeytynyt 6.4.2023, koska paine-eromittari on irrotettu ja vahingoitettu tilojen käyttäjien toimesta. Tilassa 125 keskimääräinen paine-eron taso on nousut - 12 Pa paine-erosta - 3 Pa tasoon 12.4.-13.4.2023 vuorokauden vaihtuessa. Koska muutos on tapahtunut yöaikana, on syynä todennäköisesti ilmanvaihtokoneen toimintaan/ajastukseen liittyvä muutos.

Suosittellemme ilmanvaihtojärjestelmän säätämistä vastamaan tilojen nykyistä käyttötarkoitusta, jonka jälkeen mitataan paine-ero ulkoilmaan nähden. Tulosten perusteella voidaan todeta mahdollisten vuotokohtien merkitys ilmanvaihtoon. Mikäli säätöjen jälkeen paine-ero ulkoilmaan nähden ei vastaa suositeltua 0...-2 Pa, niin tällöin on mahdollista, että painesuhteiden hallintaan saattaminen edellyttää tasapainotuksen lisäksi rakenteiden ilmatiiveyden parantamista.

Koko rakennuksen ilmanvaihto tulisi käsitellä kokonaisuutena paine-erojen vaikutukset huomioiden. Ilmanvaihto tulisi säätää siten, että tiloihin ei synny pitkäkestoisia voimakkaita ali- tai ylipaineisia jaksoja. Lisäksi rakenteet tulisi olla tiiviitä ja korvausilma tulla tiloihin tarpeen mukaan hallittuja reittejä pitkin tuloilmajärjestelmästä. Rakenteiden korjaamista ja tiiveyttä yleisesti on tarkasteltu kunkin rakennusosan kohdalla.



## 8 Olosuhdearviointi

Rakennukseen laadittiin olosuhdearviointi Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaisesti.

Työterveyslaitoksen ohjeistuksessa (Sisäilmastaselvitys ja olosuhdearviointi, TTL, 2022) on esitetty olosuhdearvion arviointiperusteet. Ohjeistuksen mukaan olosuhde arvioidaan oheisen taulukon mukaan asteikolla A-D (tavanomaista paremmat / pääosin tavanomaiset / tavanomaisesta poikkeavat / poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta).

**Taulukko 9.** Olosuhdearvioinnin tulos tarkasteltavien osa-alueiden kriteereihin perustuen

Arvo	Määrittäminen
A	Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat tavanomaista paremmat. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta ei tarvita. 0 pistettä
B	Sisäilman laatu ja olosuhteet ovat pääosin tavanomaiset. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta on hyvä tehdä tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 1–4 pistettä
C	Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 5–8 pistettä
D	Sisäilman laatu ja olosuhteet poikkeavat merkittävästi tavanomaisesta. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan nopeasti tai toimenpiteitä on tehtävä lainsäädännön perusteella. 9–12 pistettä

### 8.1 Rakennusosien ilmatiiviys ja vuotoilma

Tutkimusalueen ilmatiiviys on keskimääräinen. Keskikokoisia vuotoilmareittejä, kuten rakoja, todettiin ulkoseinä - alapohjaliittymässä ja ulkoseinien sisäpuolisten tiilimurausten halkeamien ja kantavien rakenteiden liitoskohdissa toistuvasti eri puolilla tutkimusaluetta. Vuotoilmareittien sijainti ulkoseinän alaosassa lisää jonkin verran epäpuhtaan vuotoilman riskiä yläosia suuremman kosteusrasituksen takia. Vuotoilmareittien kautta kulkeutuu vuotoilmaa ulkoseinärakenteesta sisäilmaan lähes kokoaikaisesti. Tutkimusalueen paine-erojen keskiarvot ulkoilmaan nähden olivat käyttöaikana yksittäisen mitatun tilan osalta korkeampia (-8,4 Pa) ja pääsääntöisesti pieniä (n. -3,5 - 0,7 Pa). Rakennuksen käytön aikainen alipaine lisää vuotoilman kulkeutumista jonkin verran.

### 8.2 Rakennusosien riskitekijät

Rakennuksen ulko- ja väliseinärakenteissa on paikallisia mikrobivaurioita sekä näkyviä kosteusjälkiä osassa ulkoseinien runkokuissa, mutta kohonneita kosteuspitoisuuksia puurakenteissa ei havaittu. Ulkoseinän tiili-villa-tiili -rakenteen on heikosti tuulettuva ja riskinä on ulkopuolisen kosteuden pääsy lämmöneristeisiin viistosateella julkisivumuurauksen lävitse. Nykyisen aamu- ja iltapäivätoiminta tilojen ja muun koulutilan välinen väliseinärakenne (tiili-villa-tiili) on toteutettu lattiapinnan alapuolelle ulottuvana rakenteena, jossa havaittiin maaperän kosteusriskin toteutuneen. Kyseisen väliseinän osalta poikkeavaa hajua on havaittu lähtötietojen perusteella jo aiemmin.

Rakennuksen ulkopuolisten hulevesien hallinnassa on puutteita, mitkä aiheuttavat vähintään paikallista ylimääräistä kosteusrasitusta perustusrakenteille/sokkeleille sekä seinien alaosiin. Lisäksi osalla julkisivuista maanpinnan korkeusasema suhteessa lattiapintaan ja seinän alaosaan on vähäinen, mikä lisää seinien alaosien ulkopuolista kosteusrasitusta.



Liikuntasalin ja puutyösalien betonisen alapohjalaatan päälle on koolattu puurakenne, missä on puutyösalin osalta myös mineraalivillaa. Kyseisen alapohjarakenteen kosteusriskiä vähentää betonilaatan alapuolinen lämmöneristys, mutta liikuntasalin osalta kosteusriski on ainakin osin toteutunut ja rakenteessa havaittiin hieman kohonneita pintakosteusarvoja ja mikrobivaurioita.

Alapohjarakenteissa on tarkastus-/huoltoluukkuja, joissa ei ole tiivistystä. Huoltoluukkujen kohdalla on yhteys maaperään/hiekkatäyttöihin ja osassa luukkujen kohdalla havaittiin mikrobiperäistä hajua.

Vesikatto on pääosin bitumikermikatteinen ja sen vedenpoisto on toteutettu kattokaivoin. Liikuntasalin voimakkaasti kallistetun katon osalta kattokaivojen halkaisijat ovat pieniä, mikä lisää kovemmalla saateella veden lammikoitumisen riskiä ja aiheuttaa ylimääräistä vedenpainetta katteen saumakohtiin, mikä lisää katteen vuotoriskiä. Vesipellitusten toteutuksissa on kaatojen osalta puutteita, mikä aiheuttaa riskin kosteuden pääsystä rakenteisiin. Yläpohjarakenteiden sisäpinnoissa havaittiin muutamain paikoin kosteuden aiheuttamia jälkiä, mitkä viittaavat kattovuotoihin, mutta kohonneita pintakosteusarvoja ei havaittu kyseisillä alueilla.

Sisätilojen pinnoissa ei havaittu pintakosteuskartoituksen yhteydessä kohonneita arvoja.

Pintamateriaalit ovat laajasti rakentamisajankohdalle tyypillisiä, kuten yksiaineinen muovimatto ja vinyylilaatoitus ja maalattu tiilirakenne, eikä poikkeavia materiaalien päästöriskejä havaittu.

### 8.3 Ilmanvaihtojärjestelmä

Tutkimusalueella on teknisen käyttöiän ylittänyt koneellinen tulo-poistoilmanvaihtojärjestelmä, joka kattaa koko tutkimusalueen. Ilmanvaihto on asetettu jatkuvasti täydelle teholle ja yksi ilmanvaihtokone sekä poistopuhallin puolelle teholle kovemman pakkasen aikana. Järjestelmä on puhdistettu aiempina vuosina ja se on melko puhdas. Ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimia on uusittu, minkä yhteydessä ilmapääriä on säädetty. Ilmanvaihtokoneiden sisällä havaittiin vähäisesti pinnoittamatonta mineraalivillaeristettä. Tilakohtaiset ilmapäämäärät eivät ole käyttöaikana suunnitteluarvojen mukaisia ja osassa tarkastetuissa tiloista ilmapäämäärät poikkeavat huomattavasti suunnitelluista arvoista. Jäähdytys on toteutettu yksittäisissä tiloissa tilakohtaisilla erillislaitteilla. Tilassa 139 havaittiin tunkkaista hajua.

### 8.4 Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät

Ulko- ja väliseinärakenteissa sekä alapohjien puurakenteissa havaittiin osassa näytteistä mikrobikasvustoja ja osassa rakenneavauksista havaittiin mikrobikasvustoon viittaavaa hajua. Ulkoseinien osalta vauriot sijoittuvat eri puolille rakennusta ja väliseinän osalta painottuvat nykyisen esiopetustilan ja muun koulutilan väliseen väliseinään.

Sisäilman lämpöolosuhteet ovat mittaustulosten keskiarvojen perusteella pääosin asumisterveysasetuksen mukaisella tasolla, mutta tiloissa havaittiin yleisesti asumisterveysasetuksen alittavia lämpötiloja yöaikaan. Sisäilman suhteellinen kosteus on rakennuksen käyttötarkoitus ja mittaajakohta huomioiden tavanomaisella tasolla. Tilojen hiilidioksiditasot alittavat mitattujen tilojen osalta yhtä tilaa lukuun ottamatta asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.

Rakennuksen tiloissa ei havaittu VOC-päästöihin viittaavia hajuja. Tiloissa tehtyjen mineraalivillakuitujen näytteenoton perusteella kahden tilan osalta havaittiin toimenpiderajan ylittyminen sekä kahden tilan osalta tulos oli toimenpiderajalla, kun huomioidaan mittauksen epävarmuustarkastelu. Mineraalivillakuitujen lähteitä rakennuksessa on ilmanvaihtojärjestelmissä, alakattorakenteissa sekä ilmanvaihtokonehuoneiden sisäpinnoissa. Kattopintoihin liimatut akustiikkalevyt on pölynsidontakäsittely avointen mineraalivillapintojen osalta.



## 8.5 Toiminta, ylläpito ja irtaimisto

Tutkimusalueen tilojen siivottavuus on pääosin tavanomaisella tasolla. Opetustiloissa ei ole pölyä kerääviä alakattorakenteita, mutta käytävien osalta alakattorakenne on avoin. Avoimen alakattorakenteen yläpuolelle on kertynyt lähtötietojen perusteella aiemmin runsaasti pölyä, mikä on lähtötietojen perusteella poistettu, eikä tutkimusten yhteydessä havaittu toistaiseksi merkittävää pölykertymää. Avoin alakattorakenne edellyttää pölyä keräävän rakenteensa takia säännöllistä puhdistusta.

Opetustiloissa oli tutkimushetkellä ilmanpuhdistimia. Tiloissa käytetyt kalusteet ovat tavanomaisia opetustiloissa käytettyjä kalusteita. Suositellaan, että tilaaja huolehtii ilmanpuhdistuslaitteiden toimivuudesta ja huollosta

## 8.6 Olosuhtearvioinnin tulos

Rakennuksen olosuhteet ovat luokkaa **C**. Sisäilman laatu ja olosuhteet **poikkeavat tavanomaisesta**. Toimenpiteitä sisäilman laadun ja olosuhteiden näkökulmasta tarvitaan.

Taulukko 10. Pisteytystaulukko

Tarkasteltava osa-alue	Pisteytys
Ilmatiiveys ja vuotoilma	2 p
Rakennusosien riskitekijät	2 p
Ilmanvaihtojärjestelmä	2 p
Biologiset, fysikaaliset ja kemialliset tekijät	2 p
<b>Yhteensä</b>	<b>8 p</b>

Ulkoisnä- ja väliseinärakenteissa sekä alapohjarakenteissa esiintyy vähintään paikallisia/tilakohtaisia kosteus-/mikrobivaurioita sekä kosteusteknisiä puutteita. Kyseisistä rakenteista kulkeutuu lähes koko-aikaisesti vuotoilmaa sisätiloihin epätiiveyskohdista. Ilmanvaihtojärjestelmä on ikääntynyt, eikä sen säädettävyyden suhteen ole täysin hallinnassa, mikä vaikuttaa osaltaan myös yksittäisessä tilassa havaittuun korkeampaan hiilidioksidipitoisuuteen. Ilmanvaihtojärjestelmä aiheuttaa osaan tiloista muihin tiloihin nähden poikkeavan korkeampia paine-eroja, mikä lisää osaltaan vuotoilman kulkeutumisen riskiä rakenteista. Ilmanvaihtokanavat ovat melko puhtaat.

Tilojen lämpöolosuhteet eivät täytä kaikilta osin asumisterveysasetuksen vaatimuksia. Sisätiloissa havaittiin asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittäviä mineraalivillakuitupitoisuuksia, joiden lähteitä esiintyy muun muassa ilmanvaihtojärjestelmässä sekä alakattorakenteissa. VOC-päästöihin viittaavia hajuja ei havaittu tiloissa.

Asbestin tai radonin tutkimukset eivät kuuluneet tutkimussisältöön.

## 8.7 Toimenpide-ehdotukset

Rakennuksessa on suositeltavaa ryhtyä toimenpiteisiin olosuhteiden parantamiseksi. Ensisijaisena toimenpiteenä on kuitulähteiden kapselointikorjaukset, ilmanvaihdon säätökorjaukset sekä rakenteiden tiivistyskorjaukset.

Laajempien korjausten toteuttamiseksi rakennuksesta suositellaan käynnistettäväksi hankesuunnittelu. Hankesuunnitteluvaiheessa tulee huomioida erityisesti tehdyt tutkimustulokset ja havaitut korjaustarpeet sekä tilojen jatkokäyttö, jolloin rakennuksen korjaussuunnittelu voidaan toteuttaa tarpeellisessa laajuudessa.



## 9 Yhteenveto tärkeimmistä suositeltavista toimenpiteistä

### 9.1 Kiireelliset toimenpide-ehdotukset

- Liikuntasalin puukoolatun lattiarakenteen korjaus erillisen korjaussuunnitelman mukaan.
- Kuitulähteiden poistaminen tai kapselointi.
- Vaurioituneeksi todetun talonmiehen huoneen (125) ja maalaushuoneen (121) välisen väliseinärakenteen korjaaminen.
- Vesikaton huoltotoimenpiteiden tekeminen säännöllisesti yläpohjarakenteiden nykyisen kunnon ylläpitämiseksi.
- Liikuntasalin vesikaton vuotokohtien tarkempi selvittäminen.
- Sisäkatoissa havaittujen kosteusjälkien korjaaminen.
- Ilmanvaihtojärjestelmän ilmamäärien säätäminen nykyisen käyttötarkoituksen mukaisiksi.

### 9.2 Perusparannusvaiheessa suositeltavat toimenpiteet

- Ilmanvaihtojärjestelmän uusiminen.
- Yläpohjarakenteiden lämmöneristävyyden parantaminen tarvittaessa erillisen suunnitelman mukaisesti.
- Vesikaton kallistuspuutteiden korjaaminen.
- Yläpohjan korjaus liikuntasalissa erillisen korjaussuunnitelman mukaan.
- Teknisen työn luokan lattian korjaus erillisen korjaussuunnitelman mukaan.
- Ulkoseinien ja lattioiden sekä ulkoseinien ja pilareiden liittymien sekä luukkujen ja läpivientien tiivistyskorjaus.
- Keittiön ja märkätilojen alapohjien rakenteiden toteutustavan selvittäminen korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi ennen laajempia korjaustoimenpiteitä.
- Ulkoseinärakenteiden korjaaminen. Soveltuva korjaustapa valitaan tavoiteltavan käyttöiän mukaisesti.
- Tiivistyskorjausten jälkeen rakennuksen ilmanvaihto tulee tasapainottaa uudelleen.
- Salaojajärjestelmän uusimista, kattovesien ohjausta suoraan sadevesijärjestelmään, patolevyjen asennusta ja sokkelien vierustojen sorastusta erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

## 10 Päiväys ja allekirjoitukset

Vantaalla 22.5.2023

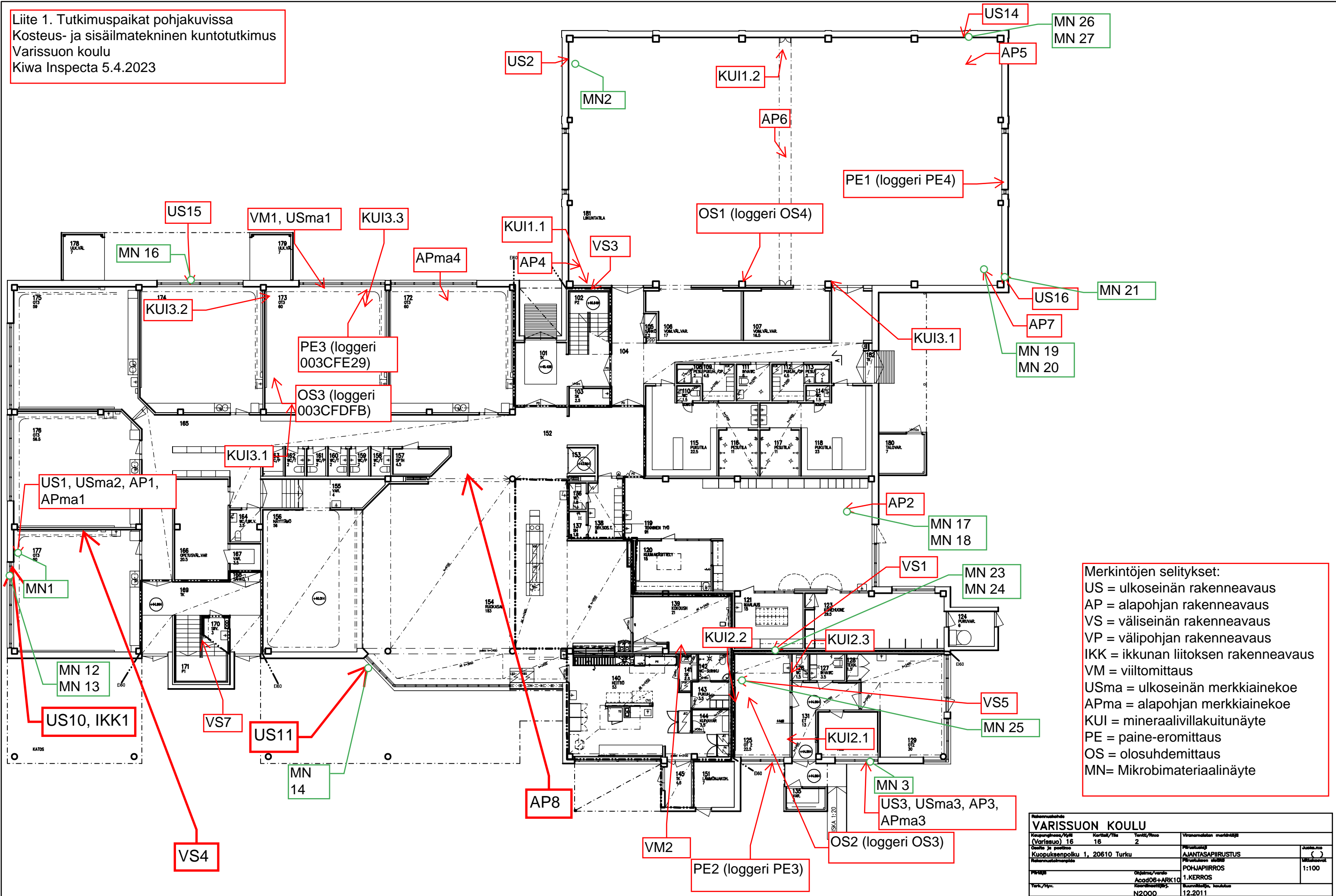
Raportin tarkastanut:

Sami Kallio, RI (AMK)  
Sertifioitu RTA, C-23979-26-18  
Asiantuntija

Jaana Vainio, insinööri (AMK)

Tiimiesihenkilö

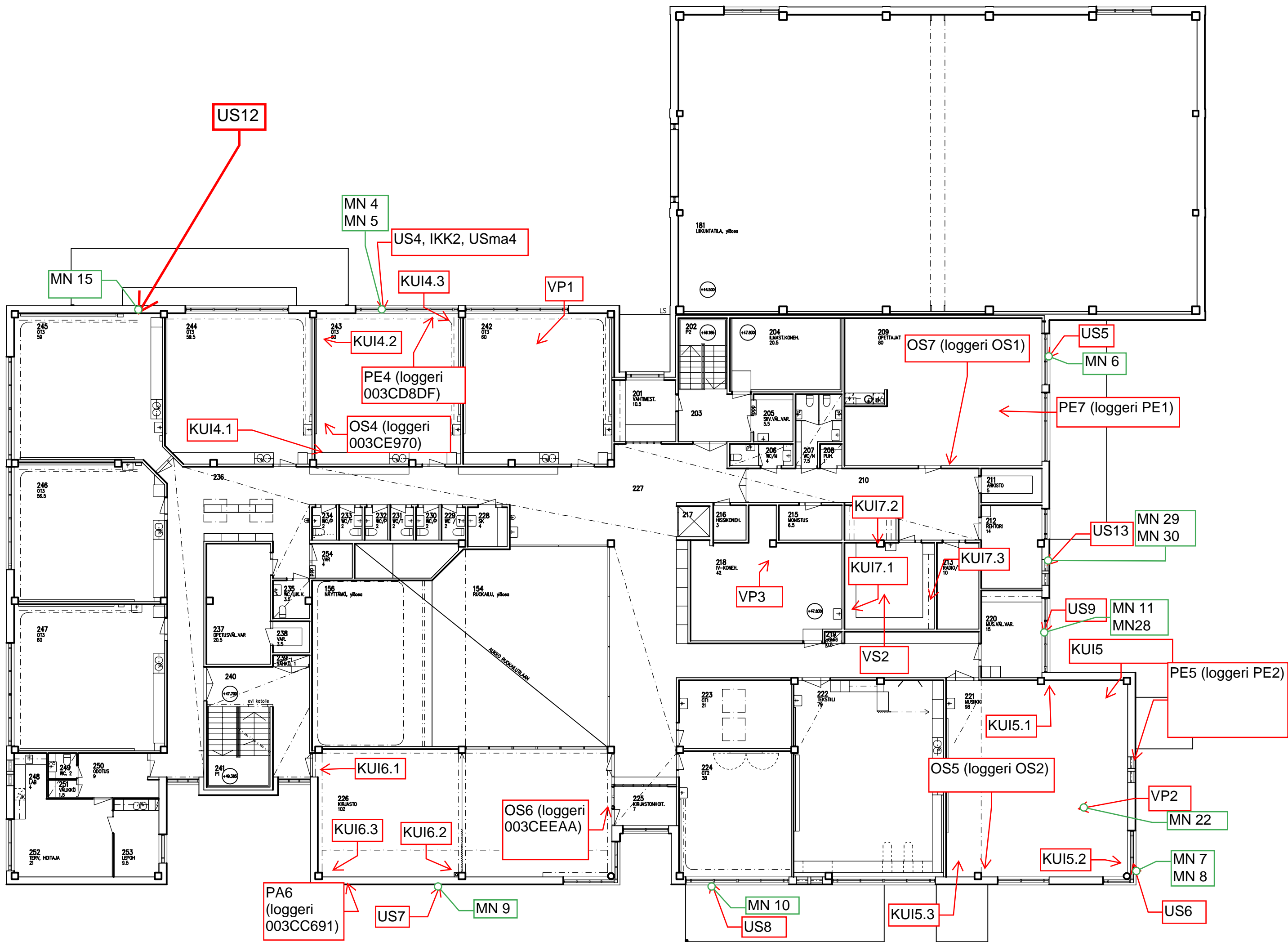
Liite 1. Tutkimuspaikat pohjakuvissa  
 Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus  
 Varissuon koulu  
 Kiwa Inspecta 5.4.2023



Merkintöjen selitykset:  
 US = ulkoseinän rakenneavaus  
 AP = alapohjan rakenneavaus  
 VS = väliseinän rakenneavaus  
 VP = välipohjan rakenneavaus  
 IKK = ikkunan liitoksen rakenneavaus  
 VM = viiltomittaus  
 USma = ulkoseinän merkkiainekoe  
 APma = alapohjan merkkiainekoe  
 KUI = mineraalivillakuitunäyte  
 PE = paine-eromittaus  
 OS = olosuhdemittaus  
 MN = Mikrobimateriaalinäyte

VARISSUON KOULU			
Kaupunginosa/tyyppi (Varissuon) 16	Kartta/tila 16	Tontti/Puole 2	Viranomaisen merkintä
Osasto ja puole Kuopuksenpolku 1, 20610 Turku	Objekti/versio Acad06+ARK10	Kuopuksenpolku 1, 20610 Turku	Piirustuksen nimi AJANTASAPIIRUSTUS
Rakennustekniikka	N2000	12.2011	Mittakaava 1:100
Piirusti Acad06+ARK10	12.2011	12.2011	1. KERROS
Työ-/Pjv. N2000	12.2011	12.2011	POHJAPIIRROS
<b>turku</b> TURUN TILALIIKELAITOS	ARK	ARK	1:100
YLIOPISTONKATU 27 20100 TURKU	TEL. +358-2-330 000 FAX. +358-2-262 4390	0000537	A_F2001





Testausseloste, MIK10462  
Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely  
Kiwalab, 10.3.2023



<b>Tilaja:</b>	Turun kaupunki			
<b>Yhteyshenkilö:</b>	Raisa Iivari, Kiwa Inspecta			
<b>Kohde:</b>	Varissuon koulu			
<b>Työmääräin:</b>	WO-00973797			
<b>Näytteenottaja:</b>	Raisa Iivari, Jaana Vainio, Sami Kallio, Lauri Kallio ja Stefanos Liappas, Kiwa Inspecta			
<b>Näytteenottopäivä:</b>	21.2. 2023 (Näytteet 2, 17-21, 23,-24), 22.2.2023 (Näytteet 1, 3-5, 7-16, 22, 25) ja 23.2.2023 (Näytteet 6, 26-30)			
<b>Näytteet vastaanotettu:</b>	23.2.2023			
<b>Analysointi aloitettu:</b>	24.2.2023			
<b>Tutkimusmenetelmä:</b>				
Materiaalinäyte analysoidaan asumisterveysasetuksen mukaisen ohjeistuksen viljelymenetelmällä, jossa materiaalia siirretään suoraan näytealustalle. Näytealustat pidetään +25 ± 3°C:ssa 7-14 vrk ajan, ja mikrobit tunnistetaan pesäkeulkonäön ja valomikroskoopiassa havaittujen rakenteiden perusteella. Mikrobimäärät ilmoitetaan muodossa pmy (cfu)/ malja, joka tarkoittaa pesäkkeen muodostavia yksiköitä maljalla. Tulkinta pohjautuu Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaiseen tarkasteluun toimenpiderajan ylittymisestä. Tulkinnassa huomiodaan menetelmän laajennettu mittausepävarmuus 95 % luottamustasolla. Toimenpiderajan alittavat, suoramikroskopointiin soveltuvat näytteet tarkastetaan erikseen kuolleen tai kuivuneen kasvuston havaitsemiseksi. Asiakas vastaa näytteenotosta. Näytteenotto ei kuulu akkreditoinnin piiriin. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille.				
<b>Näytealustat:</b>				
Homeet	Rose Bengal -agar (Hagem-agar) / 2 % Mallasuuteagar (M2-agar) / Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)			
Bakteerit	Tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG-agar)			
Tulos ilmoitetaan suhteellisella asteikolla.				
- ei kasvua				
+ niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta				
++ kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta				
+++ runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta				
++++ erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta				
Näyte	Materiaali	Rakennusosa	Tila	Tulkinta
1	Mineraalivillaeriste	US1	177 Luokka	Ei viitettä vauriosta
2	Mineraalivillaeriste	US2, sisä- ja ulkopinta	Liikuntasali	Viite vauriosta
3	Mineraalivillaeriste	US3	130 Taukotila	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
4	Ikkunan apukarmi, puu <sup>3)</sup>	US4 ikkuna 1	243 Luokka	Ei viitettä vauriosta <sup>2)</sup>
5	Mineraalivillaeriste	US4 ikkuna 1	243 Luokka	Ei viitettä vauriosta
6	Mineraalivillaeriste	US5	209 Opettajainhuone	Ei viitettä vauriosta
7	Puurunko	US6	221 Musiikki	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>

Raportin osittainen kopiointi ilman lupaa on kielletty.

#### Kiwalab

Professorintie 9, 90440 Kempele  
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa  
Puh. 010 521 600  
kiwalab@kiwa.com

#### Inspecta Oy

PL1000  
00581 Helsinki  
www.kiwa.com/fin

#### Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab



8	Mineraalivilla	US6	221 Musiikki	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
9	Mineraalivilla	US7	226 Kirjasto	Ei viitettä vauriosta
10	Mineraalivilla	US8	224 Opetustila	Ei viitettä vauriosta
11	Mineraalivilla	US9	220 Varasto	Ei viitettä vauriosta
12	Ikkunan apukarmi, puu	US10 ikkuna 2	177 Luokka	Ei viitettä vauriosta
13	Mineraalivilla	US10	177 Luokka	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
14	Mineraalivilla (sisä- ja ulkopinta)	US11	Ruokasali 154	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
15	Mineraalivilla	US12	245 Luokka	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
16	Mineraalivilla (alapuuta vasten ja sisäpinta)	US15	174 Luokka	Viite vauriosta
17	Runkopuu <sup>3)</sup>	AP2	119 Tekninen työ	Ei viitettä vauriosta <sup>2)</sup>
18	Mineraalivilla	AP2	119 Tekninen työ	Ei viitettä vauriosta
19	Puurunko, alapuu	AP7	181 Liikuntasali	Viite vauriosta
20	Rakennusjäte	AP7	181 Liikuntasali	Viite vauriosta
21	Mineraalivilla	AP7/US	181 Liikuntasali	Viite vauriosta
22	Kovavilla	VP2	221 Musiikki	Ei viitettä vauriosta
23	Mineraalivilla	VS1	121 Maalihuone	Viite vauriosta
24	Kivivilla (syvämpi)	VS1	121 Maalihuone	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
25	Mineraalivilla	VS5	125 Huone	Ei viitettä vauriosta
26	Mineraalivilla	US14	181 Liikuntasali	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
27	Lauta <sup>3)</sup> , kermin alapuolelta	US14	181 Liikuntasali	Ei viitettä vauriosta <sup>2)</sup>
28	Koolauspuu (julkisivu)	US9	220 Varasto	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
29	Puurunko	US13	212 Huone	Ei viitettä vauriosta

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

### Kiwalab

Professorintie 9, 90440 Kempele  
 Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa  
 Puh. 010 521 600  
 kiwalab@kiwa.com

### Inspecta Oy

PL1000  
 00581 Helsinki  
 www.kiwa.com/fi

### Y-tunnus

1787853-0



Kiwalab

**Testausseloste, MIK10462**Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely  
Kiwalab, 10.3.2023

30	Mineraalivilla	US13	212 Huone	Ei viitettä vauriosta <sup>1)</sup>
<b>Lisätiedot:</b>				
1) Keskimääräinen viljelytulos ja/tai mittausepävarmuuden aiheuttama vaihteluvälin alaraja jää toimenpiderajan alle.				
2) Vähäinen näytemäärä voi heikentää tuloksen luotettavuutta.				
3) Näytettä ei voitu suoramikroskopoida johtuen vähäisestä näytemäärästä.				

**Tulokset:**

Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
1	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipitu</i>
2	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Blastobotrys° + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä +++ Cladosporium +++ Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipitu</i>
3	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 5 + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipitu</i>
4	Yhteensä #	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä -	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipitu</i>
5	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipitu</i>
6	Yhteensä -	Yhteensä + A. niger° + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei suoramikroskoipitu</i>
7	Yhteensä + Chaetomium* 3 + Penicillium +	Yhteensä + A. fumigatus* 2 + Chaetomium* 1 + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + Alternaria + Chaetomium* 3 + Cladosporium + Eurotium* 3 + Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit + <i>Ei rihmastoia</i>

määrittäysraja 1 pmy, A = Aspergillus, \* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin,  
(-) ei kasvu, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200  
pmy/näytealusta, (++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.  
Suoramikroskopointitulos on esitetty *kursiivilla* tulostaulukon viimeisessä sarakkeessa.  
# = näytealusta puuttuu (vähäisen näytemäärän vuoksi näytettä ei voitu viljellä kaikilla alustoilla.)

Raportin osittainen kopiointi ilman lupaa on kielletty.

**Kiwalab**

Professorintie 9, 90440 Kempele  
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa  
Puh. 010 521 600  
kiwalab@kiwa.com

**Inspecta Oy**

PL1000  
00581 Helsinki  
www.kiwa.com/fi

**Y-tunnus**

1787853-0

**Kiwalab**

**Testausseloste, MIK10462**Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely  
Kiwalab, 10.3.2023

Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
8	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + A. fumigatus* 1 + Cladosporium + Eurotium* 1 + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium + Eurotium* 1 + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 2 + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
9	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
10	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä -	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
11	Yhteensä -	Yhteensä + steriilit sienet +	Yhteensä -	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
12	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium + muut sienet +	Yhteensä -	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei rihmastoa</i>
13	Yhteensä + A. fumigatus* 1 + Chrysonilia° + Penicillium +	Yhteensä + Aureobasidium° + Mucor° + Penicillium +	Yhteensä ++ Cladosporium + Eurotium* 3 + Penicillium ++	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
14	Yhteensä ++ A. fumigatus* 8 + Aureobasidium° + Eurotium* 1 + Penicillium +	Yhteensä + A. fumigatus* 3 + Botrytis° + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä ++ Cladosporium + Penicillium ++	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
15	Yhteensä -	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä -	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>

määrittäjäraja 1 pmy, A = Aspergillus, \* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin,

(-) ei kasvua, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta, (++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.

Suoramikroskoipintulos on esitetty *kursiivilla* tulostaulukon viimeisessä sarakkeessa.

# = näytealusta puuttuu (vähäisen näytemäärän vuoksi näytettä ei voitu viljellä kaikilla alustoilla.)

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

**Kiwalab**

Professorintie 9, 90440 Kempele  
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa  
Puh. 010 521 600  
kiwalab@kiwa.com

**Inspecta Oy**

PL1000  
00581 Helsinki  
www.kiwa.com/fin

**Y-tunnus**

1787853-0



Kiwalab

**Testausseoste, MIK10462**Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely  
Kivalab, 10.3.2023

Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
16	Yhteensä +++++ A. versicolor* +++++	Yhteensä +++++ A. versicolor* 60 +++ Penicillium +++	Yhteensä +++++ A. versicolor* +++ Penicillium +++	Yhteensä +++++ aktinobakteerit* +++ muut bakteerit +++++  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
17	Yhteensä #	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä #	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
18	Yhteensä -	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
19	Yhteensä +++ Penicillium +++ Trichoderma* 1 +	Yhteensä + Aureobasidium° + Mucor° + Penicillium + Trichoderma* 1 +	Yhteensä +++ Mucor° + Penicillium +++	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
20	Yhteensä +++ A. ustus* 10 + Arthrinium + Penicillium +++ Trichoderma* 2 +	Yhteensä ++ A. ustus* 10 + Mucor° +	Yhteensä +++ A. ustus* 53 +++ Mucor° + Penicillium +++	Yhteensä ++ muut bakteerit ++  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
21	Yhteensä +++++ Penicillium +++++	Yhteensä +++++ Mucor° + Penicillium +++++	Yhteensä +++++ Penicillium +++++	Yhteensä +++++ muut bakteerit +++++  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
22	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + A. versicolor* 1 + Penicillium +	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
23	Yhteensä -	Yhteensä + Chaetomium* 2 +	Yhteensä +++ A. restricti* +++	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>

määrittäjä 1 pmy, A = Aspergillus, \* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin,  
(-) ei kasvua, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200 pmy/näytealusta, (+++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.  
Suoramikroskopointitulokset on esitetty *kursivilla* tulostaulukon viimeisessä sarakeessa.  
# = näytealusta puuttuu (vähäisen näytemäärän vuoksi näytettä ei voitu viljellä kaikilla alustoilla.)

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

**Kivalab**Professorintie 9, 90440 Kempele  
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa  
Puh. 010 521 600  
kivalab@kiwa.com**Inspecta Oy**PL1000  
00581 Helsinki  
www.kiwa.com/fi**Y-tunnus**

1787853-0

**Kivalab**



Näyte	Sieni-itiöt pmy Hagem-agar	Sieni-itiöt pmy M2-agar	Sieni-itiöt pmy DG18-agar	Bakteerit pmy THG-agar
24	Yhteensä -	Yhteensä + Chaetomium* 3 +	Yhteensä + A. restricti* 4 + Penicillium +	Yhteensä + aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
25	Yhteensä -	Yhteensä + Penicillium + Sphaeropsidales* 1 +	Yhteensä + A. versicolor* 1 + Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
26	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + A. fumigatus* 4 + A. niger° +	Yhteensä + A. ochraceus* 1 + Cladosporium + Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
27	Yhteensä #	Yhteensä + Chaetomium* 2 +	Yhteensä + A. restricti* 1 +	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>
28	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + A. ustus* 1 + Chaetomium* 2 + Stachybotrys* 1 +	Yhteensä + Eurotium* 3 + Penicillium +	Yhteensä ++ aktinobakteerit* 1 + muut bakteerit ++  <i>Ei rihmastoa</i>
29	Yhteensä + Penicillium +	Yhteensä + Mucor° +	Yhteensä -	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei rihmastoa</i>
30	Yhteensä + A. niger° + Penicillium +	Yhteensä + A. fumigatus* 2 + Chaetomium* 1 + Penicillium + muut sienet +	Yhteensä + Cladosporium + Eurotium* 1 + Penicillium +	Yhteensä + muut bakteerit +  <i>Ei suoramikroskoipoitu</i>

määrittämissä 1 pmy, A = Aspergillus, \* = kosteusvaurioon viittaava mikrobi, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin,  
(-) ei kasvu, (+) niukka kasvu, alle 20 pmy/näytealusta, (++) kohtalainen kasvu, 20-49 pmy/näytealusta, (+++) runsas kasvu, 50-200  
pmy/näytealusta, (++++) erittäin runsas kasvu, yli 200 pmy/näytealusta.  
Suoramikroskoipointitulos on esitetty *kursiivilla* tulostaulukon viimeisessä sarakkeessa.  
# = näytealusta puuttuu (vähäisen näytemäärän vuoksi näytettä ei voitu viljellä kaikilla alustoilla.)

Kirsi Raitamaa  
Asiantuntija  
Kiwalab Kempele

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

**Testausseoste, MIK10462**

Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, suoraviljely  
Kiwalab, 10.3.2023

**LIITE: Materiaalinäytetulosten arviointi****1. TULOSTEN TULKINTA**

Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelymenetelmällä havaittavat sienten tai aktinobakteerien pesäkemäärät – mittausepävarmuuden alarajalla – ylittävät niitä vastaavan toimenpiderajan 50 pmy. Tulos viittaa tällöin toimenpiderajan ylittymiseen johtuen rakennusmateriaalissa olevasta kosteus- ja mikrobivauriosta.<sup>[1]</sup> Suoraviljelymenetelmä ja analyysin mittausepävarmuuden esittäminen toimenpiderajan ylittymisen arvioinnin tukena on luonteeltaan suuntaa antava. Suoramikroskopoimalla varmennettu vähäinen tai runsas sienirihmasto voi viitata vaurioon johtuen kuolleesta tai kuivuneesta kasvustosta.<sup>[1-2]</sup>

Suoraviljelyn rajatapaukset, missä keskimääräinen tulos ja/tai mittausepävarmuuden alaraja jää alle sienikasvustoa ilmaisevan toimenpiderajan (viite vauriosta), ilmoitetaan *heikkona viitteenä* vauriosta - edellyttäen näytteenottajan kokonaistarkastelua johtopäätösten suhteen. Viljelyn tulos ilmaisee *heikkoa viitettä* kosteus- ja mikrobivauriosta myös, jos sieniä on kohtalaisesti (++) tai niukasti (+) mutta lajistossa on useita (≥ 6 pmy) kosteusvaurioindikaattoreita millä tahansa viljelyistä alustoista (mittausepävarmuus huomioon ottaen); kuitenkin siten, että yksittäisten pesäkkeiden esiintyminen ei riitä. Kosteusvauriota indikoivat lajit on eritelty Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa.<sup>[1]</sup> Suoramikroskopiointin tuloksena havaittu sienirihmaston esiintyminen eri kohdissa näytettä tulkitaan soveltamisohjeen mukaisesti *heikoksi viitteeksi* vauriosta. Edellä mainituissa tapauksissa näytteenottajan tulee erikseen arvioida toimenpiderajan ylittyminen mm. pois sulkemalla näytteenottokohdan muut mikrobilähteet. Yksinomaan erittäin korkean bakteeripitoisuuden (+++++) perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin vaurioitumisesta - tulos voi johtua myös materiaalin likaisuudesta.<sup>[1-2]</sup>

**2. TIETOA MIKROBIKASVUSTOISTA JA SUORAMIKROSKOPOINNISTA**

Mikrobikasvustot ovat yleensä epätasaisesti jakautuneita, joten yksittäinen näyte antaa tiedon vain kyseisen näytteenottokohdan mikrobimäärästä ja -lajistosta. Näytetuloksesta ei voida vetää suoraa johtopäätöstä tilojen sisäilmaongelmaan tai käyttäjien oireisiin. Tulosten merkitys sisäilmaongelmien kannalta arvioituna riippuu tiloissa vietettävästä ajasta, ilmanvaihdon toimivuudesta, vaurioituneen pinta-alan laajuudesta sekä siitä, missä määrin mikrobien itiöt ja niiden aineenvaihduntatuotteet kulkeutuvat sisäilmaan rakenteiden kautta.

Usean eri indikaattorimikrobin esiintyminen näytteessä pieninä pitoisuuksina voi viitata vanhaan kuivuneeseen kasvustoon tai itiöiden kertymiseen materiaalin pinnalle ajan myötä. Jos viljelytulos jää alle toimenpiderajan, näytepinta suoramikroskopoidaan kuolleen tai kuivuneen kasvuston havaitsemiseksi. Suoramikroskopiointi voidaan tehdä luotettavasti vain tiivispintaisista materiaaleista - huokoinen, jauheinen tai rakeinen materiaali ei sovellu suoramikroskopiointiin. Suoraan maaperän tai ulkoilman kanssa kosketuksissa oleviin materiaaleihin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia mikrobeja, mikä tulee huomioida tulosten merkitystä arvioitaessa.<sup>[1-2]</sup>

**3. VIITTEET**

- [1] Valvira, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, ohje 8/2016 (päivitetty 19.2.2020). Saatavissa: <https://www.valvira.fi/ymparistoterveys/terveydensuojelu/asumisterveys>
- [2] Pessi A-M. ja Jalkanen K. (2018) Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy. ISBN 978-952-9637-61-4.

Raportin osittainen kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

**Kiwalab**

Professorintie 9, 90440 Kempele  
Robert Huberin tie 2, 01510 Vantaa  
Puh. 010 521 600  
kiwalab@kiwa.com

**Inspecta Oy**

PL1000  
00581 Helsinki  
www.kiwa.com/fi

**Y-tunnus**

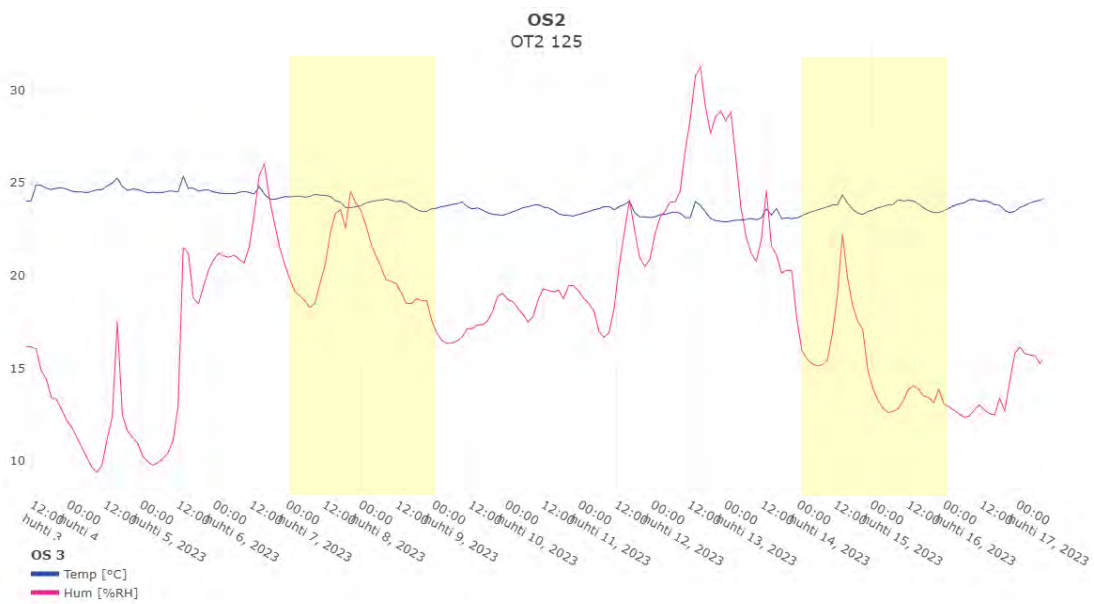
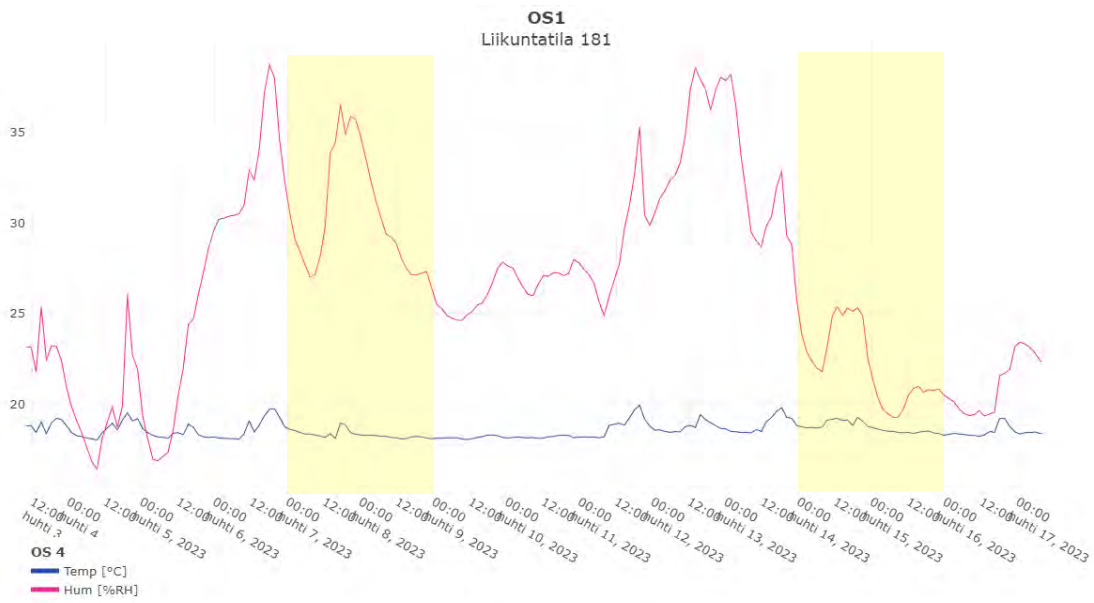
1787853-0



**Kiwalab**



## Lämpötila ja suhteellinen kosteus

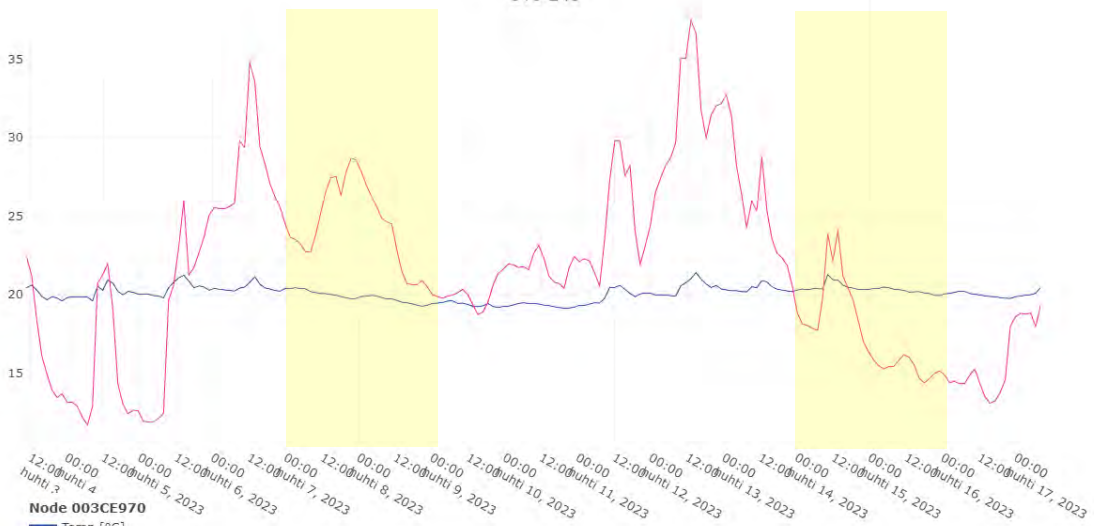


OS3 OT3 173

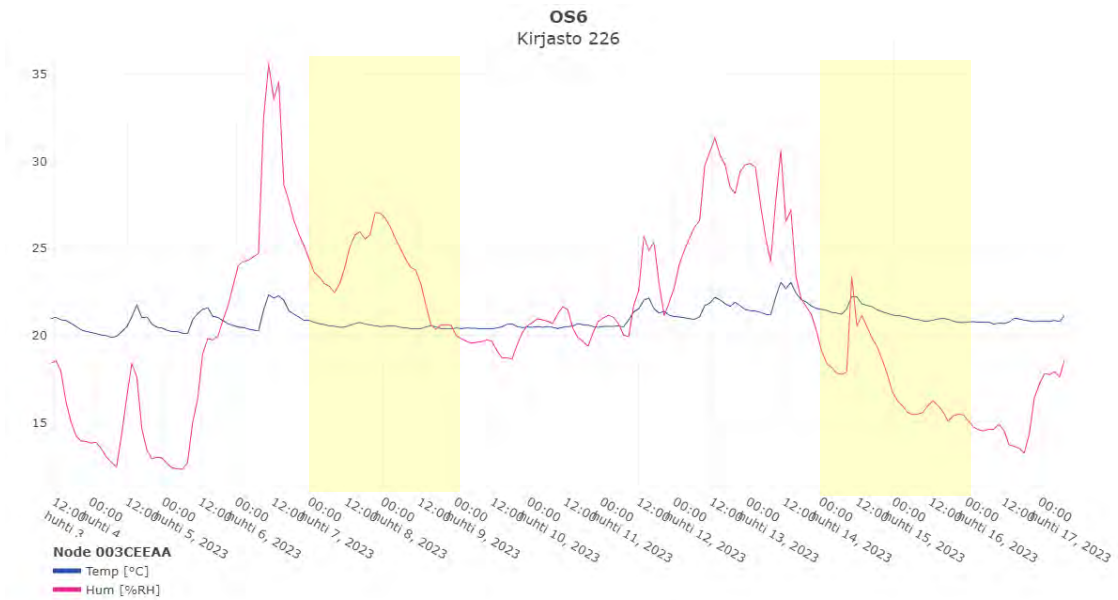
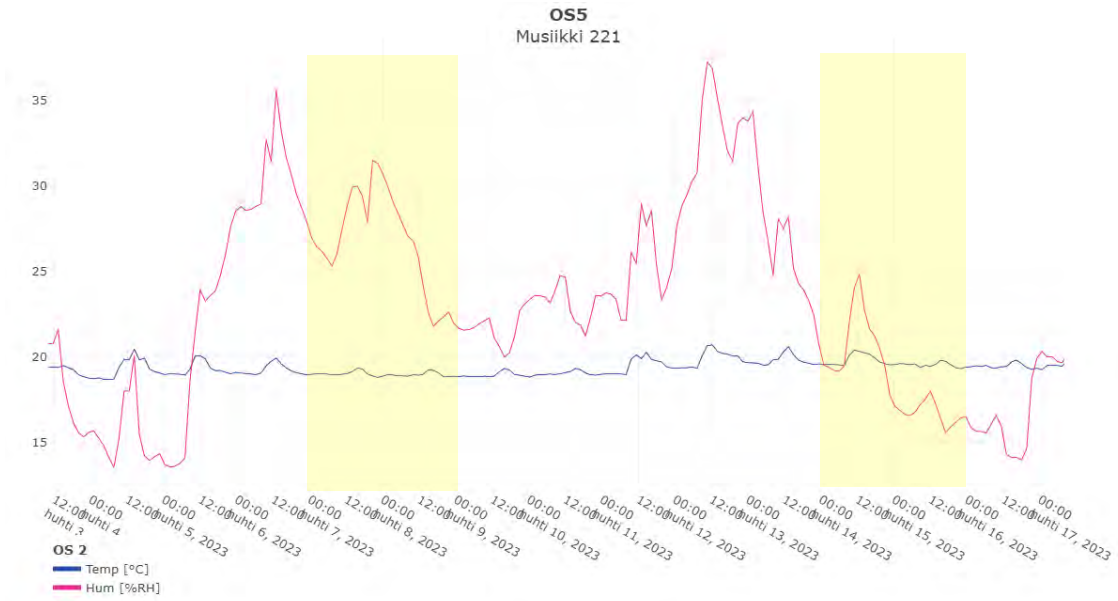


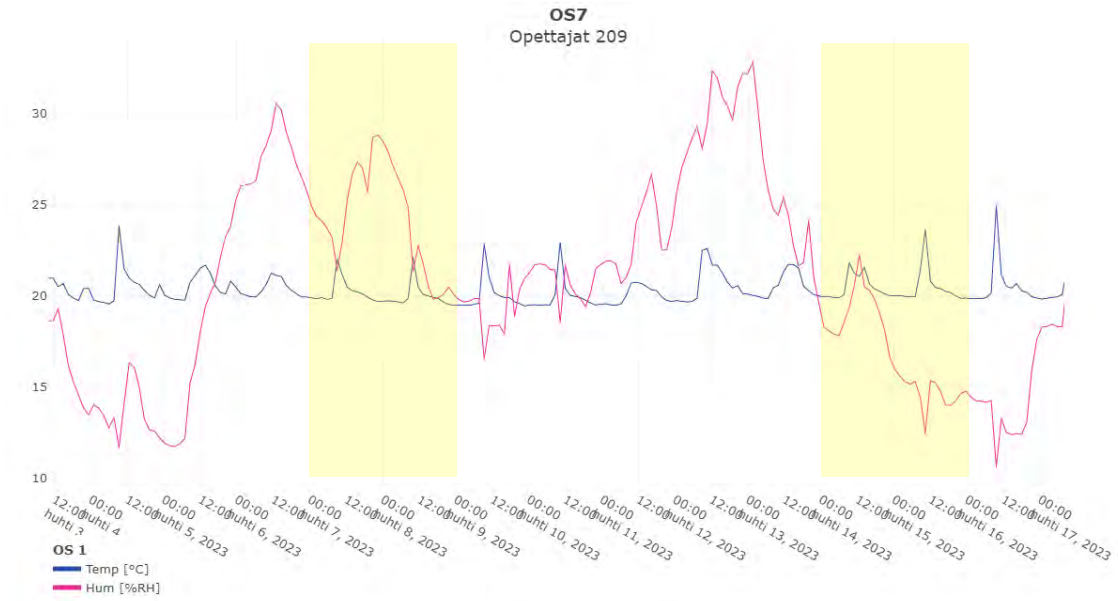
Node 003CFDFB  
Temp [°C]  
Hum [%RH]

OS4  
OT3 243

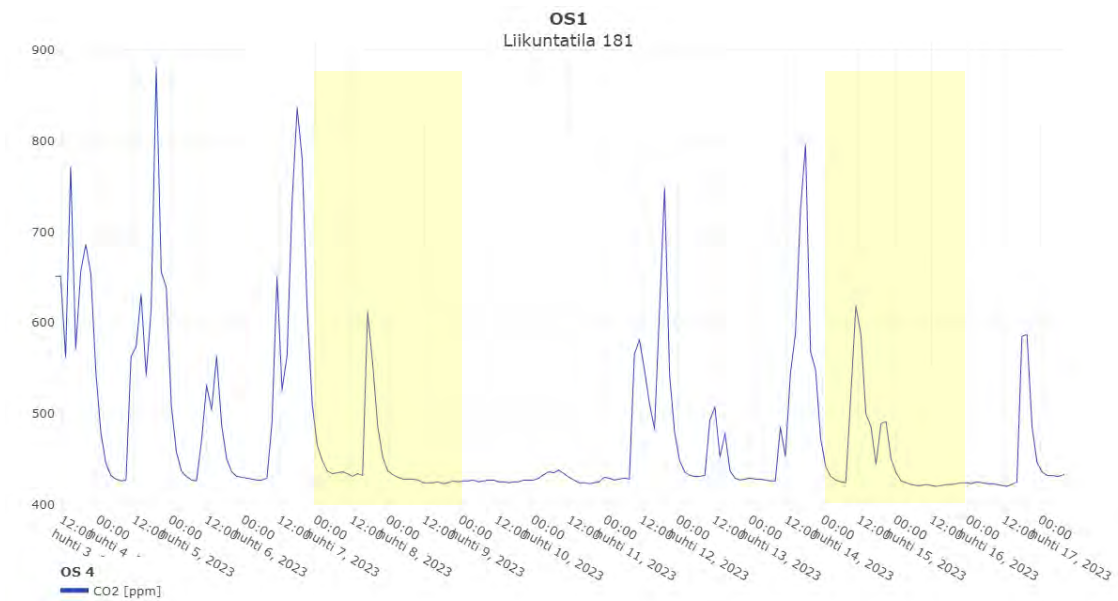


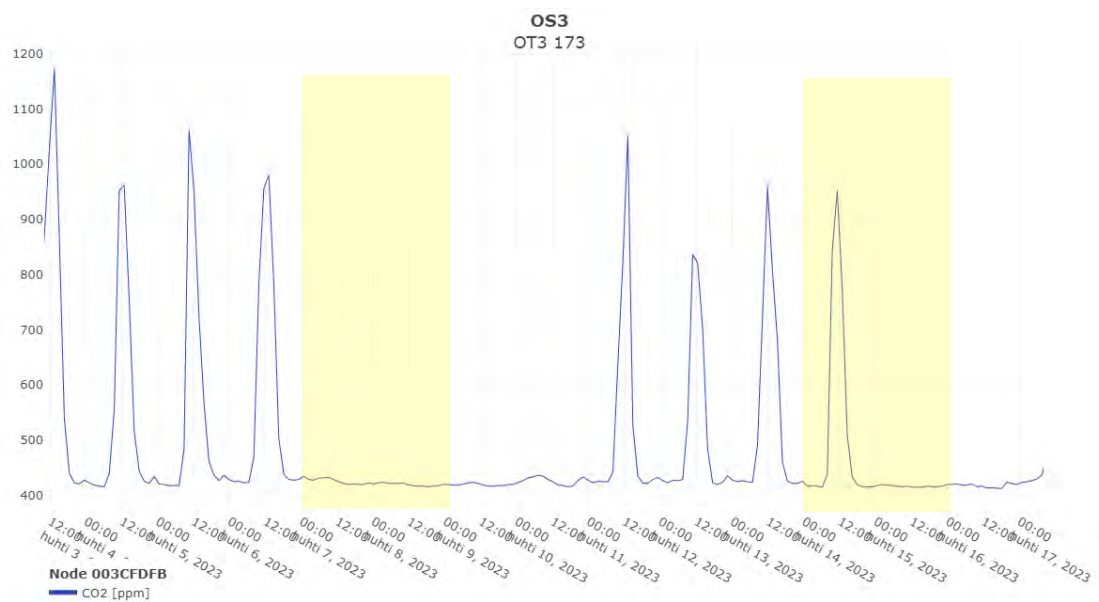
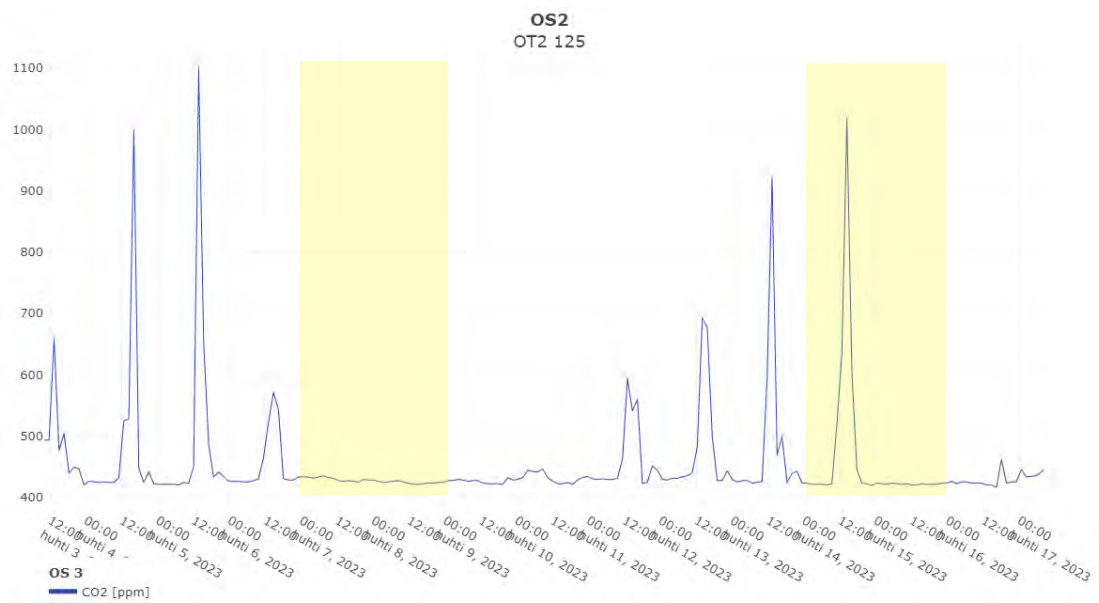
Node 003CE970  
Temp [°C]  
Hum [%RH]

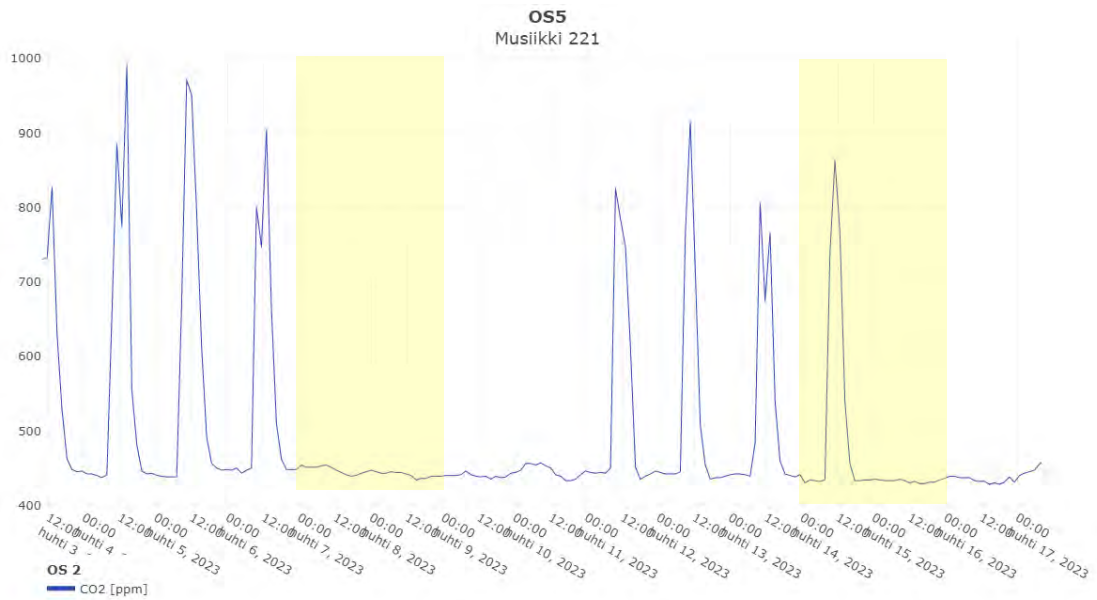
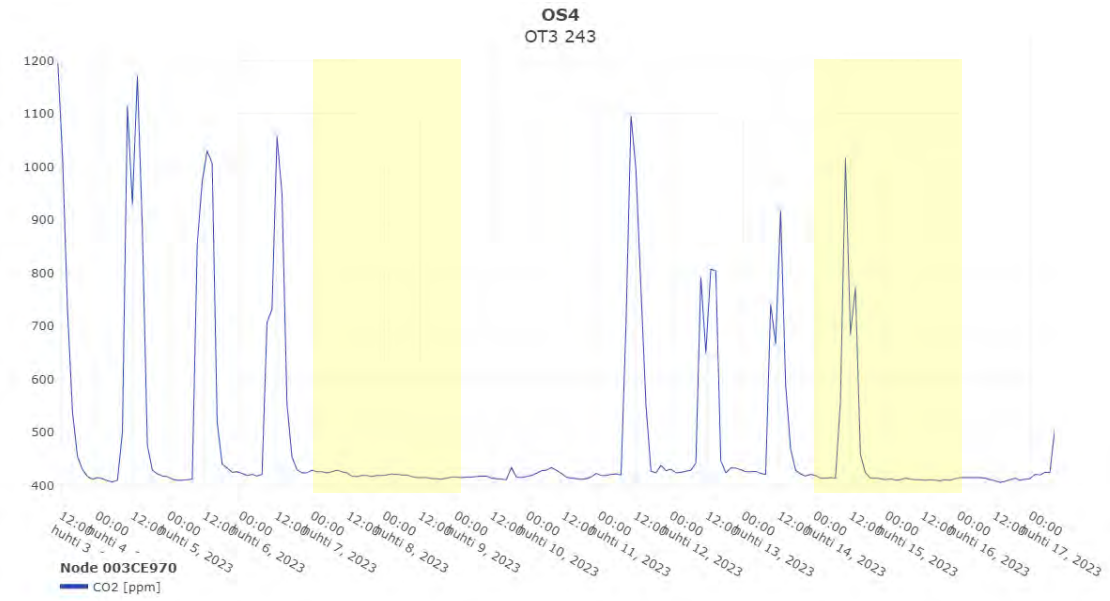


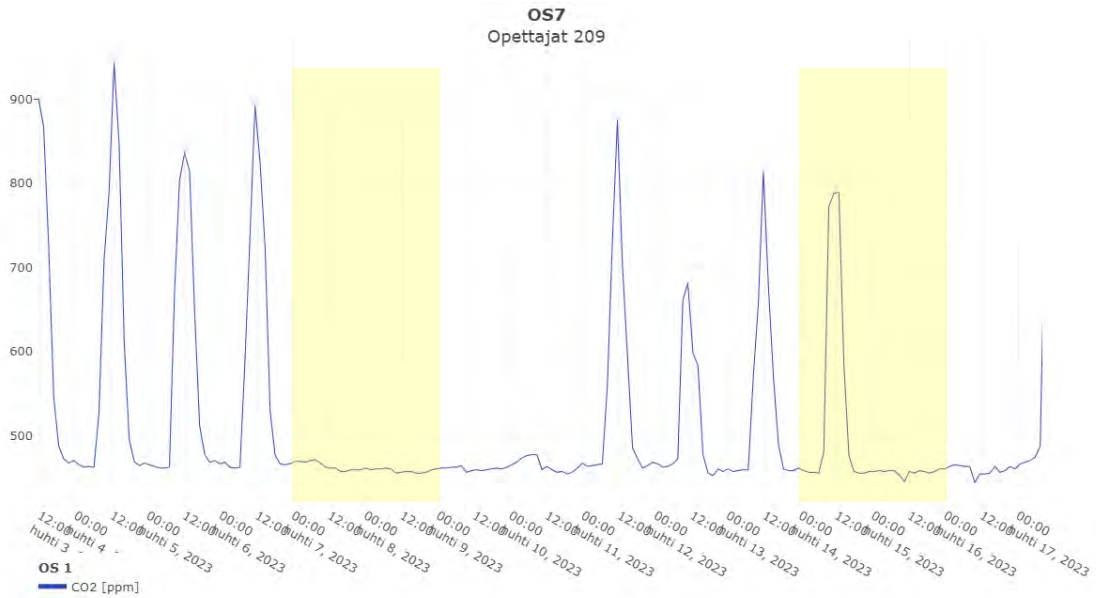
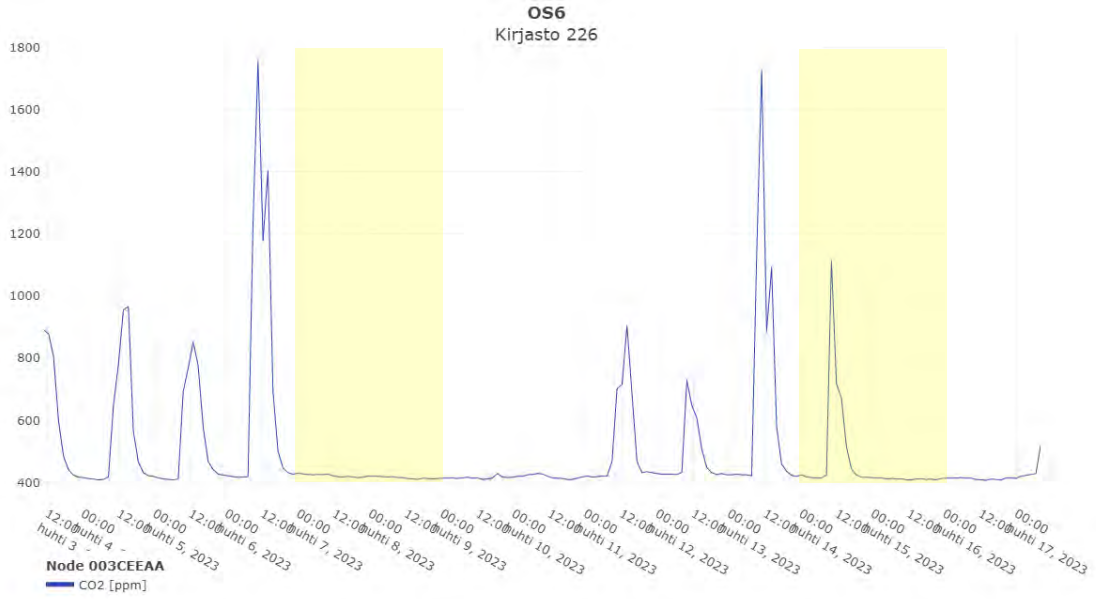


## Hiilidioksidi



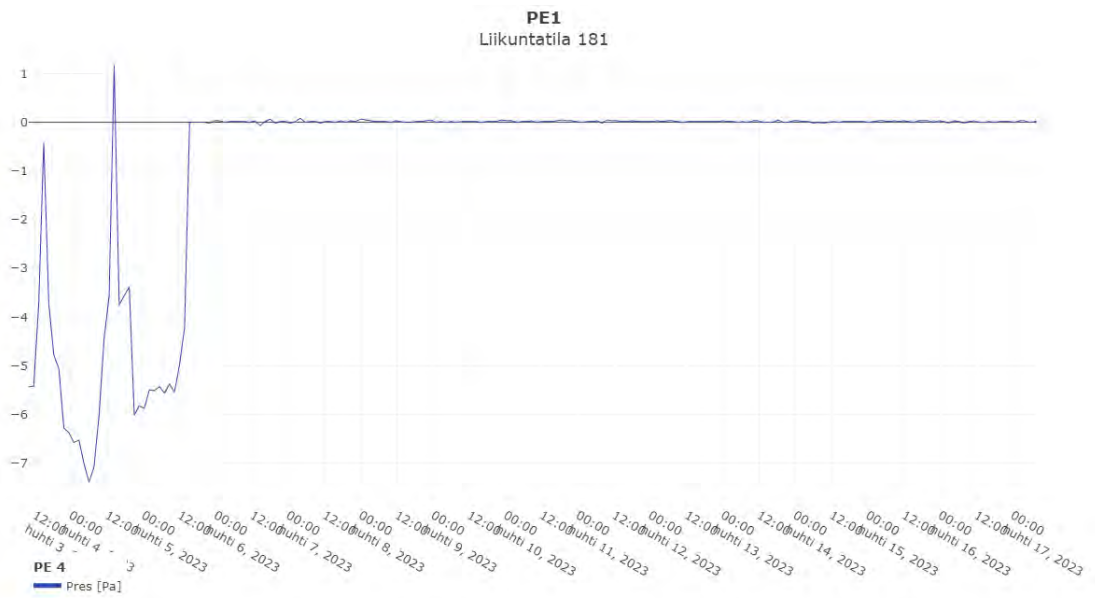




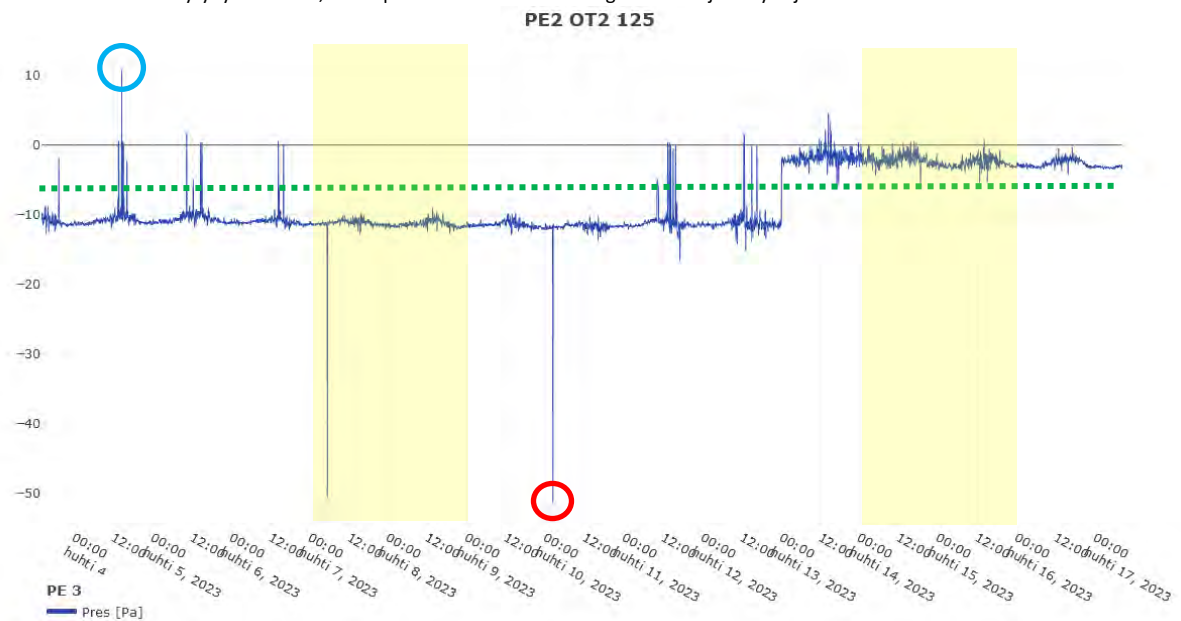




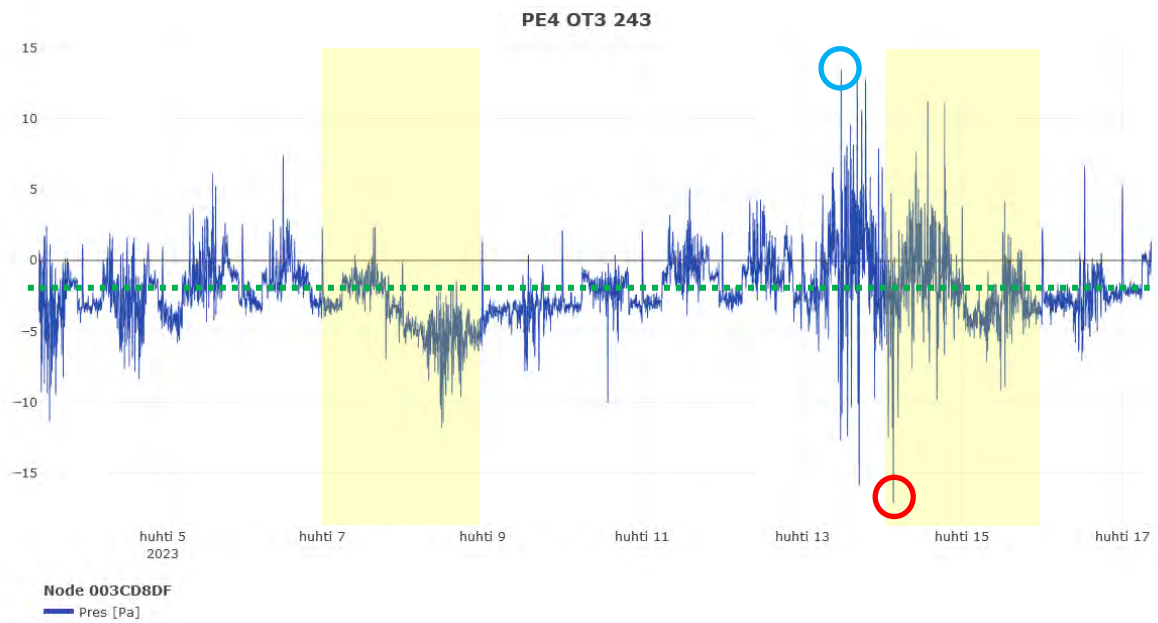
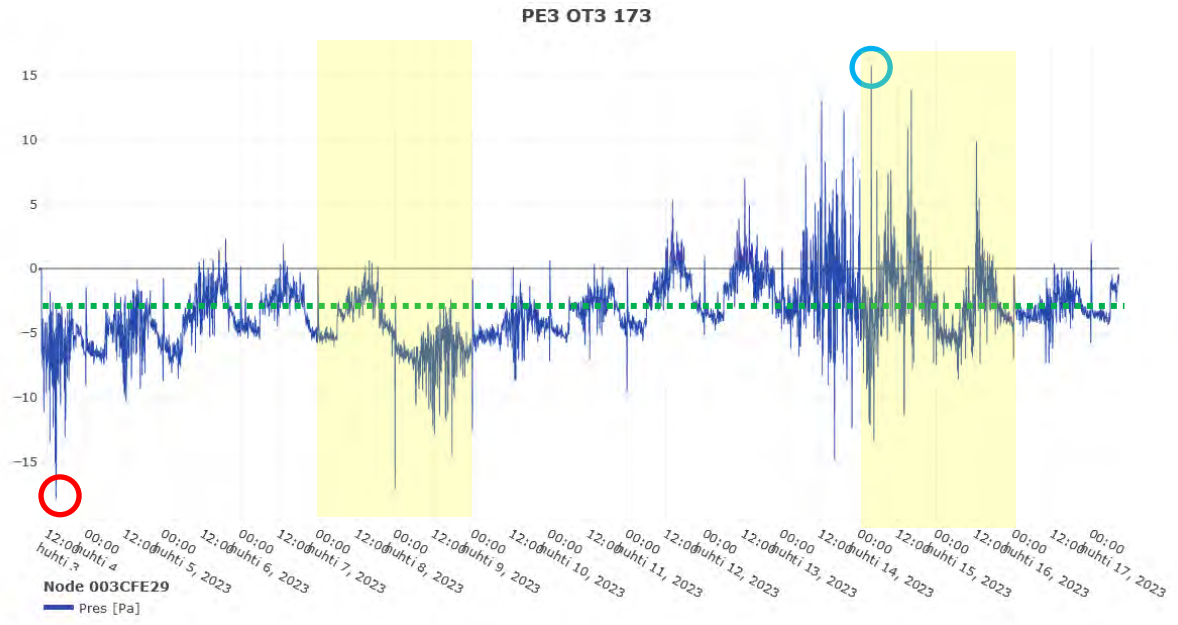
## Paine-eroseuranta

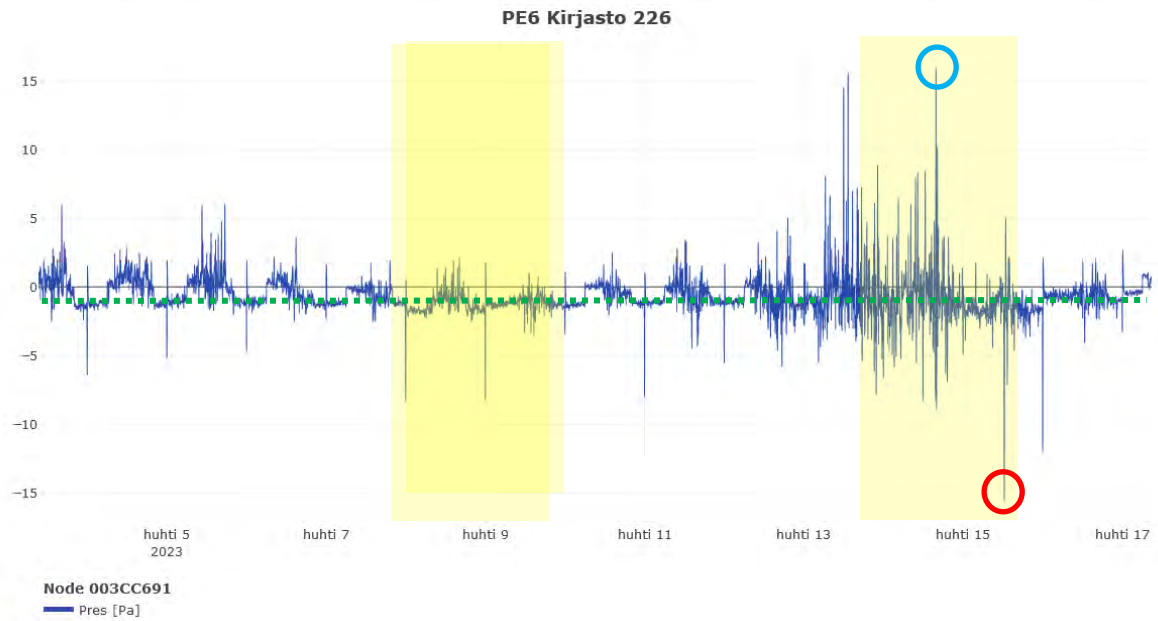
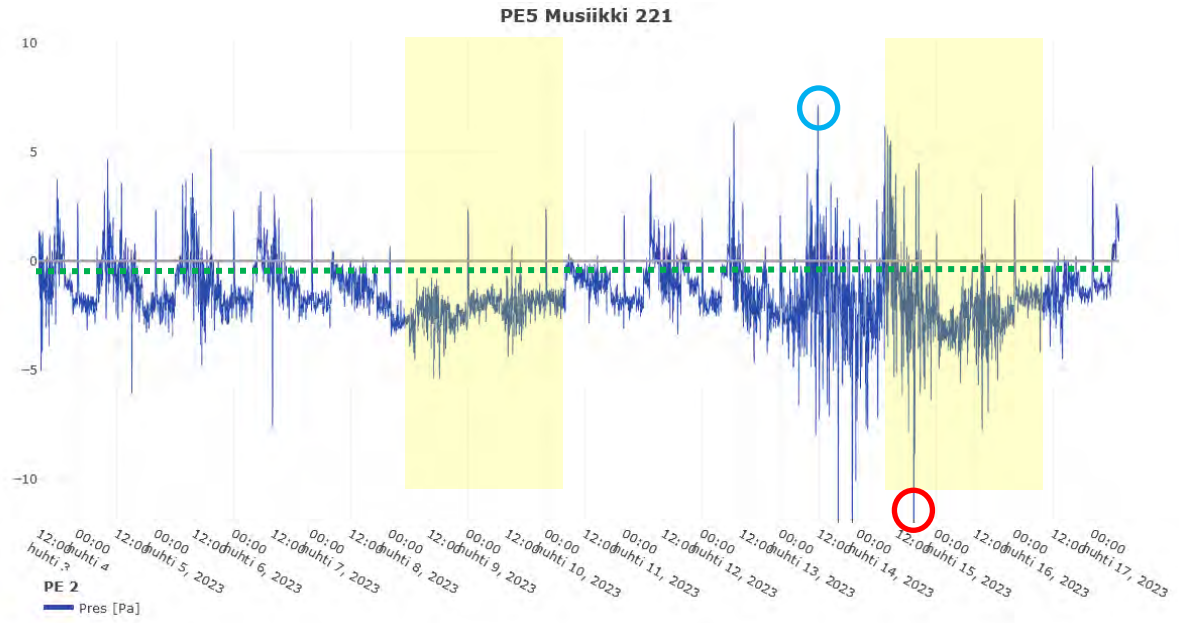


\* PE1 mittaus on keskeytynyt 6.4.2023, koska paine-eromittari on vahingoitettu tilojen käyttäjien toimesta.

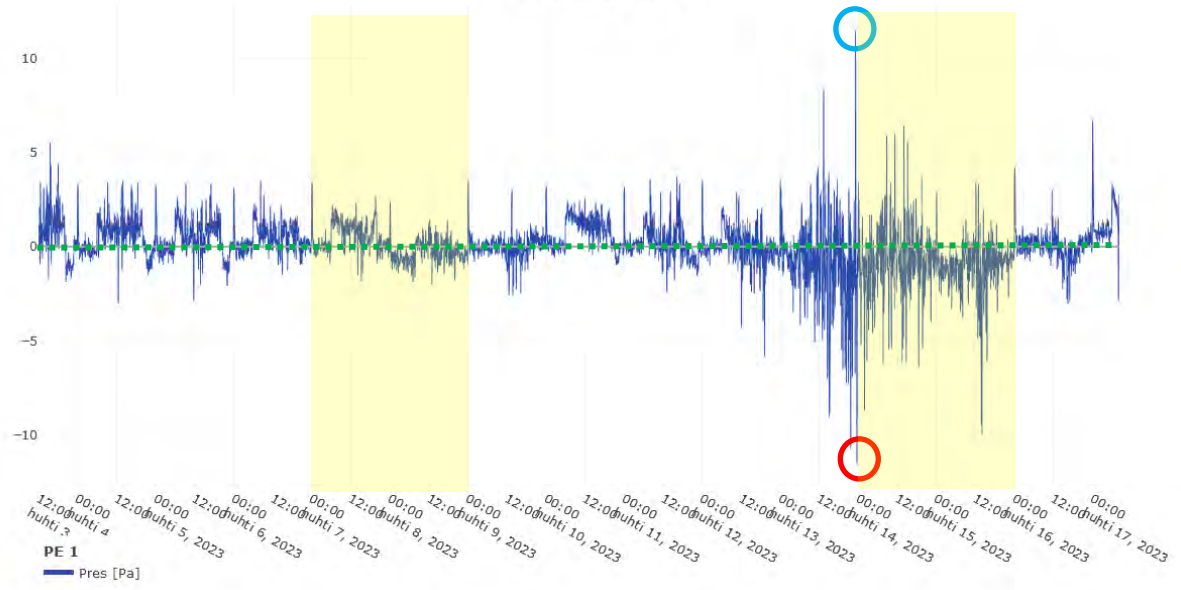


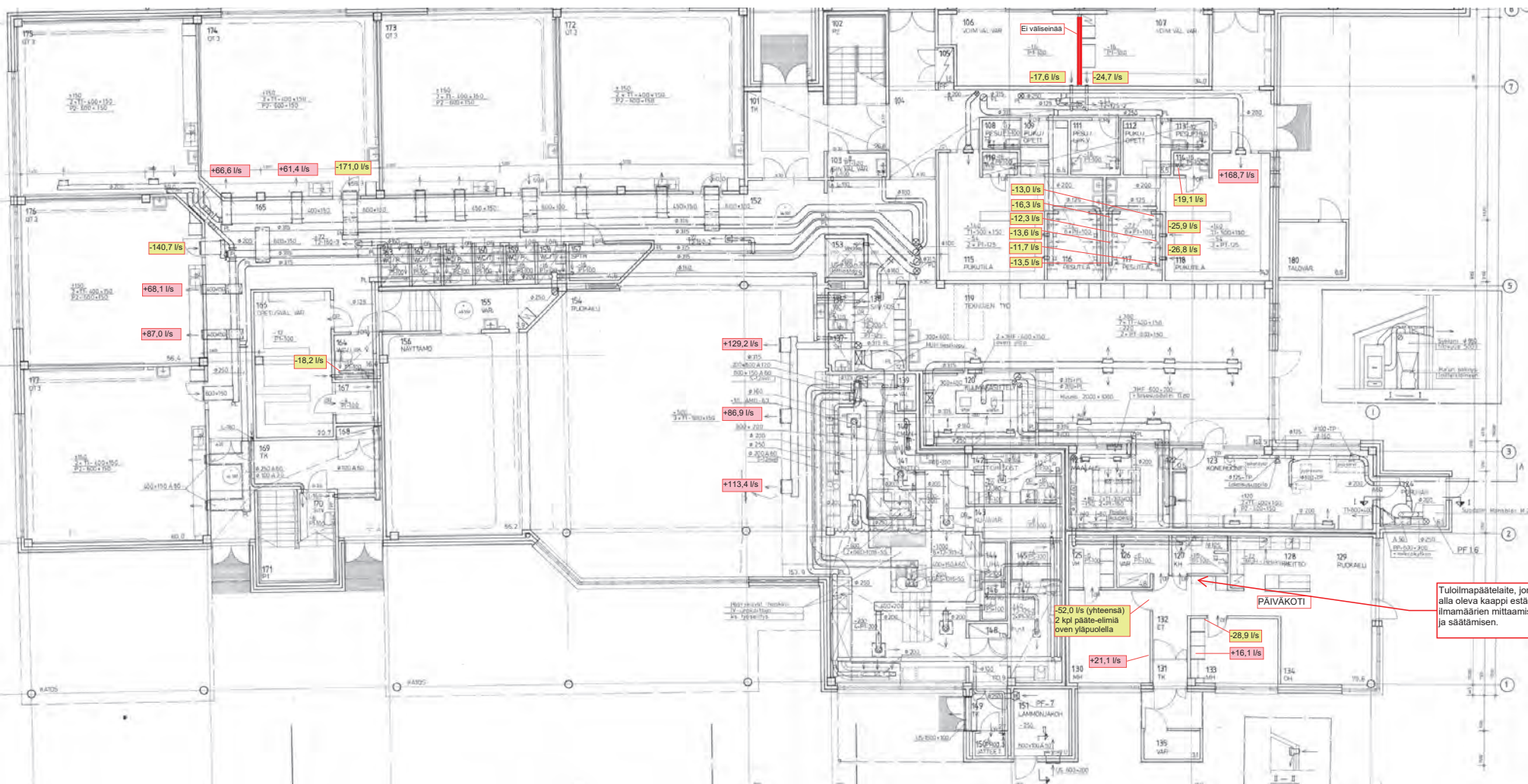


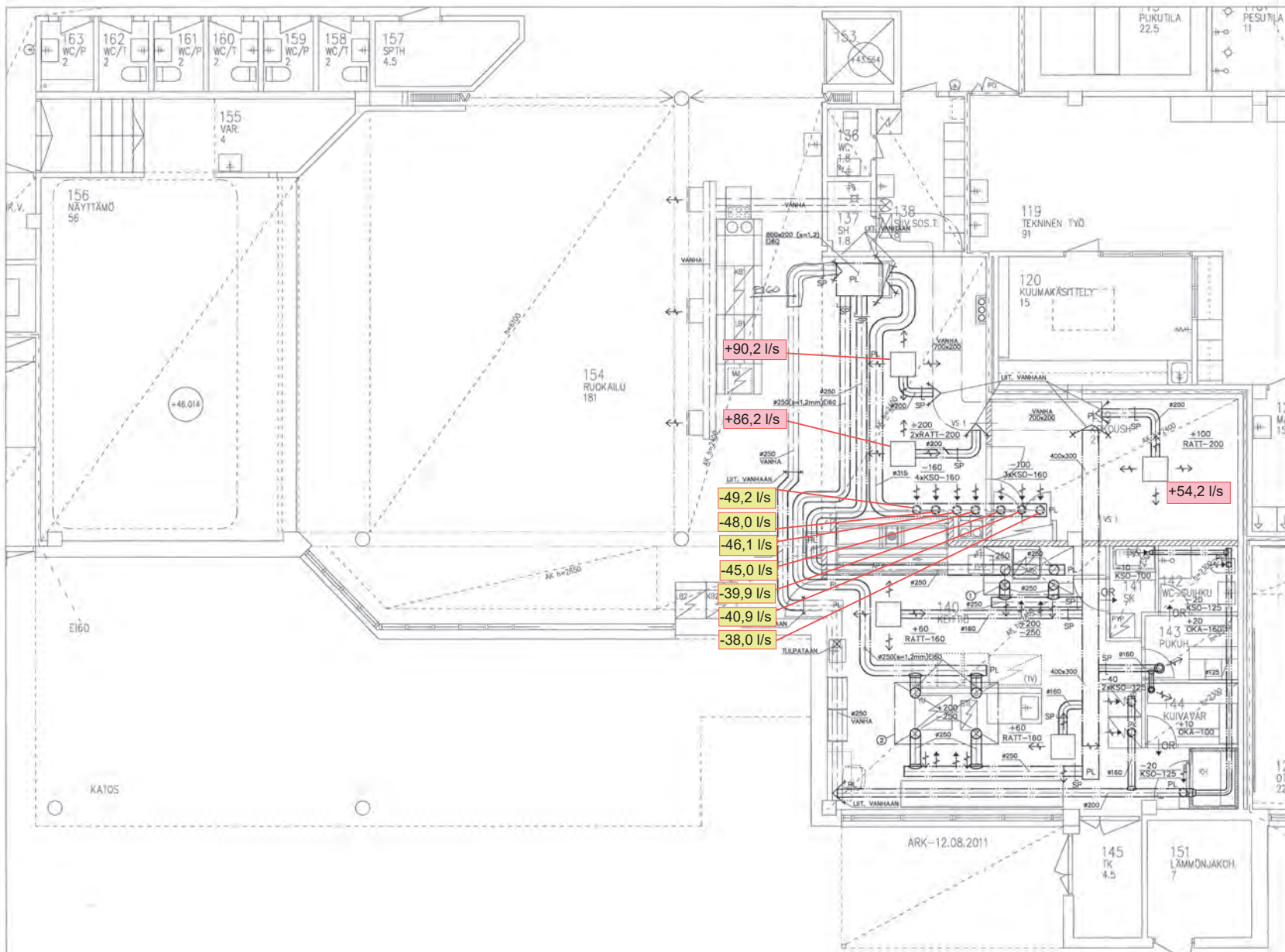




PE7 Opettajat 209







- ① HÖYRYHUUVA (HALTON)  
KVO-1 2200x1200x400 (RS1)  
VALAISIN (VARIS\_830)  
ILMAMAÄRÄ: -250 l/s, +200 l/s
  - ② SHIIPPAUSILMAHUUVA (HALTON)  
KV-1 2200x1500x400 (RS1)  
KSA-RASVANSUODATTIMET, VALAISIN (VARIS\_830)  
ILMAMAÄRÄ: -250 l/s, +200 l/s
- KUUPUJEN ALAREUNA LATTIASTA Noin 2000

P = PELTIVERHOUS  
 PL = PUHDISTUSLUUKKU  
 US = ULKOSELEKTIÖ  
 L = LAUTASVENTTIILI  
 OR = OVIKAKKO 10mm  
 E130 = PALDERISTYS LUOKKAA E130  
 E160 = PALDERISTYS LUOKKAA E160  
 E120 = PALDERISTYS LUOKKAA E120  
 L50 = LÄMPPERISTYS 50mm  
 L100 = LÄMPPERISTYS 100mm  
 ÄV = ÄÄNENVAIMENNIN  
 SP = SÄÄTÖPELTI  
 LK20 = KONDENSISERISTE ARMAFLEX AC 20mm  
 KANAVAT VALMISTETAAN SFS-3281 JA  
 SFS-3282 STANDARDIN MUKAAN,  
 KEITTIÖN POSTITILKANANAVAT s=1,2 mm  
 MITOITAMATTOMAT LITJORMIT VENT-  
 TIILIKOKOA  
 ILMAMAÄRÄT ILMOITETTU l/s



Turun kaupungin  
 TUNNUS TIL. 28-11-2011  
 Rakennusvalvontamisto  
 ART: 0

TEKIJÄ/ALUE/MAASTO:	INHOVAARA
OSA 16 (VARISSUO) RAKENUSOHJEKIRJE MUUTOS	KORTTI/OSAKO 2 RAKENUSOHJEKIRJE 2011-11-05 ILMANVAIHTO
RAKENUSOHJEKIRJE NIMI JA Osoite VARISSUON KOULU KUOPUKSENPOLKU 1 20610 TURKU	RAKENUSOHJEKIRJE 1.KERROS, OSA 1:50 RAKENUSOHJEKIRJE R-TUNNUS 0000537
INSINÖÖRITOIMISTO RAINER HEINO OY TURKU Puh. (02) 2305 800, 0400-321 711 rainer.heino@ppp.net.fi	SUUNNITTELIJA LVI 29011 19.08.2011 TARKASTAJA 301 RM

