

# Raunistulan koulutalon hankeselvitys

---

7.5.2021

## Sisällys

OSAPUOLET .....	2
1 HANKKEEN PERUSTIEDOT .....	2
2 HANKKEEN SUUNNITTELULLE ASETETTAVAT TAVOITTEET JA MITOITUS .....	2
3 YLEISET SUUNNITTELUPERUSTEET .....	4
4 RAKENNUSPAIKKA .....	7
5 HANKKEEN TOTEUTUS, AIKATAULU JA VÄISTÖTILAT .....	7
6 VAIKUTUSTEN JA RISKIEN ARVIOINTI .....	8
7 KUSTANNUSTAVOITTEET JA VUOKRAVAIKUTUKSET .....	8

## Liitteet

Palotekninen selvitys (tehdään myöhemmin)	Pää suunnittelija
Esteettömyystarkastelu (tehdään myöhemmin)	Pää suunnittelija
Vuokralaskelma	Tilapalvelut
Toiminnanvarmistussuunnitelma	Matti/Mikkola/Kakko
Sisäilma- ja rakennetutkimukset, Tutkimusraportti,	Sirate Group Oy
LVI-selvitys	Sweco Talotekniikka Oy

# OSAPUOLET

## Tilapalvelut

## Sivistystoimiala

## Kaupunkiympäristötoimiala

### Selvityksen yhteydessä kuullut asiantuntijat:

Sirate Oy

Sweco Talotekniikka Oy

Jarkko Mikkola

Harri Kakko

Mika Virta

Santtu Meristö

LVI-asiantuntija, Turku

sähköasiantuntija, Turku

rakennusautomaatio asiantuntija, Turku

## 1 HANKKEEN PERUSTIEDOT

Hankkeen laajuus;

3 921 m<sup>2</sup> (jakaja), 4 405 brm<sup>2</sup> (hankekoko), 19 039 m<sup>3</sup>

Tässä hankeselvityksessä käsitellään pelkästään koulun ns. uudisosaa. Poikkeuksena on mainintoina vanhan puolen ilmastoinnin parantaminen. Muilta osin vanha osa on jo peruskorjattu.

Raunistulan koulun hankeselvityksen tarkoituksena on peruskorjata nykyisen Raunistulan koulun ns. uudempi osa sekä rakentaa ilmanvaihtojärjestelmä ns. koulun vanhaan osaan, että tehdä sisäilmatutkimuksen mukaiset rakenteelliset korjaukset.

Hankeselvitys kohteesta perustuu Sireta Group Oy:n kohteesta laatimiin sisäilma- ja rakennetutkimuksiin sekä käyttäjiltä saatuihin tarpeisiin että LVISA-asiantuntijoidemme lausuntoihin sekä Sweco talotekniikka Oy:n selvitykseen.

Peruskorjauksen ajaksi mahdollisesti tarvittavat väistötilat selviävät siinä vaiheessa kun tiedetään millaisissa osissa ja ajankohtina peruskorjaukset tehdään. Korjaukset jakautuvat useammalle vuodelle.

Tässä hankeselvityksessä määritellään hankkeen nopein mahdollinen suunnittelu- ja toteutusajankäyttö sekä kesto. Lopullinen aikataulu määräytyy myöhemmin päätettävän korjausajankäytön perusteella (vuodet 2022 – 2023, mahdollisesti 2024).

## 2 HANKKEEN SUUNNITTELULLE ASETETTAVAT TAVOITTEET JA MITOITUS

Nykyisten tilojen peruskorjaus vastaa Raunistulan koulun nykyisen toiminnan tilatarpeisiin pitkäaikaisen ja tarkoituksenmukaisen ratkaisun.

Varsinkin sisäilman laatuun suoritettavat korjaustoimenpiteet ja vanhaan osaan ilmastoinnin rakentaminen parantavat sisäilman laatua huomattavasti.

Mm ergonomia, ekologisuus, esteettömyys (sikäli kuin se on mahdollista), esteettisyys, akustiikka ja valaistus ovat asioita, joihin kiinnitetään suunnittelutavoitteiden laadinnassa erityistä huomiota. Myös digitaalisiin ja tietoteknisiin valmiuksiin tulee kiinnittää erityistä huomiota (myös ruokalaitilan, käytetään tulevaisuudessa myös opetustilana). Tilojen tulee olla sopivia nykyisen opetussuunnitelman kanssa.

Koulussa opiskelee lukuvuonna 2020 – 2021 325 oppilasta.

### **Esitetyt toiminnalliset muutokset:**

- ruokailutilan laajennus, jota ei kuitenkaan peruskorjauksen yhteydessä ole tarkoitukseen toteuttaa.

### **Esitetyt tekniset parannukset/uudistukset:**

Pääsääntönä on että kaikkien tilojen pinnat uusitaan lukuun ottamatta iltapäiväkerhon tiloja, joihin on tehty peruskorjaus kesällä 2017.

Talotekniikan osalta sähköt, vesi- ja lämpöjohdot sekä viemäriverkosto uusitaan lähes kokonaan. Lisäksi uusitaan rakennuksen ulkopuoliset samassa kaivannosa olevat rasvanerotuskaivo, perusvesikaivo, viemäri- ja sadeveden tarkastuskaivot.

Lämmityspatterit uusitaan. IV-kone ja kanavistot tulee uusittavaksi. Iltapäiväkerhon tiloihin asennettiin vuoden 2017 korjauksen yhteydessä tilakohtainen IV-kone. Peruskorjauksen yhteydessä tulee harkita myös tämän tilan liittämistä keskitettyyn järjestelmään.

Pohjakerroksessa lattiapäällysteeksi on valittava kosteusrasitetta kestävä ja vesihöyryä läpäisevä materiaali, kuten esim. keraaminen laatta.

Liikuntasalin kohdalla oleva harjakatto (alkuperäinen tiilikatto) tulee uusittavaksi siinä vaiheessa, kun rakennusta palveleva IV-kone uusitaan. Nykyisen IV-koneen purkaminen ei onnistu kuin vesikaton kautta samoin kun uuden koneen asennus.

Muutostöiden yhteydessä IV-konehuonetta joudutaan myös laajentamaan.

Erillisiä suunnittelu kohteita

- Ilmanvaihto uusitaan ns. uudella osalla keskitetyllä järjestelmällä ja ns. vanhalla osalla keskitetyllä tai tilakohtaisilla koneilla
- Käyttövesiverkosto uusitaan
- Jätevesiviemärit sukitetaan/uusitaan, selvitetään suunnittelun yhteydessä
- Vesi- ja viemärikalusteet uusitaan
- Lämmönjakojärjestelmä uusitaan
- Lämmityspatterit uusitaan
- LTO asennetaan keskitettyyn järjestelmään
- Keittiön rasvanerotuskaivo uusitaan keittiön peruskorjauksen yhteydessä
- Sähkö- ja teleliittymät pysyvät ennallaan
- Sähkökeskukset uusitaan
- Pääkaapelireitit uusitaan
- KV-jakelujärjestelmät uusitaan
- sähkönmittausjärjestelmä uusitaan
- Kaapelihyllyt- ja johtokanavajärjestelmät uusitaan
- yleisvalaistus uusitaan
- turvavalistusjärjestelmä uusitaan
- äänentoisto uusitaan / parannetaan
- AV uusitaan tarpeellisilta osiltaan
- videovalvonta päivitetään / lisätään
- paloilmoin uusitaan
- tietoverkkojärjestelmät uusitaan
- Sääto- ja valvontajärjestelmät uusitaan

### **TUTKIMUSRAPORTTI**

#### **SISÄILMA- JA RAKENNETUTKIMUKSET**

VSS-tilojen maanvastaisten seinien sekä pohjakerroksen sisäpihan puoleisten maanpaine-elementtien lämmöneristeinä on mineraalivillaa. VSS-tiloissa lämmöneristeessä on paikallisia ja pohjakerroksessa laaja-alaisia kosteus- ja mikrobivaurioita.

Sisäilman laadun kannalta merkittävämmät ongelmat ovat pohjakerroksen maanvastaisten seinien lämmöneristeiden laaja-alaiset kosteus- ja mikrobivauriot, joista todettiin merkittäviä ilmavuotoreittejä pukuhuonetiloihin.

Peruskorjauksen yhteydessä maanpaine-elementtien kosteus- ja mikrobivaurioituneet mineraalivillaiset lämmöneristeet tulee poistaa ja korvata uudella kosteutta kestäväällä lämmöneristeellä.

Maanpinnan yläpuolisena seinärakenteena on betoni-sandwich elementit, joissa esiintyy enintään yksittäisiä paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita.

Ulkoilma vastaisista seinistä todettiin merkittäviä ilmavuotoreittejä sisäilmaan.

Alapohjarakenteena on EPS-eristeiset maanvastaiset laatat, joissa todettiin erityisesti pukuhuonetoiloissa rakennuksen sisäpuolisesta kosteusrasituksesta aiheutuneita kosteus- ja lattiapäällystevaurioita.

Korjaustöiden yhteydessä kosteusvaurioituneet eristeet tulee uusia.

Liikuntasalissa näyttämösyvennyksen ulkoseinän kohdalla sisäpuolisena lämmöneristeinä on käytetty mineraalivilla. Rakenne luokitellaan riskirakenteeksi ja peruskorjauksen yhteydessä rakenneratkaisu on suunniteltava uudelleen.

Rakennuksen ikkunat ovat huonokuntoiset ja ne tulisi peruskorjauksen yhteydessä uusia. Uusinnan yhteydessä ikkunat saadaan myös hyvin tiivistettyä seinärakenteeseen ilmavuotojen vähentämiseksi.

Korjaustöiden yhteydessä on erityistä huomiota kiinnitettävä rakenteiden tiivyyteen.

Rakennuksen alla kulkee mm. putkitunneli, josta on merkittäviä ilmavuotoja sisätiloihin.

- Toiminnallisena muutoksena voidaan myös pitää teräsrakenteisen sisääntulokatoksen korjausta, joka käsittää luonnon valon saamisen katoksen alle
- Peruskorjauksen yhteydessä tulee korjattavaksi myös sokkelin ulkopuolinen rakenne ja salaojat.
- Paikoitellen sokkelirakenteessa on rapautumia, jotka on korjattava. Sokkelielementtien saumat on korjausten yhteydessä myös uusittava.
- Maanpinnan muotoilua on myös paikoitellen korjattava niin, että sade- ja sulamisvedet ohjautuvat rakennuksesta pois päin.
- Väestönsuojaan ja liikuntasaliin johtavat portaat ovat rapautuneet, ja ne pitää korjaustöiden yhteydessä uusia. Sadevesikaivot näillä kohdilla on myös uusittava.
- Pääoven puolella rakennusta, sadekatoksen kohdalla on kellarikerroksen ikkunoiden (ikkunat kellarikerroksen puku- ja pesutilojen käytävän kohdalla) edessä syvennys, joka varmasti kerää sade- ja sulamisvesiä. Korjaustöiden yhteydessä ikkunat ja syvennys on poistettava.

#### **Aikaisemmin tehdyt korjaukset:**

- Iltapäiväkerhon tilat 2017
- Ns. vanhan puolen luokkien ja käytävtilojen peruskorjaus 2018 - 2019
- Ns. uuden osan tasakaton korjaus 2020.

### **3 YLEISET SUUNNITTELUPERUSTEET**

#### **Raunistulan koulu toiminnan kuvaus ja perusteet suunnittelulle**

Oppilaiden integrointi, eriyttäminen, ryhmittäminen, erityisopetus ja lisääntyvä määrä oppilaita erityistarpeineen vaikuttavat kaikki omilta osin tilatarpeeseen. Perusryhmien määrä ei ratkaise luokka/ryhmätilojen määrää.

Koululla ei ole tällä hetkellä riittävästi opetustiloja eriyttämiseen ja pienryhmätunneille (esim. S2 ja pienryhmäuskonnot). Koulun kehittämisen ja opetuksen asianmukaisen järjestämisen näkökulmasta tilat ovat tällä hetkellä riittämättömät. Koulussa toimiville kolmannen sektorin opetusta ja kasvatusta tukeville toimijoille ei löydy koulupäivien aikana työskentelytiloja.

Koulun oppilasalueelle rakennetaan jatkuvasti lisää asuntoja, joten oppilasmäärissä ei ole lähivuosien aikana ole vähenemässä.

Uuden oppimisympäristön muodostavat pedagogisesti monipuolisen ja joustavan kokonaisuuden. Eri oppiaineissa on omat erityistarpeensa. Oppimisympäristöjen tulee tarjota mahdollisuuksia luoviin ratkaisuihin.

Uuden opetussuunnitelman mukaan eri oppiaineissa, esim. käsityön opetuksessa, lähtökohtana on erilaisten laaja-alaisten teemojen kokonaisvaltainen tarkastelu oppiainerajat luontevasti ylittäen. Nämä vuorostaan asettaa omat vaatimuksensa fyysisiä tiloja ajatellen joka tulee huomioida suunnittelussa.

Käsityön opettaminen opetussuunnitelman mukaan edellyttäisi pehmeiden ja kovien materiaalien opettamiseen tarkoitettujen tilojen fyysistä läheisyyttä. Tulevaisuudessa käsityöluokkien käyttöaste tulee nousemaan, kun Kähärin koulu yhdistetään hallinnollisesti Raunistulan kouluun. Tällöin molempien yksiköiden käsityön tunnit pidetään Oikotien koulutalossa, koska Kähärin koulussa ei ole käsityön opettamiseen soveltuvia tiloja. Tällä hetkellä ns. TS-luokkaa joudutaan käyttämään 3A-luokan ”kotiluokkana”. Väistötilojen saaminen ko. opetusryhmälle käsityön oppituntien ajaksi on välttämättömyys.

Musiikin opettamiselle ns. vanhalla puolella ei ole asianmukaisia tiloja. Luokissa ei ole riittävää äänieristystä eikä soittimille soveltuvia säilytystiloja. Ylipäättään opetusvälinevarastoja on koulussa liian vähän.

### **Esiopetus ja iltapäivätoiminta toiminnan kuvaus ja perusteet suunnittelulle**

Aamu- ja iltapäivätoiminnalla käytössä oleva tila on liian pieni ja toimimaton (esim. nau-lakkojärjestelyt). Remontin yhteydessä vuonna 2017 rappukäytävään ei tehty muutoksia ja nyt se on osoittautunut lämpötilan ja ilmanvaihdon suhteen toimimattomaksi. Rappukäytävän valaistus on riittämätön ja sieltä puuttuvat akustiikkalevyt kokonaan. Ulko-oven edessä oleva pieni katos ei ole toiminnan kannalta riittävä.

Esiopetuksella tällä hetkellä käytössä olevat tilat tulee olla aidosti muokattavissa käytötarkoituksen ja tarpeen mukaan, jotta ne tarvittaessa voivat toimia perusopetuksen luokkatiloina.

### **Ruokailu toiminnan kuvaus ja perusteet suunnittelulle**

Ruokasali on koulun nykyiselle oppilasmäärälle liian pieni. Ruokailua on jouduttu porrastamaan osin keinotekoisestikin, jotta kaikkien luokkien ruokailuvuorot saadaan mahdutettua klo 10.15–12.15 väliselle ajalle. Ruokasalissa kerralla olevasta suuresta oppilasmäärästä johtuen tilassa on jatkuva meluhaitta, joka estää opetussuunnitelman mukaisen viihtyisän ja virkistävän kouluruokailun.

Linjaston järkevä sijoittaminen ja astioiden palauttaminen pienessä tilassa on vaikeaa. Lisäksi ruokapalvelusta vastaavan tahon kylmälaitteiden sijoittaminen ruokasalin puolelle vie tilaa ja aiheuttaa omalta osaltaan meluhaittaa.

Ruokasali pitää olla käytävissä monitoimitilana ruokailun ulkopuolisena aikana. Tämä tulee huomioida tilan akustiikkaratkaisuihin. Lisäksi liikuntasalin äänet kuuluvat ruokasalin puolelle häiritsevästi eli myös väliseinien äänierityiseen on välttämätön.

### **Yleistä**

#### **Kestävän kehityksen tavoitteet**

Rakennuksen peruskorjaus suunnitellaan kestävän kehityksen periaattein ympäristö- ja elinkaarinäkökohdat huomioon ottaen. Rakennuksen tavoiteikä on rungon ja sokkelien osalta yli 50 vuotta, julkisivujen osalta 40 vuotta, syksyllä 2020 valmistuvan vesikatkon (tasakatto osuus) osalta käyttöikä on 50 vuotta. Sisäpintojen osalta käyttöikä 25

vuotta sekä märkätilojen osalta 20 vuotta. LVIA-laitteiden elinkaaritavoite on vähintään 15 vuotta ja rakennusautomaatiolaitteiden 15 vuotta.

Energjatavoitteet määritellään erillisessä IV-selvitys toimeksiannossa.

### **Rakenustekniset ja arkkitehtoniset vaatimukset**

Erityistä huomiota on kiinnitettävä rakennukseen teetetyn sisäilmatutkimuksessa todettujen puutteiden korjaamiseen, terveellisten tilojen aikaansaamiseksi.

Kohde tulee suunnitella rakentamiseen liittyvät normit täyttäväksi, mutta sen ylittävää laatua ei tavoitella. Suunnittelussa kiinnitetään erityisesti huomiota terveisiin rakenteisiin rakennusmääräyskokoelman mukaisesti.

Peruskorjauksessa tulee ottaa huomioon esteettömyys rakekennusmääräyskokoelman kohdan 'esteettömyys' mukaisesti sekä erillisen rakennusvalvonnan esteettömyysohjeen mukaisesti (Kuparinen).

Esteettömyyttä ei kuitenkaan saada rakennuksessa huomioitua kaikkien tilojen osalta.

1.1.2018 astui voimaan Ympäristöministeriön asetus rakennusten ääniympäristöstä. Tullevien tilojen akustiikan tulee täyttää ko. asetuksen vaatimukset. Kohteen suunnittelu-ryhmään tulee kuulua myös akustiikkasuunnittelija.

Rakennus suunnitellaan ja toteutetaan Sisäilmaluokitus S2 ja Kuivaketju 10-toimintamalliin pohjautuvan kosteudenhallintamallin mukaan. Hankkeessa toimii erillinen kosteudenhallintakoordinaattori.

Rakennustöiden puhtausluokka on P1 ja materiaali- ja komponenttivaatimus pääosin luokkaa M1.

### **LVIA-tekniiset vaatimukset**

#### **LVI-vaatimukset suunnittelulle**

LVIA-suunnittelun tavoitteena tulee olla rakentamis- ja ylläpitokustannuksiltaan edullinen, käyttäjää tyydyttävä ja teknistaloudellisesti hyvä kokonaisratkaisu, jossa on huomioitu kestävän kehityksen periaatteet mm. joustavuuden, muunneltavuuden ja kokonaistalouden kannalta. Suunnittelun lopputuloksena tulee olla laitos, joka 50 vuoden elinkaaritarkastelussa osoittautuu kokonaistaloudeltaan edullisimmaksi. Suunnitteluratkaisujen tulee olla sellaisia, jotka takaavat käyttäjälle puhtaan ja terveellisen sisäilmaston kaikissa käyttötilanteissa.

Tavoitteen saavuttaminen edellyttää kosteuden hallintaa, puhtaiden materiaalien käyttöä, puhdasta rakentamista yleensä ja etenkin ilmanvaihtolaitoksen osalta sekä riittävästi, erilaisiin käyttötilanteisiin mukautuvaa ilmanvaihtoa.

Opetustilojen henkilömitoitus mitoitetaan Sisäilmastoluokitus S2 mukaisesti.

Lämmityksen sisäilmastoluokka on S2. Tilat lämmitetään yleensä vesikiertoisella patterilämmitysjärjestelmällä.

Rakennus suunnitellaan terveelliseksi ja viihtyisäksi sisäilmaluokitus huomioon ottaen. Rakennuksen sisäilmaluokka on S2.

Ilmanvaihtojärjestelmät (sekä ns. vanha, että uusi osa rakennuksesta) suunnitellaan, asennetaan ja käyttöön otetaan puhtausluokan P1 mukaisesti.

#### **Sähkövaatimukset suunnittelulle;**

Sähkö- ja teletekniikka uusitaan saneerauksen yhteydessä korjattavalta osalta. Teknisen työn valaistus on uusittu v. 2017 - huomioidaan suunnittelussa.

Sähkökeskukset uusitaan ja liitetään vanhan puolen uusittuun pääkeskukseen.

Saneerattavat tilat varustetaan yleiskaapeloinnin pisteillä, paloilmottimilla, poistumistie- ja turvavalaisimilla, aikakelloilla ja kuulutusjärjestelmän kaiuttimilla. Järjestelmät liitetään vanhan puolen ko.järjestelmien keskusyksiköihin. Luokkatilat, ruokasali ja muut soveltavat tilat varustetaan av-järjestelmällä. Liikuntasalin näyttämötekniikka on uusittu v.2017. Tarvittaessa järjestelmää muutetaan ja laajennetaan.

#### **Rakennusautomaatio vaatimukset suunnittelulle;**

Uudet TATE-järjestelmät liitetään nykyiseen kaupungin kiinteistövalvomoon ja järjestelmän tulee olla täysin yhteensopiva kaupungin nykyisen keskusvalvomon kanssa.

Rakennusautomaation suunnittelussa ja toteutuksessa on huomioitava kaupungin suunnitteluohjeistukset (rakennusautomaatiotyöselitys, laitetunnusjärjestelmä, Grandlund Manager ohjeet).

#### **Tilalaitteet**

Rakennukseen tulee seuraavat tilalaittejärjestelmät:

- teknisen työn purunpoisto (nykyisen laitteiston riittävyys pitää tarkastaa)

#### **Käyttäjän toiminnan tarvitsemat laitteet**

Rakennuksen käyttäjien toimintaansa varten tarvitsemia järjestelmiä ovat:

- koulun AV-laitteisto
- teknisen työn koneet

## **4 RAKENNUSPAIKKA**

Peruskorjauksen alainen Raunistulan koulu sijaitsee Raunistulan kaupunginosassa osoitteessa Oikotie 1, 20300 Turku. Nykyinen koulualue kokonaisuudessaan muodostaa kiinteistön, joka on Turun kaupungin omistuksessa.

Rakennuspaikka on Y/Rj44 merkinnällä varustettua korttelialuetta eli rakennusten korttelialue. Peruskorjaus ei vaadi kaavamuutosta.

## **5 HANKKEEN TOTEUTUS, AIKATAULU JA VÄISTÖTILAT**

#### **Toteutus**

Raunistulan koulun peruskorjaus on tarkoitus rahoittaa kaupungin oman investointiohjelman kautta.

Raunistulan koulun peruskorjauksen rakentaminen kilpailutetaan useampana erillisenä ja eri vuosina toteutettavina hankkeina. Toteutusmuoto tulee päätettäväksi kriteerien hyväksyttämisen yhteydessä.

Suunnittelun hankinta toteutetaan rakentamisesta erikseen.

#### **Aikataulu**

Hankkeen suunnittelijat kilpailutetaan syksyllä 2021.

Alustava arvio korjausten aikataulusta;

Vuosi 2022;

-Vanhan puolen IV-konehuone (talvi 2022) sekä kanavistot (kesä 2022).

uudessa osassa juhlasali ja sen yhteydessä olevat wc- ja pesutilat (hutikuu 2022 – syyskuu 2022).

-Tarvittaessa pohjaviemäreiden uusiminen edellisen yhteydessä.

-Uuden puolen IV-konehuoneen laajennus ja uuden IV-koneen asennus (nostetaan katon kautta, jolloin **juhlasalin tiilikate uusitaan**), teknisen työ tilat ja kaksi luokkatilaa ja käyttävät.



Vuosi 2023:

Keittiön ja ruokailutilan korjaus, vaatii sen että ruokailu hoidetaan muualla, esim. korjatussa juhlasalissa ja ruoka tuodaan korjausten aikana muualta.

Kuuluu myös ruokalan aulatila ja sen yhteydessä olevat wc-tilat (nämä korjataan koulun kesäloman aikana 2023).

Korjausaika ehkä toukokuu 2023 – syyskuu 2023 (saattaa vähän lyhempikin aika riittää).

### **Väistötilat**

Väistötiloja, tai muita erikois järjestelyjä, tarvitaan mahdollisesti keittiön ja ruokailutilojen korjausten yhteydessä.

## **6 VAIKUTUSTEN JA RISKIEN ARVIOINTI**

Hallitulla ja hyvin toteutetulla suunnittelulla ja toteutuksella kohteesta saadaan terveellinen ja turvallinen.

Korjaustyöt haittaavat koulun toimintaa usean vuoden ajan sillä pääsääntöisesti korjaustoimenpiteitä suoritetaan kesällä (korjaus toimet ajoittuvat touko – syyskuun väliselle ajalle).

## **7 KUSTANNUSTAVOITTEET JA VUOKRAVAIKUTUKSET**

**Hinnat** (alv 0%) laskettuna Haahtelaindeksillä 97,0 / 1.2020

- Kokonaiskustannusarvio 4 438 000,00 €
- Vuoden 2022 osuus kustannuksista 3 715 000,00 €
- Vuoden 2023 osuus kustannuksista 723 000,00 €

### **Sisäinen vuokra**

Peruskorjaushanke aiheuttaa käyttäjille vuokravaikutuksia.

Alustavat vuokra-arviot ovat noin:

Sivistystoimiala, 3795,5 m<sup>2</sup>

Vuokra 17,72 €/m<sup>2</sup>/kk  
67 244,82 €/kk  
806 938 €/v

Keittiö 72 m<sup>2</sup>

Vuokra 17,72 €/m<sup>2</sup>/kk  
1 275,62 €/kk  
15 307 €/v

Sisäisen vuokran laskelmat on esitetty liitteessä 1.

Sisäisen vuokran lisäksi toimialan maksettavaksi tulevat kustannukset sähköstä, vedestä ja jätevedestä.

Hyväksymällä hankesuunnitelman palvelualue sitoutuu esitettyyn vuokraan.

### **Irtokalustehankinnat**

Irtokalusteet ovat käyttäjän hankinta. Hankintatarpeet täsmentyvät suunnittelun edetessä.

Tässä laskelmassa on esitetty Raunistulan koulun peruskorjauksen jälkeinen vuokrataso.

SITO	3795,5 m <sup>2</sup>
Pääomavuokra	13,03 €/m <sup>2</sup> /kk
Maanvuokra	1,16 €/m <sup>2</sup> /kk
Siivous	1,20 €/m <sup>2</sup> /kk
Hoitovuokra	2,00 €/m <sup>2</sup> /kk
Hallinnointipalkkio	0,33 €/m <sup>2</sup> /kk
<hr/>	
Vuokra	17,72 €/m <sup>2</sup> /kk
	67 244,82 €/kk
	806 938 €/v

Keittiö	72 m <sup>2</sup>
Pääomavuokra	13,03 €/m <sup>2</sup> /kk
Maanvuokra	1,16 €/m <sup>2</sup> /kk
Siivous	1,20 €/m <sup>2</sup> /kk
Hoitovuokra	2,00 €/m <sup>2</sup> /kk
Hallinnointipalkkio	0,33 €/m <sup>2</sup> /kk
<hr/>	
Vuokra	17,72 €/m <sup>2</sup> /kk
	1 275,62 €/kk
	15 307 €/v

Hyvinvointitoimialan tilat (53,5 m<sup>2</sup>) on peruskorjattu vuonna 2019, joten niiden vuokraan ei peruskorjaushankkeella ole vuokravaikutusta.

Hoitovuokra sisältää kohteen lämmityksen, käytön ja huollon, ulkoalueiden huollon ja jätehuollon. Hoitovuokran ja siivouskorvauksen taso on arvioitu verrokkikohteiden kautta. Lopullinen perittävä hoitovuokra ja siivouskorvaus määräytyvät kohteen käyttöönottovaiheessa solmittaviin palvelusopimukseen perustuen. Sisäisen vuokran lisäksi toimialan maksettaviksi tulevat kustannukset vedestä, jätevedestä ja sähköstä.



# Tutkimusraportti

Sisäilma- ja rakennetutkimukset

## Raunistulan koulu, uusi osa

Oikotie 1 – 3  
20300 TURKU



## Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	3
1 Yleistiedot .....	5
2 Tutkimuskohteen yleiskuvaus .....	6
2.1 Perustiedot .....	6
2.2 Aiemmat tutkimukset ja korjaukset .....	7
2.3 Käytössä olleet asiakirjat/ lähtötietoaineisto .....	8
3 Tutkimusmenetelmät .....	9
3.1 Rakennetutkimukset.....	9
3.1.1 Rakenneavaukset.....	9
3.1.2 Kosteusmittaukset.....	9
3.1.3 Ilmavuototutkimukset .....	10
3.1.4 Mikrobit materiaaleista .....	10
3.2 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset .....	11
3.2.1 Painesuhteet.....	11
3.2.2 Ilmamäärämittaukset .....	12
3.2.3 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja teolliset mineraalikuidut .....	12
4 Tutkimukset .....	14
4.1 Rakennuksen ulkopuoliset havainnot .....	14
4.2 Pintakosteuskartoitus.....	16
4.3 Rakennetutkimukset.....	17
4.3.1 Alapohjat .....	17
4.3.2 Ulkoseinät ja ikkunat .....	21
4.3.3 Väliseinät .....	28
4.3.4 Välipohjat.....	28
4.3.5 Yläpohjat.....	30
4.3.6 Portaikot, alustila, kuilut ja kanaalit .....	32
4.4 Sisäilmatutkimukset .....	34
4.4.1 Painesuhteet.....	34

4.4.2 Teolliset mineraalikuidut .....	36
4.5 LVI-järjestelmän tutkimukset .....	38
4.5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja teollisen mineraalikuidut.....	38
4.5.2 Ilmamäärämittaukset .....	44
4.5.3 Salaojituksen tarkastus.....	45
4.6 Muut havainnot .....	47
5 Altistumisolosuhteiden arviointi .....	49
5.1 Altistumisriski mikrobiepäpuhtauksille .....	50
5.2 Altistumisriski teollisille mineraalikuiduille .....	51
6 Johtopäätökset .....	53
7 Toimenpidesuositukset .....	55

## Tiivistelmä

Raunistulan koulun vuonna 1980 valmistuneeseen osaan on suunnitteilla peruskorjaus. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennetutkimuksin olemassa olevat rakenteet ja niiden kunto peruskorjauksen hankesuunnittelun lähtötiedoiksi.

Tutkittavaan rakennukseen tehtiin rakenneavauksia ja tarkastusreikiä n. 60 kpl, joiden yhteydessä otettiin 40 kpl materiaalinäytteitä mikrobiutkimuksiin. Rakenneavausten paikat määräytyivät kosteuskartoituksen sekä tutkimussuunnitelmassa esitetyn riskikartoituksen perusteella. Tämän lisäksi selvitettiin rakennuksen painesuhteita ja ilmavuotoreittejä todetuilta vaurioalueilta sisäilmaan sekä ilmanvaihdon toimintaa. Rakennuksen teollisten mineraalikuitujen lähteitä selvitettiin aistinvaraisin tarkastuksin ja geeliteippinäyttein huonepinnoilta sekä tuloilmajärjestelmästä. Sisäilman olosuhdemittauksia ei tehty, koska tutkimusten aikana käyttäjät eivät olleet paikalla rakennuksessa.

Tutkimuksen perusteella olemassa olevat rakenteet vastasivat hyvin suunnitelmia. VSS-tilojen maanvastaisten seinien sekä pohjakerroksen sisäpuolelta puoleisten maanpaine-elementtien lämmöneristeinä on mineraalivillaa. VSS-tiloissa lämmöneristeissä on materiaalinäytteiden perusteella ainakin paikallisia ja pohjakerroksessa laaja-alaisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Maanpinnan yläpuolisena seinärakenteena on betoni-sandwich-elementit, joissa esiintyy materiaalinäytteiden perusteella enintään yksittäisiä paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Alkuperäiset ikkunat ovat huonokuntoiset. Alapohjarakenteena on EPS-eristeiset maanvastaiset laatat, joissa todettiin erityisesti pukuhuonetiloihin rakennuksen sisäpuolisesta kosteusrasituksesta aiheutuneita kosteus- ja lattiapäällystevauriota. Liikuntasalin alapohjassa betonilaatan päällä ja näyttämösyvennyksen ulkoseinän sisäpuolisena lämmöneristeinä on mineraalivillaa. Teknisen riskinarvion perusteella rakenteet ovat vaurioherkkiä, mutta materiaalinäytteiden perusteella näissä ei todettu systemaattisia mikrobivaurioita. Väli- ja yläpohjarakenteet ovat betonilaatastoja (ontelo- ja TT-laatta) eikä niissä ole vaurioituvia materiaaleja (tasakattoisen rakennuksen yläpohja ei kuulunut tutkimusalueeseen tutkimusten aikoihin käynnistytväksi suunnitellun remontin vuoksi).

Sisäilman laadun kannalta merkittävimmät ongelmat ovat pohjakerroksen maanvastaisten seinien lämmöneristeiden laaja-alaiset kosteus- ja mikrobivauriot, joista todettiin merkittäviä ilmavuotoreittejä pukuhuonetiloihin. Pukuhuone- ja sosiaalitiloissa on myös lähinnä suihkuesistä aiheutuneita kosteus- ja lattiapäällystevaurioita. Tilat ovat paine-eroseurantojen perusteella jatkuvasti lievästi alipaineiset ulkoilmaan. Myös ulkoilmanvastaisista seinistä todettiin merkittäviä ilmavuotoreittejä sisäilmaan, mutta ilmamäärämittauksin ja paine-eroseurannoin todetun ilmanvaihdon hyvän tasapainon vuoksi vuotoilmamäärät ovat vähäisiä. Tulosten perusteella arvioitiin, että tavanomaisesta poikkeava altistuminen mikrobi epäpuhtauksille on erittäin todennäköistä pohjakerroksen pukuhuone- ja sosiaalitiloissa sekä mahdollista muussa rakennuksessa. Maanvastaisissa seinissä suositeltavin korjausvaihtoehto peruskorjauksen yhteydessä on vaurioituneiden materiaalien poisto ja korvaaminen uusilla. Ilmavuotojen estäminen tiivistyskorjauksin on mahdollista, mutta vaikeaa, koska elementtisaumat sijaitsevat pääosin ahtaassa välissä pilarien ja palkkien takana. Peruskorjauksen yhteydessä on suositeltavaa uusita myös ikkunat.

Koko rakennuksessa sisäilman laatuun vaikuttavat myös sekä ilmanvaihtojärjestelmässä että rakennuksen sisäpinnoilla havaitut merkittävät teollisten mineraalikuitujen lähteet. Huonepinnoille kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä otetuista 11 näytteestä Asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyi seitsemässä. Lisäksi tuloilmakanavasta määritettiin suuria kuitupitoisuuksia. Tulosten perusteella arvioidaan tavanomaisesta poikkeavan altistumisen teollisille mineraalikuiduille olevan erittäin todennäköistä koko rakennuksessa. Ilmanvaihtojärjestelmän kokonaisvaltaista uusimista energiatalouden ja sisäilman laadun parantamiseksi peruskorjauksen yhteydessä tulee harkita. Vähintään nykyisen järjestelmän kuitulähteet tulee kartoittaa ja poistaa peruskorjauksen yhteydessä. Myös sisätilojen vanhat akustiikkalevyt on suositeltavaa uusia.

Yhteenveto tutkimusten perusteella suositelluista toimenpiteistä on esitetty raportin lopussa.

## 1 Yleistiedot

**Tutkimuskohde:**

Raunistulan koulu, uusi osa  
Oikotie 1 – 3, 20300 TURKU

Rakennusvuosi: 1980  
Kerrosala: 1 510 m<sup>2</sup>  
Tilavuus: 7 500 m<sup>3</sup>

**Tilaaaja:**

Johanna Kaipia, sisäilma-asiantuntija  
p. 040 489 4574, [johanna.kaipia@turku.fi](mailto:johanna.kaipia@turku.fi)

Turun kaupunki  
Tilapalvelukeskus  
Linnankatu 90 E, 2. krs

**Tutkimusten vastuhenkilö:**

Vesa Koskinen, vanhempi asiantuntija, FM  
rakennusterveysasiantuntija C-21529-26-15

Sirate Group Oy  
Kutterintie 5, 20900 TURKU  
[vesa.koskinen@sirate.fi](mailto:vesa.koskinen@sirate.fi), p. 040 648 2244

**Tutkimushenkilöt**

Vesa Koskinen, Suvi Kajanen, Sirate Group Oy

**Laboratoriot:**

Turun yliopisto, Aerobiologian yksikkö (mikrobit, teolliset mineraalikuidut)

**Tutkimuksen lähtökohta ja tavoite:**

Raunistulan koulun vuonna 1980 valmistuneeseen osaan on suunnitteilla peruskorjaus. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennetutkimuksin olemassa olevat rakenteet ja niiden kunto peruskorjauksen hankesuunnittelun lähtötiedoiksi.

**Tutkimusajankohta:**

27.5. – 22.6.2020

- Arviointikäynti 27.5.2020
- Pintakosteuskartoitus 8.6.2020
- Viilto- ja rakennekosteusmittaukset 10. – 15.6.2020
- Rakenne- ja ilmapuototutkimukset, materiaalinäytteet 8. – 15.6.2020
- Paine-eroseurannat, teolliset mineraalikuidut 14 vrk laskeuma 8. – 22.6.2020
- IV-järjestelmän tarkastus, tuloilmakanaviston kuitunäytteet 22.6.2020



## 2 Tutkimuskohteen yleiskuvaus

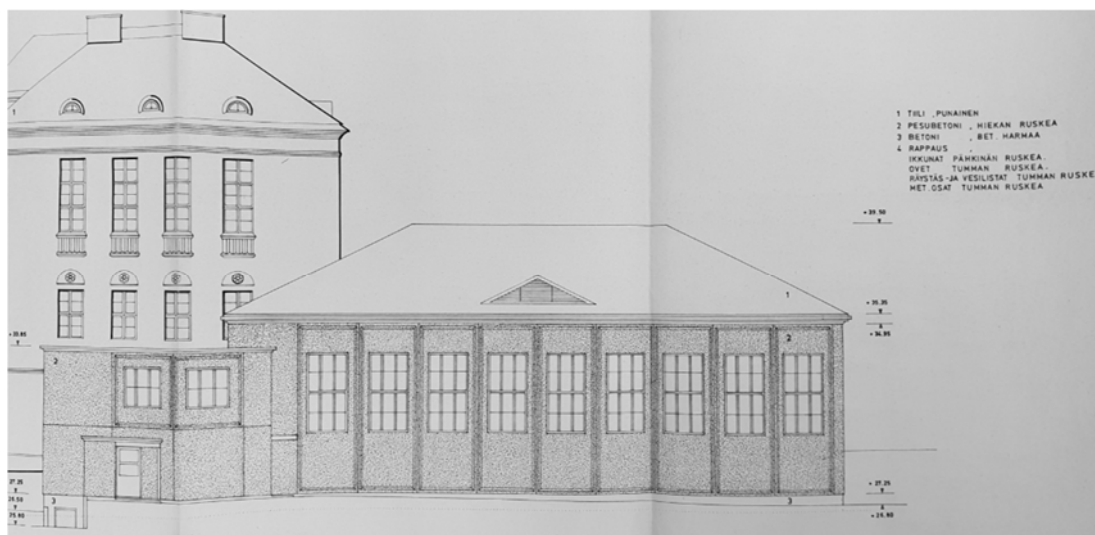
### 2.1 Perustiedot

Rakennusvuosi: 1980 (uusi osa)

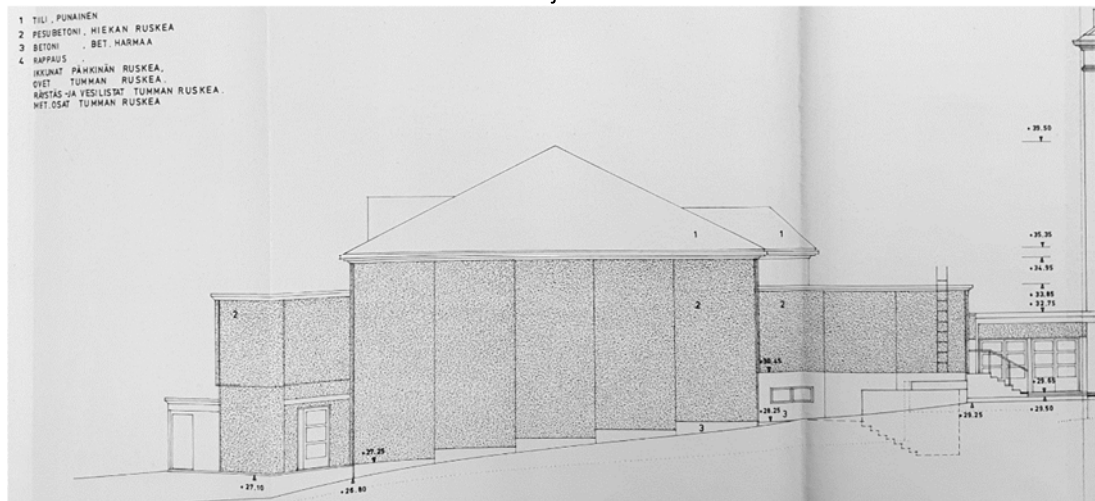
Kerrosala: 1 510 m<sup>2</sup>

Tilavuus: 7 500 m<sup>3</sup>

Tutkimuskohteena oli alakouluna toimivan Raunistulan koulun vuonna 1980 valmistunut ns. uusi osa. Itään laskevaan kalliorinteeseen betonimuurein ja -anturoin perustetussa koulussa on kaksi kerrosta, joista alempi on osittain maanpinnan alapuolella (kuvat 2.1 ja 2.2). Lisäksi itäpäädyssä on erillisessä kellarikerroksessa VSS-tilat. Liikuntasalin nostettavan näyttämön koneiston syvennys on samassa tasossa. Tarkemmat rakennekuvaukset on esitetty kappaleessa 4.3.



**Kuva 2.1.** Vuonna 1980 valmistuneen uuden osan julkisivu itään.



**Kuva 2.2.** Kalliorinteeseen perustetun rakennuksen julkisivu pohjoiseen.

## 2.2 Aiemmat tutkimukset ja korjaukset

Vuonna 2017 on entinen talonmiehen asunto (tilat 115 - 121) muutettu iltapäiväkerhon tilaksi 109. Tilanumeroinnissa käytetään liitteen 1 numerointia, joka poikkeaa yksittäisten tilojen osalta mm. huoneiden ovissa olevista numeroinneista. Rakennusselityksen (Vahtera Arkkitehdit) mukaan vanhat lattiapäällysteet poistettiin, lattia hiottiin ja puhdistettiin, uudeksi lattiapäällysteeksi asennettiin muovimatto (Tarket iQ Optima), alakatto ja valaisimet uusittiin, ja rakennettiin uusi poistumistie ja ulkoporras. Kevytrakenteiset väliseinät purettiin pääosin ja ulkoseinien sisäpinnat tasoitettiin ja maalattiin, WC-tilat vesieristettiin ja tilaan asennettiin uusi tilakohtainen ilmanvaihtokone.

Syyskuussa 2018 pyykinpesukoneesta on vuotanut vettä lattialle siivouskomerossa P04, jonka lattiakaivo on mahdollisesti ollut tukkeutunut. A-Kiinteistöcontrol Oy:n tarkastusraportin mukaan vettä on päässyt kynnyksen yli myös viereiselle käytävälle ja edelleen ruokasaliin. Tehdyssä pintakosteuskartoituksessa siivouskomeron lattiasa havaittiin hieman kohonneita arvoja kairon ympäriltä, käytävän molemmilta puolilta väliseinien alimmasta tiilirivistä. Alimmassa tiilirivissä havaittiin koholla olevaa kosteutta myös ruokasalin puolelta seinää. Toimenpiteiksi suositeltiin komeron lattiapäällysteen uusimista, lattiarakenteen tarkastusta (eristetila) sekä tarvittaessa kuivausta.

Kesällä 2019 todettiin esiopetuksen tiloihin (OT105-OT106) ja käytävälle 103 vuotaneen kahdesta kohtaa katosta vettä kattokaivojen läpivientien kohdalta (A-Kiinteistöcontrol Oy 2019). Kosteuskartoituksessa katosta havaittiin koholla olevaa kosteutta ja alakaton rakenteista vauriojälkiä. Huopakaton todettiin olevan huonokuntoinen ja siinä havaittiin kolme reikää, jotka paikattiin. Kattokaivojen kuvauksessa ei niissä havaittu vikaa. Vuotoja ei raportin mukaan saatu täysin estettyä ja toimenpiteenä suositeltiin katon puhdistusta sepelistä ja hiekasta, vuotojen paikantamista ja korjausta tai vaihtoehtoisesti vesikaton saneerausta.

Syksyllä 2019 tehdyssä kuntoarvioraportissa (Turun kuntotutkimus Oy) todettiin

- VSS-tilojen portaiden olevan pahoin rapautuneet
- Uuden osan tasakaton vuotaneen ja sinne lammikoituvan vettä
- Ruokalan akustiikan olevan huono
- Iltapäiväkerhon porrashuoneen olevan kylmä
- Liikuntasalin suihkutiloista "lainehtivan" vettä viereisiin WC-tiloihin
- Maaperän viettävän eteläpuolen seinustalla kohti rakennusta
- Sadevesien johtuvan iltapäiväkerhon oven eteen ja kastelevan sokkeliä
- VSS-tiloihin ja liikuntasaliin johtavien ulkoportaiden sadevesikaivot riittämättömiksi ja helposti tukkeutuviksi
- Uuden osan sokkelin paikoin hieman rapistuneen
- Maanpinnan olevan paikoin liian korkealla julkisivuun ja sen tuuletusaukkoihin nähden
- Uudisrakennuksen ikkunoiden olevan paikoin huonossa kunnossa ja ikkunapeltien kallistusten olevan riittämättömiä
- Uuden osan porraskäytävässä halkeamia
- Keittiön kunnan olevan välttävä

- Väestönsuojan katossa ja sähköpääkeskuksen viereisen käytävän läpivienneistä puuttuvan palokatkon

## 2.3 Käytössä olleet asiakirjat/ lähtötietoaineisto

- Pääpiirustukset ja rakenneleikkauksia vuodelta 1978
- Rakennustapaselostus, Arkkitehtitoimisto Eero Ponkala Oy, 12.5.1978
- Rakennusteknillisten töiden rakennusselitys, Arkkitehtitoimisto Eero Ponkala Oy, 13.11.1978
- LVI-työselitys, Ekono, 30.10.1978
- Rakennusselitys, Iltapäiväkerhotila, Vahtera Arkkitehdit Olli Vahtera Oy, 29.5.2017
- Kartoitusraportti, kosteuskartoitus, A-Kiinteistöcontrol Oy, 17.10.2018
- Kartoitusraportti, kosteuskartoitus, A-Kiinteistöcontrol Oy, 17.7.2019
- Kuntoarvioraportti, Turun kuntotutkimus Oy, 18.10.2019

## 3 Tutkimusmenetelmät

### 3.1 Rakennetutkimukset

#### 3.1.1 Rakenneavaukset

Rakennetutkimuksissa tutkittavaan rakennukseen tehtiin rakenneavauksia, joista aistinvaraisesti todettiin päärakennetyyppien toteutus ja kunto. Lisäksi otettiin tarvittaessa materiaalinäytteitä mikrobitutkimuksiin. Pölyn leviäminen rakenneavauksia tehtäessä estettiin kohdepoistoa käyttämällä (H-luokan imuri). Rakenneavauksiin tehtiin ainoastaan väliaikaiset, ilmatiiviit paikkaukset. Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet on merkitty liitteen 1 pohjakuviin ja tekstissä olevat tilanumeroinnit viittaavat liitteen 1 numerointiin. Materiaalinäytteiden tulokset on merkitty tekstin joukkoon ja kuviin kolmiportaisella värikoodilla: **vihreä** – ei poikkeavaa mikrobikasvua, **oranssi** – ei aktiivista kasvua, näyte on lajistoltaan poikkeava ja **punainen** – aktiivista mikrobikasvua. Vastaavaa värikoodausta ongelman/vaurion asteesta on sovellettu myös muihin näytteisiin.

#### 3.1.2 Kosteusmittaukset

Rakennusten kivrakenteisille pinnoille suoritettiin kattava pintakosteuskartoitus. Kosteuskartoituksessa selvitettiin ensin pintakosteudenosoittimella poikkeavat kosteusalueet. Poikkeavilta kosteusalueilta tehtiin tarkentavia muovimaton alapuolisia kosteusmittauksia viiltomittauksin ja rakennekosteusmittauksin ns. porareikämenetelmillä. Kosteusmittaukset tehtiin RT 14-10984 -ohjekortin mukaisesti sertifioidun rakenteiden kosteudenmittaajan (Eurofins) toimesta. Kosteusmittausten tulokset on esitetty viitteellisesti liitteen 1 pohjakuviissa ja tarkemmin liitteen 2 kosteusmittauspöytäkirjassa.

##### **Pintakosteuskartoitus**

Huonetilojen kivrakenteiset lattia- ja seinäpinnat kartoitettiin pintakosteudenosoittimella mahdollisten kosteuspoikkeamien havaitsemiseksi. Pintarakenteiden kosteuden arviointiin käytettiin GANN Hydromette UNI1 -laitetta LB71 -mittapäällä. Mittaustulokset ovat suuntaa antavia ja saadut arvot mittalaitokohtaisia.

##### **Viiltomittaukset**

Suhteellisen kosteuden mittaukset lattiapäällysteen alta tehtiin asettamalla päällysteen alle viillon kautta kosteusmittausanturin mittapää (Vaisala HM42Probe). Tehty viilto ja mittapään rajapinta tiivistettiin kitillä ja mittapään annettiin tasaantua päällysteen alla oleviin olosuhteisiin vähintään 15 min. Mittaustulokset luettiin Vaisalan HM40 -näyttölaitteella.

##### **Rakennekosteusmittaukset**

Rakenteiden kosteusjakamat selvitettiin tarkkoina suhteellisen kosteuden mittauksina porareikämenetelmällä. Porareikämenetelmässä rakenteeseen porattiin tarkastelusyvyyksille hal-

kaisijaltaan 16 mm reiät. Mittausreiät puhdistettiin imuroimalla ja tiivistettiin reiänpohjaan ulotuvilla mittausputkilla/sähkösuojaputkilla. Putkien juuret tiivistettiin kitillä. Putkien yläpäät tiivistettiin Vaisalan tiivistetulpilla ja/tai kitillä. Mittausreikien olosuhteiden annettiin tasaantua vähintään 3 vuorokautta. Mittaukset tehtiin tämän jälkeen Vaisala HM40 -rakennekosteuden mittarilla sekä HMP40S -antureilla. Anturien tasaantumisaika mittauspisteissä oli 1 tunti.

#### **Kosteusmittausten virhetarkastelu**

Viilto- ja porareikämittaukset tehtiin tilojen normaalissa käyttölämpötilassa eikä rakenteen ja huoneilman välillä ollut merkittävää lämpötilaeroa. Mittauslämpötilan poiketessa alle 5 °C normaalista käyttölämpötilasta on lämpötilan aiheuttama virhe suhteellisen kosteuden arvoon yleensä 0 – 5 %-yksikköä. Käytettyjen anturien tarkkuus on  $\pm 1,5$  %RH (välillä 0 – 90 %) ja  $\pm 2,5$  %RH (välillä 90 – 100 %). Mittapäiden kalibrointijankokohda ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden kullakin syvyydellä saavutettiin riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteustilan tarkaksi arvioimiseksi. Mittauksen kokonaismittaustarkkuus oli siten noin  $\pm 3$  RH-yksikköä (välillä 0 – 90 %) ja  $\pm 4$  RH-yksikköä (välillä 90 – 100 %). Käytetyt kosteusmittausanturit on kalibroitu 6.3.2020 (Suomen kosteuskalibrointi).

#### **Tavoite-, ohje- ja viitearvot**

*Useimpien liimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden arvona pidetään 85 % mikä tarkoittaa, että suhteellinen kosteus päällysteen alla liimatilassa ei saa ylittää tätä arvoa (Betoni-rakenteiden päällystämisen ohjeet, 2007).*

### **3.1.3 Ilmavuototutkimukset**

Merkkiainetutkimuksella selvitettiin RT 14-11197 -ohjekortin mukaisesti rakenteiden tiiveyttä sekä ilmavuotoja alueilta, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Merkkiainetta (viisiprosentista vedyn ja typen seosta) laskettiin tutkittavaan tilaan tai rakenteeseen ja sen kulkeutumista sisäilmaan havainnoitiin vetyilmamaisimella (Adixen 9012 XRS Hydrogen Leak Detector). Merkkiainetutkimuksen edellyttämä paine-ero (n. 10 Pa) tutkittavan rakenteen yli saatiin aikaiseksi joko rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän avulla tai säädettävällä puhaltimella (Retrotec DM32). Paine-eroa tutkittavan rakenteen yli seurattiin paine-eroantureilla (Series MS Magnesense, Dwyer). Havaitut ilmavuotopaikat on esitetty pohjakuvaliitteessä (liite 1). Tutkimusten apuna käytettiin merkkisavua.

#### **Tulosten tulkinta**

*Ilmavuotohavainnot luokiteltiin soveltaen RT 14-11197 -ohjekorttia: ”Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu” merkkiainekokein pistemäisiksi, vähäisiksi tai merkittäviksi.*

### **3.1.4 Mikrobit materiaaleista**

Näytteenottopaikat perustuivat lähtötietoihin ja kohteessa tehtyihin havaintoihin. Näytteet pyrittiin ottamaan vaurioituneimmasta kohdasta tai sellaisesta kohdasta rakennetta, jossa vaurioitumisen todennäköisyys on suurin.

Materiaalinäytteet kerättiin puhtailla välineillä puhtaaseen muovipussiin. Mikrobit analysoitiin kasvatusmenetelmällä Turun Yliopiston Aerobiologian Yksikön akkreditoidussa laboratoriossa. Tarkemmat menetelmäkuvaukset on esitetty analyysivastauksessa, liite 3. Näytteenottoaika on merkitty liitteen 1 pohjakuviin

#### **Mikrobinäytteiden viitearvot**

*Toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyysillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistua. (Asumisterveysasetus 2015)*

*Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvustoa, kun suoraviljelyllä materiaalinäytteessä havaitaan elinkykyisiä sieni-itiöitä ja/tai aktinomykeettejä runsaasti (+++/++++). Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun mikrobeja on kohtalaisesti tai niukasti, mutta lajistossa on kosteusvaurioindikaattoreita (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira 2016).*

## 3.2 Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset

### 3.2.1 Painesuhteet

Ilman kulkusuuntien sekä ilmanvaihdon yleisen toiminnan selvittämiseksi rakennuksessa suoritettiin kahden viikon mittaisia paine-eroseurantamittauksia rakennuksen ulkovaipan yli sekä eri tilojen välillä. Mittauksissa käytettiin jatkuvatoimisia paine-eroantureita (Series MS MagneSense, Dwyer, mittausalue  $\pm 50$  Pa, mittaustarkkuus  $\pm 1$  %) ja tulokset tallennettiin 5 minuutin välein (Tinytag, Gemini). Havaintojen apuna käytettiin merkkisavua. Mittauspaikat on esitetty liitteen 1 pohjakuviissa ja tuloskuvaajat liitteessä 6.

#### **Painesuhteiden ohjearvot**

*Rakennus, jossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, suunnitellaan ulkoilmaan nähden alipaineiseksi. Rakennuksen ali- tai ylipaineisuus vaikuttaa mm. rakenteiden läpi kulkevan vuotoilman suuntaan ja huoneilman kosteuden tiivistymisriskiin pinnoilla tai rakenteissa. Jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden ilmanvaihdon toiminnasta johtuen, tulee ylipaineen syy selvittää ja ilmanvaihtoa tasapainottaa. Rakennuksen alipaine ulkoilmaan nähden ei saa olla yli 30 Pa. Ulkoilmaa ei saa ottaa ilmanlaatua heikentävän rakenteen tai rakennusosan kautta (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2010). Jos rakennuksen alipaineisuus on yli 15 Pa, tulee sen syy selvittää ja ilmanvaihtoa mahdollisuuksien mukaan tasapainottaa. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira 2016).*

*Rakennuksen käyttöajan ulkopuolisen ilmanvaihdon tulee olla sellainen, että rakennus- ja sisustusmateriaaleista tai muista lähteistä vapautuvien ja kulkeutuvien epäpuhtauksien kertyminen sisäilmaan ei aiheuta käyttöaikana tiloissa oleskeleville terveyshaittaa. Tämän lisäksi käyttöajan ulkopuolella ilmanvaihto ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien kulkeutumista sisätiloihin esimerkiksi*

korvausilman puutteesta syntyneen liiallisen alipaineisuuden vuoksi (Asumisterveysasetuksen sovellusohje, Valvira 2016).

### 3.2.2 Ilmamäärämittaukset

Tulo- ja poistoilmamääriä mitattiin pistokoemaisesti pääte-elimistä joko SwemaFlow 126 -hup-pumittarilla. Tuloksia verrattiin suunniteltuihin arvioihin.

#### **Ilmanvaihdon ohjearvot**

Ulkoilmavirran tulee olla kouluissa, päiväkodeissa ja muissa vastaavissa oleskelutiloissa käytön aikana vähintään 6 dm<sup>3</sup>/s henkilöä kohden. Ulkoilmavirta saa kuitenkin olla 4 dm<sup>3</sup>/s henkilöä kohden, jos varmistetaan siitä, etteivät sisäilman epäpuhtauspitoisuudet tai lämpötila nouse niin suuriksi, että ne aiheuttavat terveyshaittaa taikka kosteus nouse niin suureksi, että se voisi aiheuttaa 5 §:ssä tarkoitettua mikrobikasvun riskiä. (Asumisterveysasetuksen sovellusohje, Valvira 2016)

### 3.2.3 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja teolliset mineraalikuidut

Ilmanvaihtojärjestelmää, sen puhtautta ja mahdollisia teollisten mineraalikuitujen lähteiden olemassaoloa järjestelmässä selvitettiin pistokoemaisesti tuloilmakoneisiin ja -kanaviin tehdyin visuaalisin tarkastuksin LVI 39-10409 -ohjekorttia soveltaen. Visuaalisen tarkistuksen tueksi kerättiin geeliteippinäytteitä tuloilmakanavista ja mineraalikuitujen määrää sisäilmassa arvioitiin geeliteippinäytteiden avulla. Näytteet kerättiin huonepinnoille asetetuille petrimaljoille kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä. Kuitujen lukumäärä laskettiin valomikroskoopin avulla Turun yliopiston aerobiologian laboratoriossa, liitteet 4 ja 5.

#### **Palautusilman käyttöä koskevat määräykset**

Ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta vuodelta 2018 esitetään, että palautus- ja siirtoilmana voidaan käyttää vain ilmanpuhtaudeltaan samanarvoisten tai puhtaampien tilojen ilmaa, joka ei saa sisältää ilmanlaatua heikentäviä määriä epäpuhtauksia. Palautus-, siirto-, tai kierrätysilman käyttö ei saa aiheuttaa epäpuhtauksien, erityisesti hajujen, haitallista leviämistä. (Ilmanvaihtoasetus 2018)

Rakennuksen valmistumisajankohtana voimassa olleen RakMk D2 (1978) mukaan kierto- ja kierrätysilmaa (nyk. palautusilma) käytetään siten, että se ei tarpeettomasti lisää epäpuhtauksien leviämistä. Kiertoilmaa käytettäessä on turvattava sekä tyydyttävä huoneilman laatu että riittävä tuloilman puhtaus (RakMk D2, 1978).

#### **Teolliset mineraalikuidut**

Teollisia mineraalikuituja ovat mm. keraamiset kuidut, eristevilla- ja lasikuidut. Keraamisia kuituja tavataan pääasiassa teollisuudessa (metalliteollisuus, energiantuotanto), joten niiden esiintyminen toimistoympäristössä on epätodennäköistä. Eristevillojen pääkäyttötarkoitus on lämmön tai äänen eristys. Kuidut ovat epäsäännöllisen muotoisia ja kokoisia. Niitä valmistetaan keräyslasista (lasivilla), kiviaineksesta (vuorivilla eli kivivilla) ja kuonasta (kuonavilla). Villatuotteet myydään levyinä, mattoina tai kouruina. Eristevillakuitujen poistumisaika elimistöstä on

*muutamia viikkoja tai kuukausia; ne eivät todennäköisesti aiheuta pitkäaikaisia terveysvaikutuksia. Eristevillakuidut aiheuttavat ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytystä, ja ne saattavat altistaa ylähengitysteiden tulehduksille. Eristevillakuiduissa sideaineena käytetty fenoliformaldehydihartsin voi herkistää ihoa ja limakalvoja. (Työterveyslaitos)*

*Teollisten mineraalikulujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet mineraalikuluiset akustiikkalevyt huonetiloissa sekä avonaiset mineraalivillaeristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmapuodot. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Valvira)*

#### **Teollisten mineraalikulujen viitearvot**

*Teollisten mineraalikulujen toimenpiderajana on kahden viikon pölylaskeumasta määritettyinä 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. (Asumisterveysasetus)*

*Tuloilmakanavien pinnoilta otettujen geeliteippinäytteiden teollisten mineraalikulujen pitoisuuksille ei ole olemassa viitearvoja asunnoille, kouluille tai päiväkodeille. Työterveyslaitoksen havaintoaineistossa lähinnä toimistorakennusten tuloilmakanavien sisäpinnoilta otettujen teippinäytteiden pitoisuudet ovat olleet keskimäärin 10 – 30 kuitua/cm<sup>2</sup>. (Työterveyslaitos) Aineisto perustuu pääosin vanhemmista ja mahdollisesta kuituongelmaisista kohteista otettuihin näytteisiin, jotka on useimmiten otettu puhdistamattomista kanavista. Kymmenien kuitujen esiintyminen neliösenttimetriä kohden tuloilmakanavien pinnoilla on aina merkki mahdollisesta kuitulähteestä. (Kollanen 2016)*



## 4 Tutkimukset

### 4.1 Rakennuksen ulkopuoliset havainnot

Rakennuksen ulkopuolisessa tarkastuksessa todettiin pääosin jo kesän 2019 kuntokartoituksessa havaittuja asioita. Rakennuksen eteläseinustalle ulottuvalla nurmella maanpinta viettää kohti rakennusta, jossa ulkoisesti hyväkuntoisen seinäelementin tuuletusaukot sijaitsevat lähellä maanpintaa (kuva 4.1.1). Sokkeli on paikoin rapistunut ja sen teräkset ovat osin näkyvissä (kuvat 4.1.2 ja 4.1.3). Myös sokkeliementtien saumat ovat paikoin huonokuntoiset tai riittämättömät (kuva 4.1.4). Ikkunat ovat huonokuntoiset ja ikkunapeltien kallistukset riittämättömät (kuvat 4.1.5 ja 4.1.6). Sisäpihan puolella ikkunat ulottuvat asfalttisen sadevesikourun yläpintaan asti (kuvat 4.1.7 ja 4.1.8).



**Kuva 4.1.1** Etelän puolella maanpinta viettää kohti rakennusta, jonka ulkoseinäelementtien tuuletusaukot ovat osin maanpinnan tasolla.



**Kuva 4.1.2.** Sokkeli on paikoin rapistunut ja betonin teräkset ovat monin paikoin korkanneet näkyviin (kuva eteläseinustalta).



**Kuva 4.1.3.** Rapistunutta sokkeliä liikuntasalin ulkonurkalta.



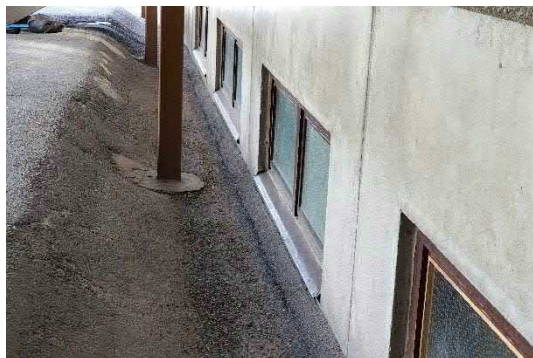
**Kuva 4.1.4.** Sokkeliementtien sauma ei eteläseinustalla ulottunut koko elementin matkalle.



**Kuva 4.1.5.** Ikkunat ovat pääosin huonokuntoiset...



**Kuva 4.1.6.** ...ja ikkunapeltien kallistukset riittämättömät.



**Kuva 4.1.7.** Sisäpihan sadekatoksen kohdalla seinustalla on asfalttipintainen syvennys, joka voi johtaa sadevesiä matalalla olevien ikkunoiden kautta rakenteisiin.



**Kuva 4.1.8.** Veden kulkeutuminen seinärakenteeseen on mahdollista pellityksen alta.

Kosteusrasituksen jälkiä rakennuksen ulkoseinissä havaittiin liikuntasaliin johtavan ulkoportaikon kohdalla, jossa oven päällä oleva katos johtaa vettä rakennuksen seinälle (kuvat 4.1.9 ja 4.1.10). Sisäpihan puolella sadekatoksen pään kohdalla havaittiin sokkelielementissä kosteusrasituksesta aiheutuneita jälkiä (kuva 4.1.11). Kuntokartoituksen jälkeen VSS-tiloihin vievät portaat oli kunnostettu (kuva 4.1.12).



**Kuva 4.1.9.** Liikuntasaliin vievän portaikon katos johtaa sadevesiä kohti rakennusta.



**Kuva 4.1.10.** Vettä on vuotanut katoksen ja seinän välistä liikuntasalin ovelle.



**Kuva 4.1.11.** Kosteusrasitusjälkiä ulkoseinän alaosassa sisäpihan puolella.



**Kuva 4.1.12.** VSS-tiloihin johtavat portaat oli kunnostettu.

## 4.2 Pintakosteuskartoitus

**Pintakosteuskartoituksessa havaittiin kosteuseroja monin paikoin maanvastaisissa rakenteissa, suihkutilojen läheisyydessä sekä ulkoseinissä ikkunoiden alla.**

Pintakosteuskartoituksessa havaittiin poikkeavia kosteusalueita pienillä alueilla VSS-tilojen lattiasa sekä yleisesti näyttämön koneistosyvennyksen maanvastaisissa seinissä (kuva 4.2.1), jotka ovat rakennuksen alla (ulkoseinälinjalla kosteuskartoitusta ei voitu tehdä luotettavasti sisäpuolisen levytyksen vuoksi). Lisäksi kosteuseroja havaittiin porrashuoneen P19 lattiasa, ruokasalin lattiasa keittiön vastaisella seinustalla, WC-tilojen P06 ja P07 maanvastaisissa seinissä (kuva 4.2.2), sekä monin paikoin pukuhuonetiloiissa ja niihin vievällä käytävällä P09 (esimerkkeinä kuvat 4.2.3 ja 4.2.4). Ikkunoissa ja seinissä niiden alapuolella havaittiin yleisesti kosteuden aiheuttamia jälkiä ja osin maalipintoja oli myös hiottu pois (kuvat 4.2.5 ja 4.2.6). Ainakin ruokasalin ja luokan 105 seinissä havaittiin ikkunoiden alapuolisten jälkien kohdalla muuhun seinään verrattuna koholla olevia kosteuksia. Alueet, joilla havaittiin pintakosteuskartoituksessa poikkeamia, on merkitty punaisella katkoviivalla liitteen 1 pohjakuviin.



**Kuva 4.2.1.** Näyttämön koneistosyvennyksen maanvastaisissa betoniseinissä havaittiin pintakartoituksissa poikkeavia kosteusalueita.



**Kuva 4.2.2.** WC-tiloissa P06 ja P07 havaittiin mv. seinissä kosteuseroja ja katon rajassa myös maalipinnan kupruilua.



**Kuva 4.2.3.** Pukuhuoneissa havaittiin kohonneita kosteuksia erityisesti suihkutilojen edustalla, jossa havaittiin myös kosteusjälkiä.



**Kuva 4.2.4.** Kosteusrasituksen aiheuttamia jälkiä pukuhuoneen P11 maanvastaisessa seinässä, jossa havaittiin myös kosteuseroja.



**Kuva 4.2.5.** Kosteusrasitusjälkiä ruokasalin ulkoseinässä ikkunan alla.



**Kuva 4.2.6.** Ikkunoiden alla havaittiin yleisesti kosteuden aiheuttamia jälkiä, joita oli myös osin hiottu pois.

## 4.3 Rakennetutkimukset

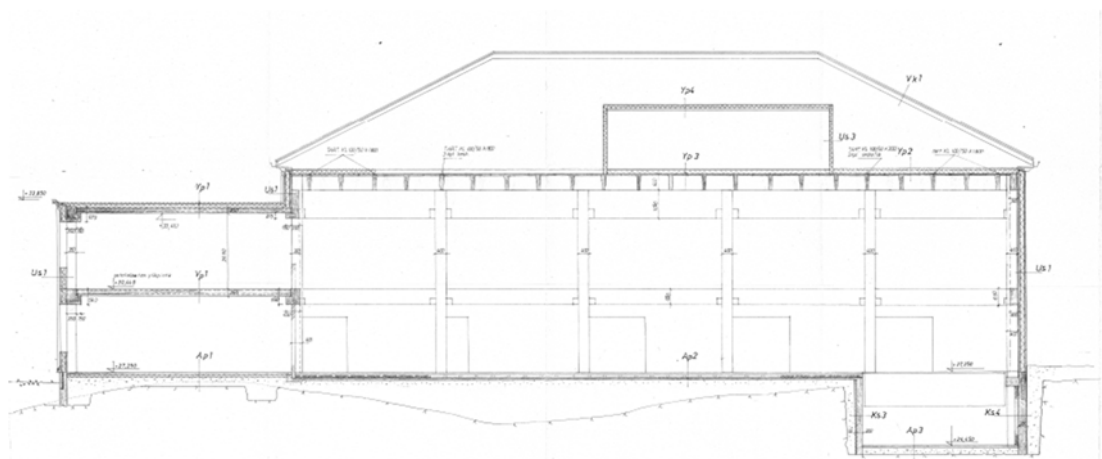
Rakennetutkimuksissa tehtiin n. 60 rakenneavausta, joiden kautta todettiin aistinvaraisesti ole-massa olevat rakenteet ja niiden kunto. Lisäksi otettiin 40 kpl materiaalinäytteitä mikrobi-tutkimuksiin. Rakenneavausten ja rakennekosteusmittausten paikat määräytyivät kosteuskartoituk-sen sekä tutkimussuunnitelmassa esitetyn riskikartoituksen perusteella. Rakenneavauksiin teh-tiin väliaikaiset, ilmatiiviit paikkaukset.

### 4.3.1 Alapohjat

**Alapohjarakenteet vastaavat pääosin suunnitelmia eikä niissä ole lattiapäällysteitä ja liikun-tasalin mineraalivillaeristeitä lukuun ottamatta kosteudesta vaurioituvia materiaaleja. Ala-pohja on kastunut yläpuolisen kosteusrasituksen seurauksena pieneltä alueelta ruokasalissa sekä laajalta alueelta pukuhuonetoiloissa. Kastuminen on aiheuttanut lattiapäällysteiden ja niiden liimojen kemiallisen vaurioitumisen. Liikuntasalin lattian lämmöneristeissä todettiin materiaalinäyttein paikallinen kosteus- ja mikrobivaurio ulkoseinän kosteusvauriojälkien lä-heltä. Alapohjasta on merkittäviä ilmapuotoja sisälle. Vaurioituneet lattiapäällysteet ja liikun-tasalin vaurioituneet lämmöneristeet on suositeltavaa uusaa. Suihku- ja muut kosteat tilat on suositeltavaa uusaa nykyiset märkätiloja koskevat määräykset täyttäväksi.**

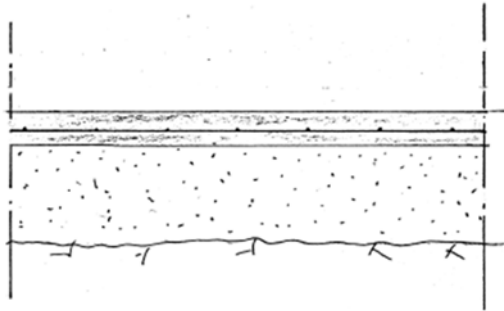
#### Kellarikerros

Kellarikerroksen tilojen (VSS-tilat K1 – K2, ja näyttämön koneistotila K3) suunnitelmien mukai-sena alapohjarakenteena on maanvarainen teräsbetonilaatta AP3 (kuvat 4.3.1 ja 4.3.2). Koneis-totilasta tehdyn avauksen **R01** perusteella betonilaatan alla on kuitenkin 30 – 50 mm EPS-eriste. Rakenne on kosteusteknisesti toimiva eikä siinä ole kosteudesta herkästi vaurioituvia materiaa-leja.



**Kuva 4.3.1.** Leikkaus A-A, rakennuksessa on alapohjarakenteita sekä kellari- että pohjakerroksessa.

### Ap3 VSS:N LATTIA

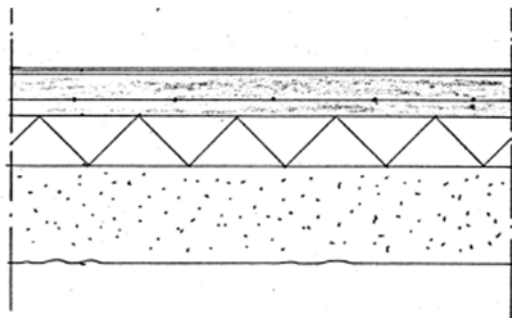


**PINTAKÄSITTELY RAK.SELITYS**  
TER.BÉT.LAATTA 70 MM, BY8 LUOKKA C-4  
TERÄKSET B-STG N:O 13 LEVYNÄ  
TIIVISTETTY SORA  $\geq 200$

**Kuva 4.3.2.** Kellarikerroksen tilojen K1 – K3 suunnitelmien mukainen alapohjarakenne AP3. Avauksen R01 perusteella betonilaatan alla on lämmöneristeenä EPS-levy.

### Pohjakerros

Pohjakerroksen alapohjarakenteena on lähtötietojen mukaisesti maanvastainen kantava teräs-betonilaatta. Liikuntasalia lukuun ottamatta alapohjarakenne on suunnitelmien mukaan AP1 (kuva 4.3.3). Rakenneavausten **R02** ja **R03** sekä porareikämittausten **PR1**, **PR3** ja **PR4** perusteella toteutettu rakenne vastaa hyvin suunnitelmia. Kantavan laatan (80 – 145 mm) alla on 100 mm EPS (polystyreeni, "styrox") lämmöneristeenä hiekka-/soratäytön päällä (kuvat 4.3.4 ja 4.3.5). Rakenne on kosteusteknisesti toimiva, joskaan täyttöaine ei muodosta kapillaarikatkoa maaperästä nousevalle kosteudelle. Rakenteessa ei myöskään ole lattiapäällysteitä lukuun ottamatta kosteudesta vaurioituvia materiaaleja.



**PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY RAK.SELITYS**  
TERÄSBETONILAATTA 80 MM, BY LUOKKA B-3  
TERÄKSET  $\# \emptyset 8$  k200  
VAAHTOMUOVILEVY 100 MM,  $p = 20$   
TIIVISTETTY SORA  $\geq 200$

**Kuva 4.3.3.** Rakenneavausten mukaan alapohjarakenne vastasi rakennevahvuuksia lukuun ottamatta suunniteltua rakennetta AP1.



**Kuva 4.3.4.** Alapohjan EPS-lämmöneriste estää myös kapillaarisen kosteuden nousun maaperästä.



**Kuva 4.3.5** Käytävän P09 alla alapohjan täyttönä oli kosteaa hiekkaa.

Pintakosteuskartoituksessa alapohjassa havaittiin monin paikoin kosteusvaihteluja, joita selvitetiin tarkemmin viilto- ja porareikämittauksin (taulukko 4.3.1 ja liite 2). Viiltomittauksin **V1 – V3** todettiin hallissa P01 ja ruokasalissa P02 lattiapäällysteen liimatilojen kosteudet normaaleiksi (60 – 68 %RH) lukuun ottamatta pientä aluetta keittiön vastaisen seinän vieressä (kuva 4.3.6). Kyseiselle alueelle tehdyssä viiltomittauksessa **V4** liimatilan suhteellinen kosteus oli erittäin korkea (94 %, 21 °C), vinyylilaatta oli lähes irti ja liimatilasta havaittiin voimakasta vaurioon viittaavaa hajua (kuva 4.3.7). Samasta kohdasta tehdyssä porareikämittauksessa **PR4** betonilattian kosteudet eri mittaussyvyyksillä olivat kuitenkin normaaleja (n. 75 %RH). Kosteusmittausten perusteella rakenne on kastunut yläpuolisesta kosteusrasituksesta. Poikkeava kosteus on johtanut lattiapäällysteen ja sen liiman kemialliseen vaurioitumiseen.

**Taulukko 4.3.1.** Kosteusmittausten tulokset (ilman suhteellinen kosteus – %RH, lämpötila – T ja absoluuttinen kosteus – a), liite 2.

Mittauspiste		Syvyys				Anturi	Arvio
Nro	kuvaus	mm	%RH	T [°C]	a [g/m <sup>3</sup> ]		
V1	P01 Halli, pintaos. 90, ei hajua, hyvin kiinni	viilto	65,6	21,7	12,5	KA23	Normaali
V2	P02 Ruokasali, p-os. 85, ei hajua, heikosti kiinni	viilto	67,7	21,6	12,8	KA26	Normaali
V3	P02 Ruokasali, p-os. 75, ei hajua, heikosti kiinni	viilto	60,1	22,2	11,8	KA25	Normaali
V4, PR4	P02 Ruokasali, p-os 103, VL, voimakas hajua, irti rakenne: Vinyylilaatta - betoni 145 - EPS 100 - betoni	viilto	94,0	21,3	17,5	KA07	Poikkeava
		20	75,3	22,9	15,4	KA01	Normaali
		56	75,8	22,6	15,2	KA02	
		90	76,2	22,4	15,1	KA04	
		150	71,4	22,1	13,9	KA06	
V5	P09 Käytävä, mm, p-os. 97 ei hajua, heikosti kiinni	viilto	75,7	21,1	13,9	KA23	Koholla
V6	P09 Käytävä, mm, p-os. 75 ei hajua, heikosti kiinni	viilto	61,6	21,0	11,3	KA26	Normaali
V7	P10, pkh, mm, p-os. 110, voimakas hajua, irti	viilto	95,9	20,9	17,5	KA25	Poikkeava
V8, PR3	P09 Käytävä, p-os. 102, matto irti, heikko hajua, rakenne: muovimatto - betoni 80 - EPS 100 - hiekka	viilto	75,3	21,1	13,9	KA25	Koholla
		13	95,1	22,0	18,4	KA03	Poikkeava
		32	94,3	22,1	18,4	KA01	
		60	91,5	22,0	17,7	KA21	
		hiekkä	100	15,9	13,6	KA17	
		ilma	36,9	21,1	6,8	KA07	
V9, PR1	P11, pkh, p.os. 90, ei hajua, hyvin kiinni, rakenne: muovimatto - betoni 140 - EPS 100 - ilmatila n. 40 - hiekka	viilto	80,8	19,1	13,3	KA07	Koholla
		20	80,5	21	14,7	KA02	
		56	83,7	20,4	14,8	KA20	
		90	82,4	20,4	14,6	KA04	
		145	73,7	18,4	11,6	KA17	
		250	96,3	14,2	11,8	KA21	
		ilma	66,6	19,2	11,0	KA07	
PR2	P11, pkh, maanvastainen seinä, kv.jäljet, rakenne: maali - betoni 130 - min.villa 75 - betoni	20	59,4	20,9	10,8	KA05	Poikkeava
		56	73,7	20,5	13,1	KA19	
		90	95,7	20,0	16,5	KA22	
		210	92,8	19,1	15,2	KA06	



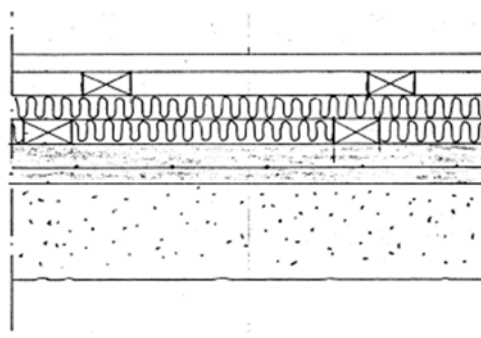
**Kuva 4.3.6.** Ruokasalin lattiapäällyste on vaurioitunut yläpuolisen kosteusrasituksen vaikutuksesta pieneltä alueelta keittiön vastaisen seinän vierestä.



**Kuva 4.3.7** Asennettaessa mittapäätä liimatilaan viiltomittauksessa **V4** havaittiin liimatilasta voimakasta vaurioon viittaavaa hajua ja vinyylilaattojen olevan huonosti kiinni alustassaan.

Pukuhuonetiloiissa P04 – P17 ja niihin johtavalla käytävällä havaittiin pintakosteuskartoituksessa suuria kosteuseroja. Kosteuserot havaittiin myös lattiapäällysteen liimatilojen viiltomittauksissa **V5, V6, V7, V8 ja V9**, joista osassa tulokset olivat normaalit, osassa selvästi koholla. Lattiapäällysteen heikon kiinnittymisen vuoksi viiltomittauksien tulokset voivat olla todellisia pienemmät. Porareikämittausten **PR1 ja PR3** perusteella myös alapohjalaatan kosteudet ovat koholla. Laatan kosteussisältö (absoluuttinen kosteus) kuitenkin pienenee mittaussyvyyden kasvaessa. Tuloksen perusteella laatan kastuminen on tapahtunut yläpuolisen kosteusrasituksen seurauksena, pukuhuoneessa P11 (mittaukset **PR1, PR2 ja V9**) todennäköisesti maanvastaisen seinän kautta. Poikkeava kosteus on johtanut lattiapäällysteen ja sen liiman kemialliseen vaurioitumiseen laajoilta alueilta.

Liikuntasalin suunniteltu alapohjarakenne AP2 on esitetty kuvassa 4.3.8. Liikuntasalin ja väli-nevaraston lattiaan tehtyjen rakenneavausten R04 – R07 perusteella rakenne vastaa suunnitelmia. Rakenteessa on sisäpuolinen lämmöneriste (mineraalivilla) suoraan maanvastaisen teräs-betonilaatan päällä. Lämmöneristekerrosten sisäpuolella on höyrynsulkumuovi, joka estää kosteuden kulkeutumisen eristetilasta ylöspäin (kuva 4.3.9). Teknisen riskinarvion perusteella lämmöneristeissä voi esiintyä mikrobikasvua, mikäli alapohjalaatan kautta nousee täyttömaasta kosteutta. Avausten kautta otettujen materiaalinäytteiden perusteella lämmöneristeet ovat kuitenkin pääosin hyväkuntoiset (taulukko 4.3.2). Neljästä näytteestä yhdessä, seinän kosteusvauriojälkien vierestä otetussa näytteessä **M7**, esiintyi aktiivista mikrobikasvua (kuva 4.3.10). Ulkoseinän ilmapuototutkimusten yhteydessä todettiin ulkoseinän eristetilasta kulkeutuvan merkkiainetta liikuntasalin alapohjan eristetilaan ja sieltä edelleen sisälle saliin.



**PINTAKÄSITTELY RAK.SELITYS**  
 PONTTILAUTA 34 MM  
 KOROKKEET 50x100 k600  
 HÖYRYSULKU MUOVIKALVO 0,2 ,TIIVIIT SAUMAT 200  
 KOROKKEET 50x100 k650  
 MIN.VILLA KT 50MM TAI VAST.  
 KOROKKEET 50x100 k650, ANKKUROINTI BETONIIN Ø4 RST k650  
 MIN.VILLA KT 50MM TAI VAST.  
 TER.BET.LAATTA 80MM BY 8 -LUOKKA C-4  
 B-STG NO 13 LEVYNÄ TAI Ø6 k200  
 TIIVISTETTY SORA ≥200 MM

**Kuva 4.3.8.** Liikuntasalin alapohjarakenne AP2



**Kuva 4.3.9.** Liikuntasalin alapohjassa on höyrynsulkumuovi mineraalivillalämmöneristeiden yläpuolella, avaus R07.



**Kuva 4.3.10** Liikuntasalin alapohjan lämmöneristeistä otetuissa 4 näytteestä poikkeavaa mikrobistoa esiintyi ainoastaan seinän kosteusvauriojälkien vierestä otetussa näytteessä **M7**.

**Taulukko 4.3.2.** Yhteenveto Liikuntasalin alapohjasta otetuista materiaalinäytteistä (mikrobit).

Näytteenottoaikka		Näytetunnus	Mikrobit materiaalista (liite 3)
Avaus	Kuvaus		
R04	Liikuntasali, alapohjan lämmöneriste, seinän kv. jälkien vierestä	M7	aktiivinen mikrobikasvu
R05	Liikuntasali, alapohjan lämmöneriste, mineraalivilla	M8	normaali
R06	Liikuntasali, alapohjan lämmöneriste, mineraalivilla	M9	normaali
R07	Liikuntasali, alapohjan lämmöneriste, mineraalivilla	M6	normaali

Ilmavuotoja alapohjasta selvitettiin pistokoemaisesti merkkiainetutkimuksin ruokasalista (avauksen R02 kautta), käytävästä P09 (avaus R03) sekä liikuntasalista ulkoseinäavauksen R26 kautta. Ruokasalissa havaittiin merkittävää ilmavuotoa alapohjan ja ulkoseinän liittymästä, käytävällä P09 väliseinän ja alapohjan liittymässä ja liikuntasalissa puulattian ja ulkoseinän liittymästä sekä näyttämösyvennyksen reunoilta.

### 4.3.2 Ulkoseinät ja ikkunat

Rakennuksen ulkoseinät ovat pääosin suunnitelmien mukaiset. VSS-tilojen maanvastaisten seinien sekä pohjakerroksen sisäpihan puoleisten maanpaine-elementtien lämmöneristeinä on mineraalivillaa. VSS-tiloissa lämmöneristeessä on materiaalinäytteiden perusteella ainakin paikallisia ja pohjakerroksessa laaja-alaisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Maanpäällisissä seinän osissa todettiin yksittäisiä, paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Ikkunat ovat huonokuntoiset. Ikkunaliittymistä sekä ulkoseinäelementtien saumoista havaittiin systemaattisia merkittäviä ilmavuotoja sisälle. Mikrobiepäpuhtauksien kulkeutuminen sisäilmaan on suositeltavaa estää joko poistamalla vaurioituneet materiaalit tai tiivistyskorjauksin. Huonokuntoiset ikkunat on suositeltavaa uusida.

Ulkoseinien rakenteiden ja kunnan arvioimiseksi niihin tehtiin eri korkeuksille yhteensä 51 rakenneavausta. Avausten yhteydessä otettujen materiaalinäytteiden analyysitulosten yhteenveto on esitetty taulukossa 4.3.2 ja analyysivastaus on liitteenä 3.



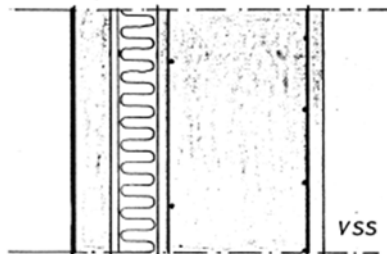
**Taulukko 4.3.3** Yhteenvedo ulkoseinistä otetuista materiaalinäytteistä (mikrobit).

Näytteenottoaika		Näyte- tunnus	Mikrobit materiaalista (liite 3)
Avaus	Kuvaus		
<b>MAANVASTAISET SEINÄT</b>			
R11	K1, VSS varasto, ulkoseinän lämmöneriste (mineraalivilla, m.villa)	M20	normaali
R12	K1, VSS varasto, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M21	aktiivinen mikrobikasvu
R08	K3, näyttämösyvennys, mv. seinän lämmöneriste (m.villa)	M40	normaali
R09	K3, näyttämösyvennys, mv. seinän lämmöneriste (m.villa)	M39	normaali
R17	P11, pkh, maanpaine-elementin (mpe) lämmöneriste (m.villa)	M1	aktiivinen mikrobikasvu
R16	P09, pkh-käytävä, mpe lämmöneriste (m.villa)	M2	lajistoltaan poikkeava
R15	P09, pkh-käytävä, mpe lämmöneriste (m.villa)	M3	aktiivinen mikrobikasvu
R14	P09, pkh-käytävä, mpe lämmöneriste pilarin takaa (m.villa)	M4	aktiivinen mikrobikasvu
R13	P06, WC, mpe lämmöneriste (m.villa)	M5	normaali
<b>ULKOSEINÄT</b>			
R19	P30, keittiön pkh, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M19	normaali
R21	P22, keittiö, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M18	normaali
R22	P02, ruokasali, ulkoseinän lämmöneriste, kv. jälki (m.villa)	M16	normaali
R23	P02, ruokasali, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M17	normaali
R24	P02, ruokasali, ulkoseinän lämmöneriste, kv. jälki (m.villa)	M10	aktiivinen mikrobikasvu
R25	P01, halli, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M15	normaali*
R26	P03, liikuntasali, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M11	normaali
R27	P03, liikuntasali, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M12	aktiivinen mikrobikasvu
R28	P03, liikuntasali, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M13	aktiivinen mikrobikasvu
R29	P03, liikuntasali, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M22	normaali
R30	P03, liikuntasali, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M14	lajistoltaan poikkeava
R31	109, IP-kerho, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M32	normaali
R32	109, IP-kerho, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M30	normaali
R44	109, IP-kerho, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M31	lajistoltaan poikkeava
R49	109, IP-kerho, ikkunakarmi (puu, tummunut)	M33	normaali
R49	109, IP-kerho, ulkoseinän lämmöneriste, M33 alta (min.villa)	M34	normaali
R33	105-106, OT, ulkoseinän lämmöneriste, maali hiottu pois (m.villa)	M28	normaali
R45	105-106, OT, ulkoseinän lämmöneriste, kv.jäljet (m.villa)	M27	normaali
R34	105-106, OT, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M25	normaali
R46	105-106, OT, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M26	normaali
R35	104, OT, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M24	normaali
R36	104, OT, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M23	normaali
R37	107, tekninen, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M35	normaali
R48	108, varasto, ikkunakarmi, (märkä puu)	M36	aktiivinen mikrobikasvu
R48	108, varasto, ulkoseinän lämmöneriste, M36 alta (m.villa)	M37	normaali
R39	110, varasto, ulkoseinän lämmöneriste (m.villa)	M38	normaali

#### Maanvastaiset ulkoseinät – VSS tilat

Väestönsuojatilojen suunnitelmien mukaiset maanvastaiset ulkoseinärakenteet on esitetty kuvissa 4.3.11 ja 4.3.12. Ulkoseinälinjalla rakenteessa Ks1 on esitetty olevan ulkokuoren ulkopinnassa kosteuseristys ja teräsbetonikuorten välissä mineraalivillaa lämmöneristeenä. Leikkauskuvan b-b mukaan maanvastaisen seinänosan eristetilasta on suora ilmayhteys maanpinnan yläpuolisen seinän eristetilaan (kuva 4.3.11). Rakennuksen alle jäävässä seinärakenteessa Ks2 on ulkopuolinen lämmöneriste (EPS) jonka kiinnitykseen käytetty bitumi toimii myös kosteuseristykseenä.

## Ks1 VSS:N ULKOSEINÄ



$K = 0,42$

1 KERT. KOSTEUSERISTYS RAK.SELITYS  
PINTAKÄSITTELY RAK.SELITYS

TER. BET. 80 MM

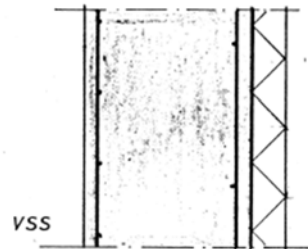
ILMARAKO 20 MM

MIN.VILLA KOL-E 80 MM TAI VAST.

TER.BET. 350 MM

Kuva 4.3.11 Kellarin VSS-tilojen maanvastainen ulkoseinärakenne Ks1 rakennuksen ulkoseinälinjalla.

## Ks2 VSS:N YMPÄRYSSEINÄ



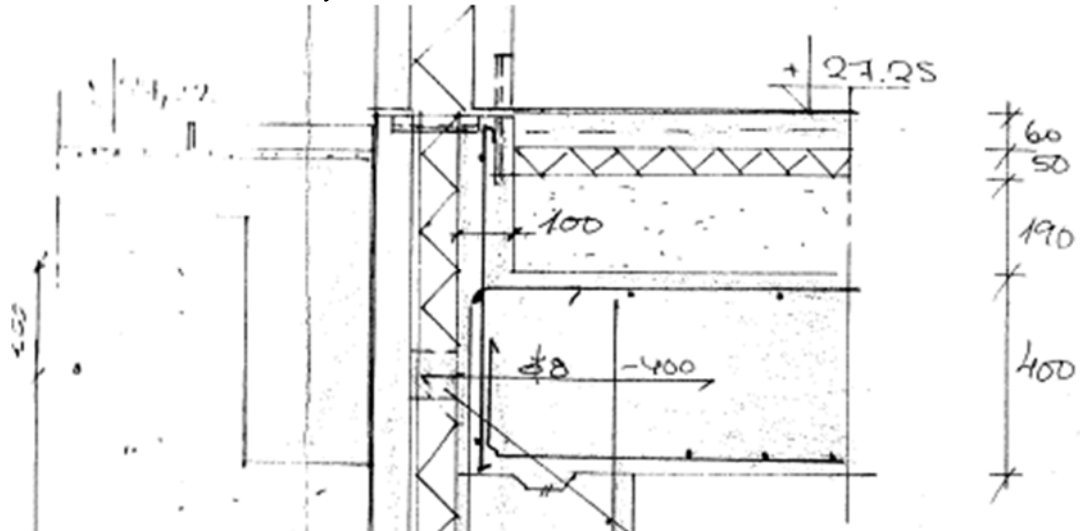
$K = 0,54$

TER. BET. 350 MM

VAAHTOMUOVILEVY 50 MM  $p=20$

KIINNITYS BITUMILLA (KOSTEUSERISTYS)

Kuva 4.3.12. Kellarin VSS-tilojen maanvastainen seinärakenne Ks2 rakennuksen alla.



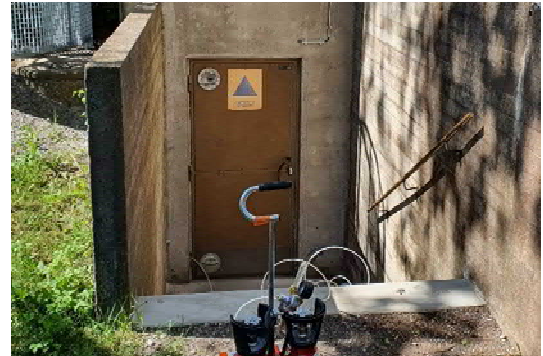
Kuva 4.3.13. Leikkauskuvan b-b perusteella maanpinnan ala- ja yläpuolisten seinien eristetilat ovat suorassa ilmayhteydessä toisiinsa.

VSS-tilojen osalta rajattiin rakenneavaukset tehtäväksi rakennuksen ulkopuolelta varsinaisen suojelutilan ulkopuolella olevan varaston K1 kohdalle. Keittiön katoksen ja piharakenteiden sekä hätäpoistumistien vuoksi maanvastaisten seinien ulkopintaan esitetyn kosteuseristyksen olemassaoloa ja kuntoa ei kyetty selvittämään esim. koekaivauksen kautta (kuva 4.3.14). Niinpä seinän rakenne tarkastettiin oviaukon ja tiloihin johtavan portaikon kautta (kuvat 4.3.15 – 4.3.17). Avausten R11 ja R12 perusteella rakenne vastaa suunnitelmia. Avausten kautta otettujen materiaalinäytteiden M20 ja M21 perusteella seinän lämmöneristeissä esiintyy ainakin paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Merkkiainetutkimuksissa havaittiin maanvastaisen seinän

eristetilasta merkittävää ilmavuotoa keittiön pukuhuoneeseen P30 (pilarin takaa) sekä vähäistä vuotoa patterikannakkeiden kohdalta (kuva 4.3.19). Emännän tilasta P28 havaittiin pistemäinen ilmavuoto lattiapäällysteen ylönoston reunasta (kuva 4.3.20). Rakennuksen alle jäävää seinärakennetta Ks2 ei kyetty tarkastamaan rikkomatta suojahuoneen seinää.



**Kuva 4.3.14.** Keittiön piha- ja katosrakenteiden sekä hätäpoistumistien sijaintien takia VSS-tilan maanvastaisten seinien ulkopinnan mahdollista kosteuseristystä ei kyetty tarkastamaan.



**Kuva 4.3.15.** VSS-tilojen maanvastaisten seinien rakennetta selvitettiin oviaukon ja portaikon kautta, tässä kuvassa merkkiainetutkimuksin.



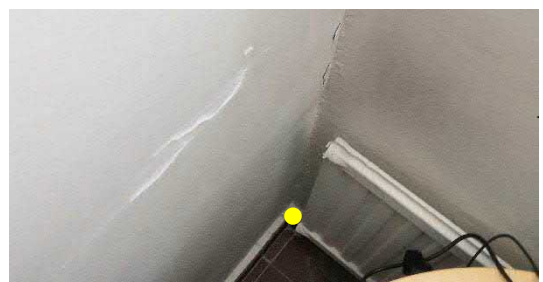
**Kuva 4.3.16.** VSS-tilojen maanvastaisten seinän ulkonurkkaan tehdystä avauksesta R12 otetussa mineraalivillanäytteessä **M21** esiintyi aktiivista mikrobikasvua.



**Kuva 4.3.17.** Rakennevahvuudet vastasivat suunnitelmia.



**Kuva 4.3.18.** VSS-tilan mv.seinän eristetilasta havaittiin pukuhuoneeseen P30 merkittävää (punainen) ilmavuotoa pilarin takaa ja vähäistä patterikannakkeista (keltainen).

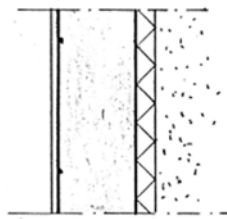


**Kuva 4.3.19.** Tilassa P28 havaittiin pistemäinen ilmavuoto lattiapäällysteen ylönoston reunan takaa.

### Maanvastaiset ulkoseinät – Näyttämön koneistosyvennyks

Rakennearvauksen **R10** perusteella rakennuksen alle jäävä näyttämön koneistotilan maanvastainen seinärakenne vastaa suunnitelmia (Ks3, kuva 4.3.20) sekä kosteusteknisesti VSS-tilan seinärakennetta Ks2, johon ei liity kosteusteknisiä riskejä ilman ylimääräistä kosteusrasitusta. Avauksen perusteella seinän EPS-eristeen ulkopuolella on hiekkatäyttö. Ulkoseinälinjalla rakenteessa Ks4 (kuva 4.3.21) on sisäpuolinen lämmöneriste (mineraalivilla), jonka sisäpuolella on höyrynsulkumuovi ja levyseinä (lujalevy). Lämmöneristeessä voi esiintyä mikrobikasvua, mikäli täyttömaasta siirtyy kosteutta seinärakenteeseen. Avausten **R08** ja **R09** kautta mineraalivillaeristeistä otetuissa näytteissä **M39** ja **M40** ei esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa (taulukko 4.3). Tilassa havaittiin kuitenkin erittäin voimakasta mikrobiperäistä hajua, jonka alkuperää ei varmuudella kyetty selvittämään. Merkkiainetutkimuksissa ylempää ulkoseinän vaurioalueelta havaittiin merkittävää ilmavuotoa salin puulattian alta syvennyksen reunoilta, joka voi selittää hajuhavainnon. Syvennyksen olemattoman ilmavaihdon vuoksi haju voi olla peräisin pienestäkin paikallisesta mikrobivauriosta.

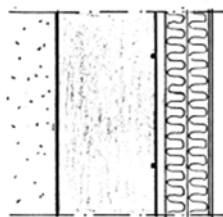
**Ks 3** NÄYTTÄMÖN TUOLIVARASTON SEINÄ



PINTAKÄSITTELY RAK.SELITYS  
TER. BETONI 200 MM  
VAAHTOMUOVILEVY 50 MM  
KIINNITYS BITUMILLA (KOSTEUSERISTYS)

**Kuva 4.3.20.** Näyttämökoneiston maanvastainen seinärakenne Ks3 rakennuksen alla.

**Ks 4** NÄYTTÄMÖN TUOLIVARASTON SEINÄ

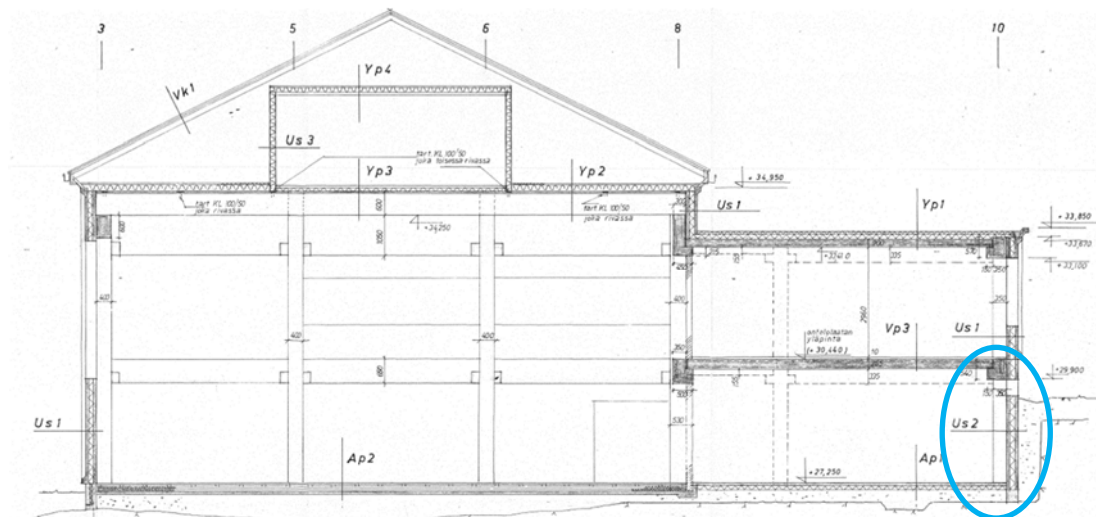


1-KERT. KOSTEUSERISTYS RAK.SELITYS  
PINTAKÄSITTELY RAK.SELITYS  
TERÄSBETONI 280 MM  
MIN. VILLA KT 2x50 MM TAI VAST.  
RISTIKOOLAUS 50x50 k 600  
MUOVIKALVO 0,2MM  
LUJALEVY 75MM

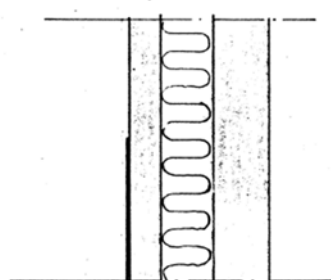
**Kuva 4.3.21.** Näyttämön koneistotilan maanvastainen seinärakenne Ks4 ulkoseinälinjalla.

### Maanpaine-elementit

Rakennuksen sisäpuolella pohjakerroksen ulkoseinä on osin maanpinnan alapuolella (kuva 4.3.22). Rakenteena on maanpaine-elementti (Us2, kuva 4.3.23), jossa teräsbetonikuorten välissä on lämmöneristeenä mineraalivilla, jossa saattaa esiintyä mikrobikasvua, mikäli rakenteeseen pääsee vettä esim. ulkopuolisen kosteuseristyksen vauriokohdista tai ikkunaliittymistä.



**Kuva 4.3.22.** Rakennuksen sisäpihan puolella ulkoseinärakenne Us2 on osin maanvastainen.



$K = 0,37$

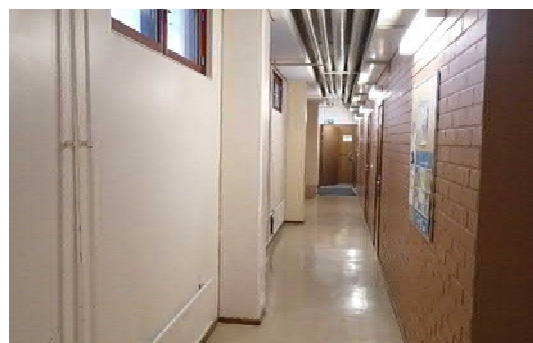
**1 KERT. KOSTEUSERISTYS RAK.SELITYS**  
**PINTAKÄSITTELY RAK.SELITYS**  
**TER.BET. 65 MM**  
**MIN.VILLA KOL-E 100 MM TAI VAST.**  
**TER.BET. 115 MM**

**Kuva 4.3.23.** Maanpaine-elementti Us2 sisäpihan puoleisessa, osin maanvastaisessa seinässä.

Avausten R13 – R17 perusteella rakenne vastaa suunnitelmia (kuvat 4.3.24 – 4.3.27, ks. myös kuvat 4.1.17 ja 4.1.18). Materiaalinäytteiden **M1**, **M2**, **M3**, **M4** ja **M5** perusteella elementtien lämmöneristeet ovat laaja-alaisesti kosteus- ja mikrobivaurioituneet. Viidestä näytteestä ainoastaan yhdessä ei esiintynyt tavanomaisesta poikkeavaa mikrobistoa. Vaurioita esiintyy myös elementin maanpinnan yläpuolisessa osassa. Merkkiainetutkimuksissa havaittiin elementtien eristetilasta merkittävää ilmavuotoa sisälle erityisesti pilarien kohdilta.



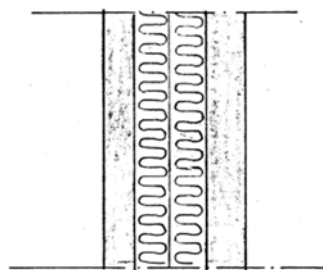
**Kuva 4.3.24.** Sisäpihan puolella ulkoseinät ovat osin maanvastaisia maanpaine-elementtejä.



**Kuva 4.3.25.** Pohjakerroksen maanpaine-elementtejä sisäpuolelta käytävästä P09.

### Maanpinnan yläpuoliset seinärakenteet

Lähtötietojen perusteella yleisimpänä ulkoseinärakenteena on teräsbetoninen sandwich-elementti (Us1, kuva 4.3.26). Lämmöneristeinä on mineraalivillaa, jossa voi esiintyä mikrobikasvua, mikäli eristetilaan pääsee kosteutta eikä seinän tuuletus ole riittävä. Suurin riski kosteuden pääsulle eristetilaan on elementtisaumojen sekä ikkunaliitosten kautta. Ikkunoiden puuosien huonon kunnon ja vesipellin riittämättömän kallistuksen vuoksi myös karmien tilkevälin mineraalivillassa voi esiintyä mikrobikasvua. Ikkunarakenteessa ei ole vastapeltiä (myrskypeltiä). Ikkunoiden alla on kuitenkin vain vähän tasaista (pesubetonipinta) seinäpintaa, minkä vuoksi veden nousu seinäpintaa pitkin tuulen vaikutuksesta on vähäistä.



PINTAKÄSITTELY		RAK. SELITYS	
TER. BET.	60 MM		
MIN. VILLA	KOL-E	2x70	TAI VAST
TER. BET	80 MM		

**Kuva 4.3.26.** Yleisin ulkoseinärakenne Us1.

Ulkoseiniin tehtyjen 21 sekä ikkunoihin tehtyjen 10 rakenneavauksen perusteella elementtien rakenteen todettiin vastaavan rakennevahvuuksien pieniä vaihteluita lukuun ottamatta suunniteltua. Avausten kautta seinän lämmöneristeistä otetuista 24 materiaalinäytteistä kolmessa esiintyi aktiivista mikrobikasvua (**M10**, **M12** ja **M13**) ja kahdessa näytteessä poikkeavaa lajistoa (**M14** ja **M31**). Kaikkiaan 19 näytteessä ei esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa.

Näyte **M10** otettiin ruokasalista ikkunarakenteiden kautta tapahtuneen kosteusvaurion kohdalta (kuva 4.3.27). Avauksen kohdalla rakenteessa oli muurahaispesä. Näytteet **M12**, **M13** ja **M14** otettiin liikuntasalin seinien alaosaan ja näyte **M31** IP-kerhohuoneesta 109. Tulosten perusteella ulkoseinäelementeissä esiintyy paikallisia, pienialaisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Pistokoemaisesti tiloista P02 (avaukset R21 ja R24), P03 (R27 ja R28) ja 107 tehdyissä merkkiainetutkimuksissa havaittiin ulkoseinien eristetiloista systemaattisia ilmavuotoja erityisesti huonokuntoisten ikkunoiden liittymien kautta sekä pilarien takaa elementtisaumojen kohdilta (kuva 4.3.28).



**Kuva 4.3.27.** Ruokasalissa ikkunan alla olevan kosteusvauriojäljen kohdalla seinän lämmöneristeet ovat mikrobivaurioituneet (näyte **M10**) ja eristetilassa havaittiin muurahaispesä.



**Kuva 4.3.28.** Ulkoseinien eristetiloista havaittiin systemaattisia merkittäviä ilmavuotoja (punainen) pilarien takana olevista elementtisaumoista sekä ikkunaliittymistä.

Puusiin ikkunakarmeihin tehtyjen avausten kautta todettiin, että karmiväleissä ei ole käytetty mineraalivillatilkkeitä vaan välejä on täytetty uretaanilla. Ikkunoiden puuosat ovat yleisesti huonokuntoisia ja paikoin lahoja (esim. kuva 4.3.29). Karmien pinnoilla on myös runsaasti vesivuotojälkiä, jotka eivät näytteen **M33** perusteella ole kuitenkaan välttämättä johtaneet puun mikrobivaurioitumiseen. Sen sijaan varaston 108 kastuneessa apukarmissa esiintyi aktiivista mikrobikasvua (näyte **M36**, kuva 4.3.30).



**Kuva 4.3.29.** Ikkunoiden puuosat ovat yleisesti huonokuntoisia ja paikoin lahoja.



**Kuva 4.3.30.** Varaston 108 ikkunan apukarmin puu oli märkää ja siinä esiintyi mikrobikasvustoa.

### 4.3.3 Väliseinät

Rakennuksen väliseinät ovat yksittäisiä seinä lukuun ottamatta puhtaaksimuurattuja kalkkihiiekatiiliseiniä. Nykyisen iltapäiväkerhon tilan ja viereisen opetustilan välisessä äänieristysseinässä on kahi-tiilien välissä mineraalivillakerros. Mineraalivillasta läheltä ulkoseinää otetussa näytteessä **M29** ei esiintynyt poikkeavaa mikrobistoa. Porrashuoneiden vastaiset seinät ovat betonirakenteiset. Tiili- ja betonirakenteisiin väliseiniin ei sisälly kosteusteknisiä riskejä, mikäli rakenteisiin ei kohdistu ylimääräistä kosteusrasitusta.

Keittiötilassa varaston P27 väliseinät sekä keittiön ja ruokasalin välinen seinä on suunnitelmien mukaisesti levyrakenteinen. Seinäpinnat ovat aistinvaraisesti hyväkuntoiset eikä seinissä avaus-ten **R50** ja **R51** perusteella ole vaurioituvia eristemateriaaleja. Kylmiöiden seinät ovat avaus-ten **R52** ja **R53** perusteella polyuretaanieristeisiä elementtiseiniä, jotka eivät ole herkkiä vaurioitumaan kosteuden vaikutuksesta.

### 4.3.4 Välipohjat

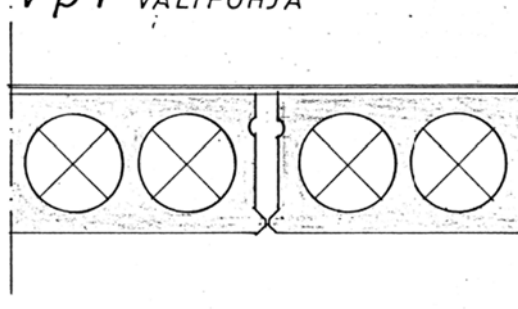
**Välipohjarakenteet vastasivat VSS-tilan kattoa lukuun ottamatta suunnitelmia eikä niissä ollut herkästi kosteudesta vaurioituvia materiaaleja.**

Yleisimpänä välipohjarakenteena rakennuksessa on ontelolaatasto (Vp1, kuva 4.3.31). Rakenteeseen ei sisälly kosteusteknisiä riskejä, mikäli rakenteisiin ei kohdistu ylimääräistä kosteusrasitusta.

VSS-tilan kohdalla suunniteltu välipohjarakenne Vp2 (VSS-tilan katto) on esitetty kuvassa 4.3.32. Keittiötilasta tehdyn kahden rinnakkaisen avauksen (**R18**) perusteella kantavan teräsbetonilaatan päällä on suunnitelmasta poiketen kevytbetonia 130 mm, pintalaatta 60 mm ja klinkkerilaatta.

Puu- ja metallityöluokan lattiana on välipohjarakenne Vp3 (kuva 4.3.33). Rakenteeseen ei sisälly kosteusteknisiä riskejä, mikäli rakenteisiin ei kohdistu ylimääräistä kosteusrasitusta.

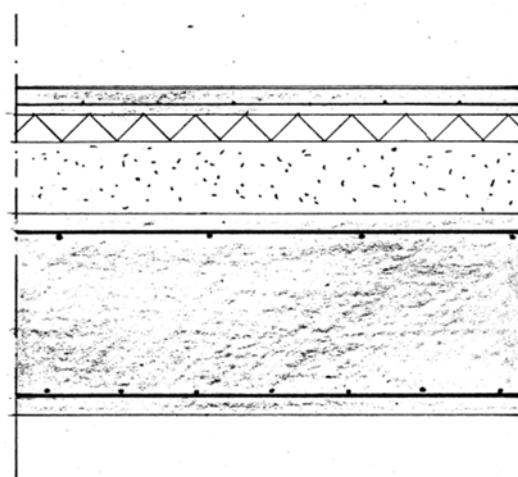
## Vp1 VÄLIPOHJA



PINTAMATERIAALI JA -KÄSITTELY RAK. SELITYS  
TASOITE  
ONTELOLAATTA 265/1200

Kuva 4.3.31. Yleisin välipohjarakenne Vp1.

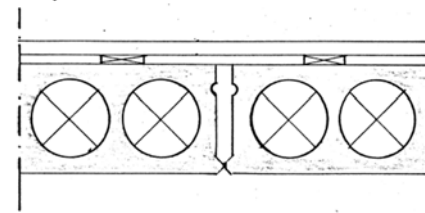
## Vp2 VSS:N KATTO



PINTAMATERIAALI RAK. SELITYS  
TER. BET. LAATTA 60 MM, BY8 LUOKKA BY-4  
TERÄKSET B-STG N°013 LEVYNÄ  
HÖYRYSULKU MUOVIKALVO 0,2, LIMITIYYS  $\leq 200$   
VAAHTOMUOVILEVY 50 MM p= 20  
KUIVA HIEKKA  
TER. BET. LAATTA 400 MM

Kuva 4.3.32. Välipohja VSS-tilojen yläpuolella poikkesi suunnitellusta. Pohja- ja pintalaatan välissä oli 130 mm kerros kevytbetonia.

## Vp3 PUU- JA METALLITYÖLUOKAN LATTIA



PINTAKÄSITTELY RAK. SELITYS  
LATTIALAUTA 34 MM  
KOOLAUS 25x100 k 500  
ONTELOLAATTA 265/1200

Kuva 4.3.33. Välipohja Vp3 (Puu ja metallityöluokan lattia).

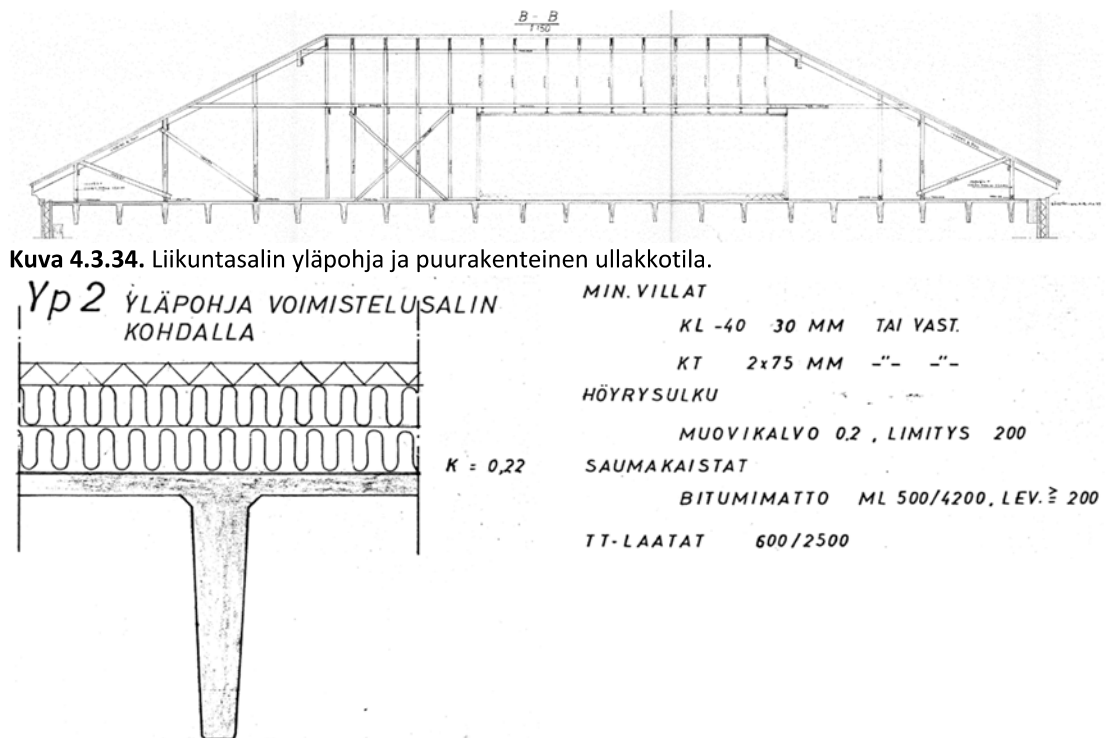


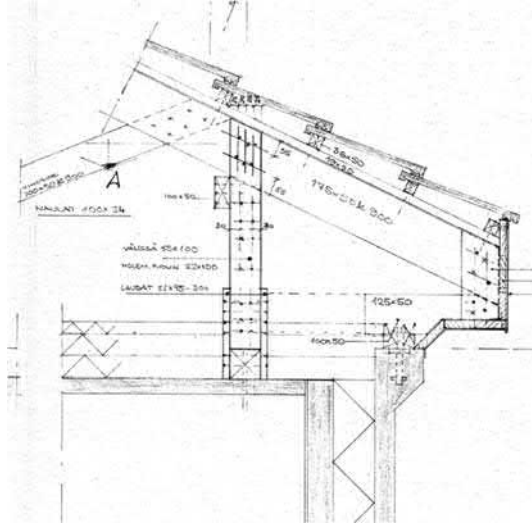
### 4.3.5 Yläpohjat

**Yläpohjarakenteet vastaavat suunnitelmia. Ullakkotilan tuulettuminen on heikkoa, tilassa ei kuitenkaan havaittu vesivuotojälkiä ja puurakenteet olivat hyväkuntoiset. Tiilivesikate ja aluskate olivat hyväkuntoiset.**

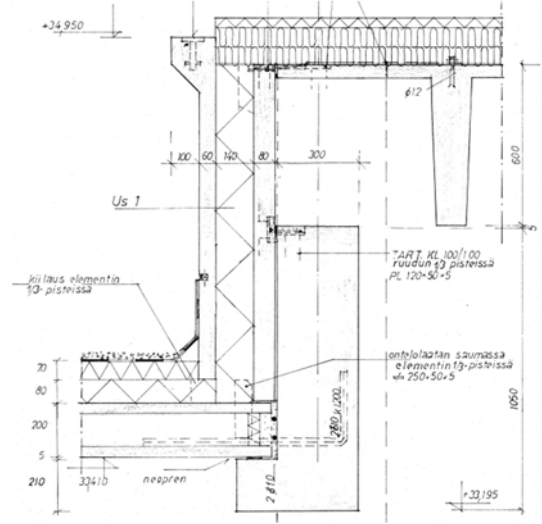
Rakennus on liikuntasalin osalta aumakattoinen, muuten tasakattoinen. Saadun tiedon mukaan tasakaton saneerausta oltiin aloittamassa tutkimusta tehtäessä, minkä vuoksi siihen ei kohdistettu tutkimuksia.

Liikuntasalin yläpohjarakenteena on betoninen TT-laatta, jonka päällä on höyrynsulkumuovi ja lämmöneristys (mineraalivilla, kuva) (kuvat 4.3.34 ja 4.3.35). Ulkoseinien eristetila ulottuu suunnitelmien mukaan yhtenäisenä yläpohjan eristetilaan (kuvat 4.3.36 ja 4.3.37). Räystäsdetaljissa ei esitetä räystäältä tapahtuvaa tuuletusta vaan puurakenteinen räystääs on pellitetty seinäelementin yläpinnasta vesikatteeseen asti. Räystäällä ei kuitenkaan ole vastapeltiä, joskin seinäelementin muotoilu vähentää sadeveden nousua seinäpintaa pitkin tuulen vaikutuksesta. Arviointikäynnin havaintojen perusteella tiilivesikate sekä aluskate ovat hyväkuntoiset eikä liikuntasalin katosta ole havaittu vesivuotoja.





**Kuva 4.3.36.** Rästäsdetalji.



**Kuva 4.3.37.** Rästäsdetalji liikuntasalin ja tasa-kattoisen osan liitoksesta.

Yläpohjan ja vesikaton kuntoa arvioitiin aistinvaraisesti ullakolta. Ullakkotila on osin matalaa ja sen tuulettuvuus on heikkoa. Puurakenteet ovat kuitenkin hyväkuntoiset eikä ullakkotilassa havaittu vesivuotojälkiä (kuvat 4.3.38 – 4.3.41). Tiilivesikate ja aluskate ovat hyväkuntoiset.



**Kuvat 4.3.38-39** Ullakkotilan tuulettuvuus oli heikkoa, puurakenteet olivat kuitenkin hyväkuntoiset eikä tilassa havaittu vesivuotojälkiä.



**Kuva 4.3.40.** Rakennuksen koillisreunalla raitisilmakanava jakaa ullakkotilan kahteen osaan.



**Kuva 4.3.41.** Aluskate oli hyväkuntoinen ja riittävästi limitetty.

#### 4.3.6 Portaikot, alustila, kuilut ja kanaalit

Sekä pääportaiden umpinaisesta alustilasta että putkikanaalista havaittiin merkittäviä ilmapuotoja sisäilmaan. Portaiden alla ei kuitenkaan havaittu vaurioituvaa materiaalia ja putkitunneli oli koko seurantajakson lievästi alipaineinen sisätiloihin nähden. Havaitut ilmapuodot on suositeltavaa tiivistää.

Pääsisäänkäynnin kohdalla olevan porrashuoneen P01 portaikon alla on umpinainen alustatila, jonne ei rakenneavausten R54 – R56 perusteella ole jätetty muottilautoja tai muuta vaurioituvaa materiaalia. Merkkiainetutkimuksin alustilasta todettiin merkittävä ilmapuoto sisälle patterin takana olevasta reiästä (kuvat 4.3.42 – 4.3.43).

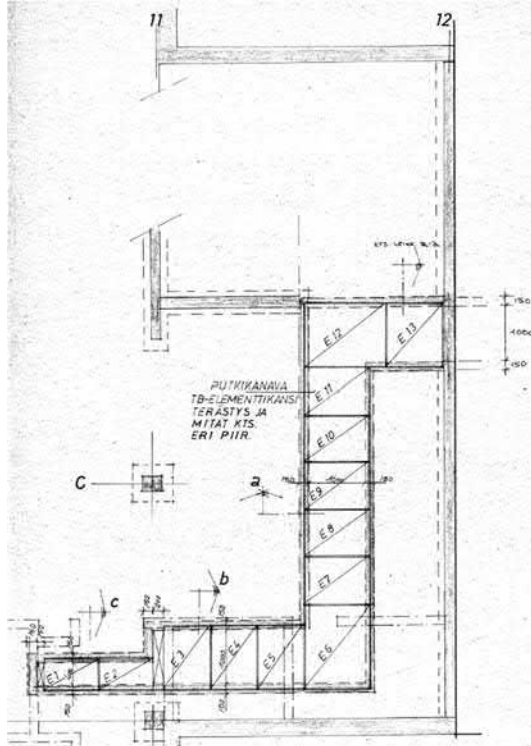


**Kuva 4.3.42.** Hallin P01 portaikoiden ja porrastasanteen alla olevassa ilmatilassa ei havaittu muottilautoitusta tai muuta vaurioituvaa materiaalia.

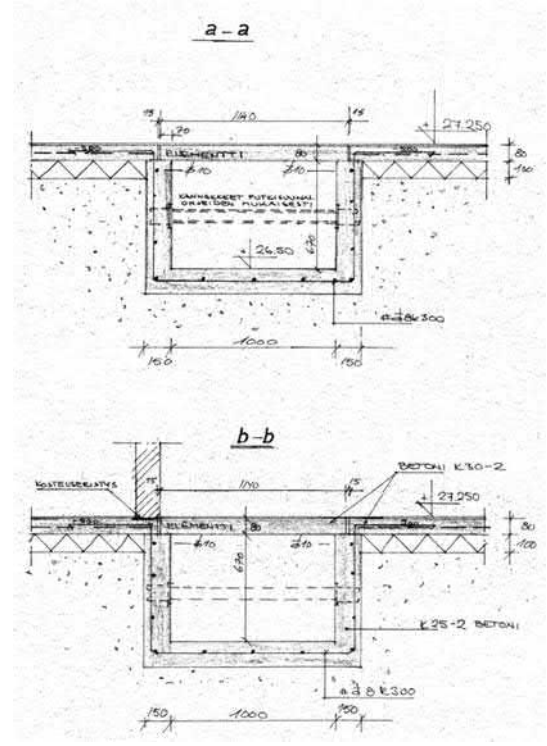


**Kuva 4.3.43.** Porrastasanteen alta todettiin merkittävä ilmapuoto patterin takana olevasta reiästä.

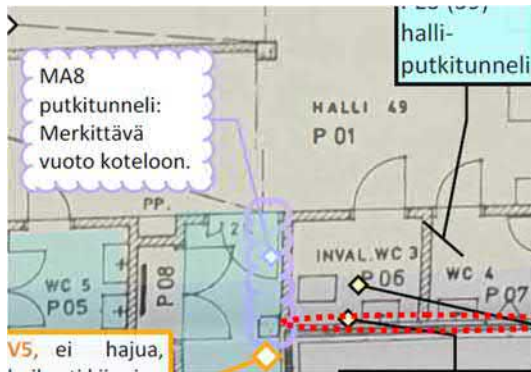
Porrashuoneen alla kulkee putkitunneli (kuvat 4.3.44 ja 4.3.45), joka jatkuu koko vanhan osan läpi sen toisessa päässä olevaan pannuhuoneeseen. Avausten R57 (kaksi vierekkäistä avausta) perusteella rakenne vastaa ainakin materiaaleiltaan suunnitelmia. Tunnelista havaittiin merkittävää ilmapuotoa käytävällä P09 olevaan putkikoteloon (kuvat 4.3.46 ja 4.3.47). Paine-eroseurannan PE3 perusteella putkitunneli on jatkuvasti koko seurantajakson 1 – 5 Pa alipaineinen sisätiloihin nähden, jolloin ilmaa ei kulkeudu tunnelista sisätiloihin.



**Kuva 4.3.44.** Putkitunnelin sijainti porrashuoneen P01 alla.



**Kuva 4.3.45.** Betonielementtirakenteisen putkitunnelin leikkauskuvat a-a ja b-b.



**Kuva 4.3.46.** Hallin P01 ja wc-tilojen P06 ja P07 alla kulkevasta tunnelista havaittiin merkittävää ilmapuotoa putkikotelosta. Putkikotelo ei ole esitetty piirustuksessa.



**Kuva 4.3.47.** Putkiläpivientien kohdalla oli merkittävä ilmapuoto kohta putkitunneliin.

## 4.4 Sisäilmatutkimukset

Tässä kappaleessa on esitetty yhteisesti kaikissa rakennusosissa tehtyjen sisäilmatutkimusten tulokset. Tiloissa ei suoritettu sisäilman olosuhdemittauksia, koska tilat eivät kesäloman vuoksi olleet normaalissa koulukäytössä

### 4.4.1 Painesuhteet

**Rakennuksen ilmanvaihto on pääosin hyvin tasapainossa, ja tilat ovat valtaosan ajasta suositusten mukaisesti lievästi alipaineisia ulkoilman suhteen. Päiväaikaan osa tiloista kuitenkin ylipaineistuu lievästi pitkiksi ajoiksi. Putkitunneli on suositusten mukaan jatkuvasti alipaineinen sisätiloihin.**

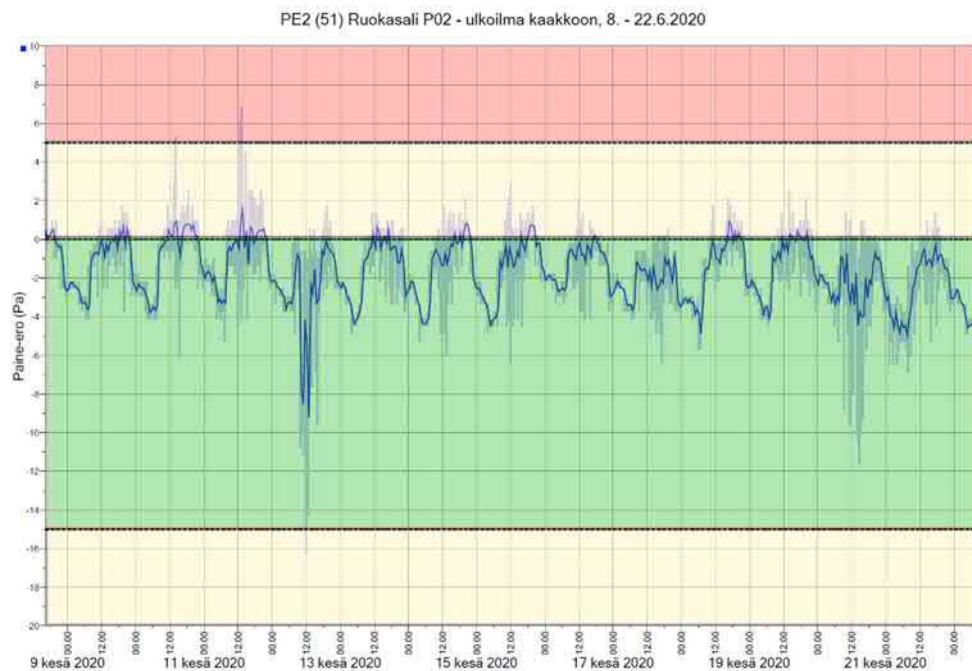
Ilman kulkusuuntien sekä ilmanvaihdon yleisen toiminnan selvittämiseksi rakennuksessa suoritettiin paine-eroseurantamittauksia rakennuksen ulkovaipan yli. Mittauksia tehtiin ulkoilman ja sisätilan välillä eri ilmansuuntiin kaikissa kerroksissa sekä sisätilan ja putkitunnelin välillä. Mittausten aikana ilmanvaihto oli normaalissa käyttötilassa. Yhteenvedo mittaustuloksista on esitetty taulukossa 4.4.1 Tuloskuvaajat on esitetty liitteessä 6 ja esimerkinomaisesti tässä kappaleessa. Kuvaajissa suositusten mukainen paine-ero on merkitty vihreällä taustaväriellä.

**Taulukko 4.4.1** Yhteenvedo paine-eroseurantojen tuloksista seurantajaksolla 8. – 22.6.2020. Numeerisissa arvoissa ei ole huomioitu ilmapuototutkimusten ajaksi tehtyjä ali- ja ylipaineistuksia.

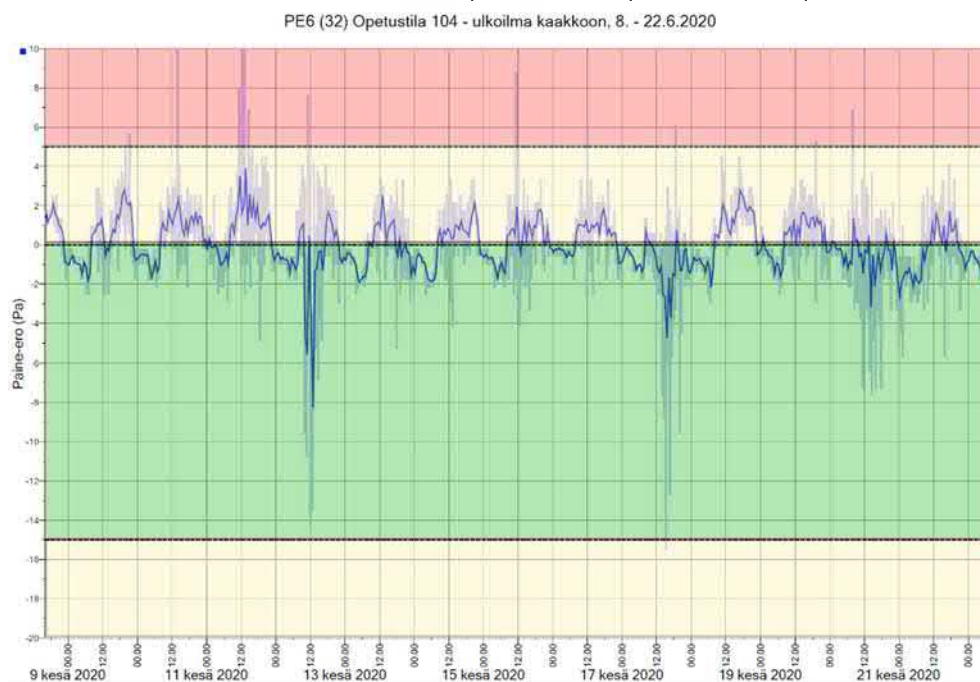
Tunnus	Tila	Paine-eroka/min-max (Pa)	Paine-eron pysyvyys	Arvio
PE1	VSS K2 – ulkoilma koilliseen	-0,5 (-1...0)	jatkuvasti lievästi alipaineinen	Jatkuvasti suositusten mukainen
PE2	Ruokasali P02 – ulkoilma kaakkoon	-2 (-5...+2)	Öisin selvästi alipaineinen, päivisin lähes nollassa	suositusten mukainen, päivittäin hetkellisesti lievästi ylipaineinen
PE3	Halli P01 - putkitunneli	+2 (+1...+5)	Halli jatkuvasti lievästi ylipaineinen tunneliin nähden	suositusten mukainen, ilma kulkee sisältä kohti tunnelia
PE4	Käytävä P09 – ulkoilma lounaaseen	-2 (-6...+4)	Öisin selvästi alipaineinen, päivisin lievästi ylipaineinen	Päivisin pitkiä jaksoa toistuvasti lievän ylipaineinen
PE5	IP-Kerho 109 – ulkoilma luoteeseen	-5 (-9...0)	jatkuvasti lievän alipaineinen	Jatkuvasti suositusten mukainen
PE6	OT 104 – ulkoilma kaakkoon	0 (-4...+3)	Öisin alipaineinen, päivisin ylipaineinen	Päivisin pitkiä jaksoa toistuvasti lievän ylipaineinen
PE7	Tekninen 107 – ulkoilma lounaaseen	-1 (-4...+4)	Öisin alipaineinen, päivisin ylipaineinen	Päivisin pitkiä jaksoa toistuvasti lievän ylipaineinen

Rakennuksen ilmanvaihto on paine-eroseurantojen perusteella pääosin hyvin tasapainossa, ja tilat ovat suurimman osan ajasta suositusten mukaisesti lievän alipaineiset ulkoilmaan nähden. Ilmanvaihtokoneiden käyntijaksot vaikuttavat kuitenkin painesuhteisiin siten, että öisin yleisilmanvaihdon hiljentyessä tilat alipaineistuvat selvemmin ja päiväaikaan paine-ero ulkoilmaan on lähellä nollassa, osassa tiloista lievän ylipaineinen (kuvat 4.4.1 ja 4.4.2). Paine-eron vaihtuessa alipaineisesta ylipaineiseksi, myös ilman kulkusuunta rakenteiden ilmapuotoreittien kautta vaihtuu. Ylipaineisessa rakennuksessa sisäilmaa ja sen sisältämää kosteutta kulkeutuu rakenteisiin, jossa se voi tiivistyä kylmälle pinnalle. Alipaineisessa tilassa rakenteiden kautta on mahdollista

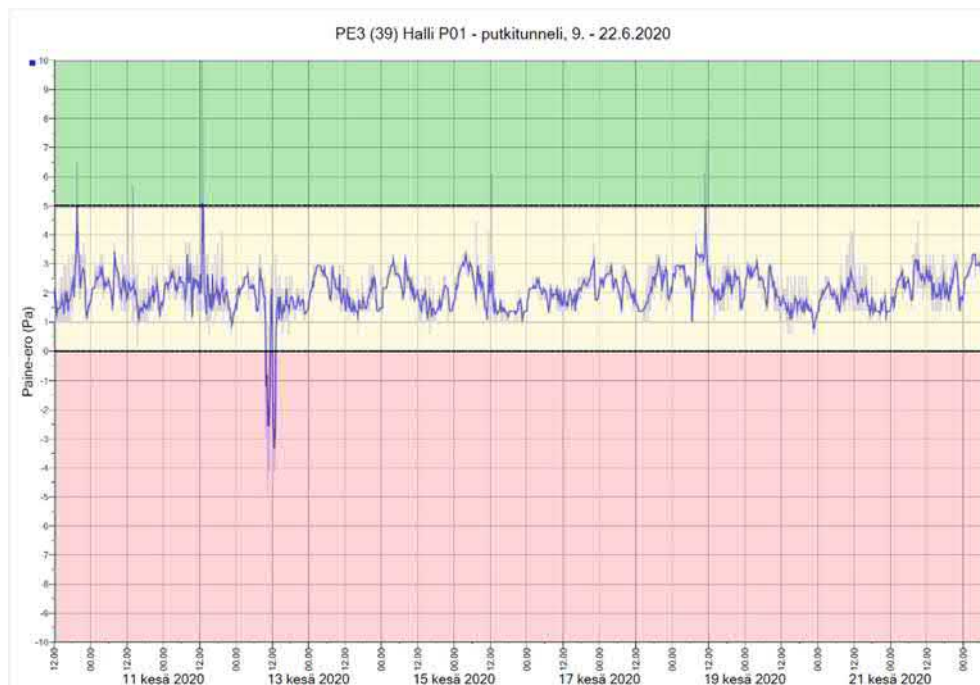
kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan. Sisätilat ovat suositusten mukaisesti jatkuvasti ylipaineiset putkitunneliin nähden (kuva 4.4.3).



**Kuva 4.4.1.** Ruokasali P02 on koko seurantaajan lievästi alipaineinen ulkoilmaan. Päiväaikaan paine-ero on lähes nollassa ilmanvaihdon toimissa täydellä teholla, yöaikaan tilat alipaineistuvat lievästi.



**Kuva 4.4.2.** Opetustilan 104 paine-ero ulkoilmaan nähden vaihtelee päivän ylipaineisesta yöajan alipaineiseen.



Kuva 4.4.3. Sisätilat (Halli P01) ovat koko seurantajakson ajan lievästi ylipaineiset putkitunneliin nähden.

## 4.4.2 Teolliset mineraalikuidut

Geeliteippinäytteiden perusteella rakennuksen sisäilmassa on yleisesti toimenpiderajan ylittäviä pitoisuuksia teollisia mineraalikuituja. Kuitulähteenä toimivat ilmanvaihtojärjestelmän äänenvaimentimet sekä sisäpintojen vanhat, reunoiltaan pinnoittamattomat akustiikkalevyt. Ilmanvaihtojärjestelmän kuitulähteet on suositeltavaa kartoittaa kattavasti ja korvata materiaaleilla, joista ei irtoa teollisia mineraalikuituja. Vanhat akustiikkalevyt on suositeltavaa uusia.

Teollisten mineraalikuitujen esiintymistä sisäilmassa selvitetiin kahden viikon laskeumanäytteillä. Tämän lisäksi mitattiin kuitupitoisuuksia tuloilmajärjestelmän sisäpinnoilta. Yhteenveto kuitunäytteiden tuloksista on esitetty taulukossa 4.4.2.

Otetuista 11 laskeumanäytteestä Asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyi seitsemässä (K2, K3, K6 ja K8 – K11) ja ainoastaan yhdessä näytteessä (K5) kuituja ei havaittu lainkaan. Lisäksi osassa tuloilmajärjestelmän sisäpinnoilta otetuista näytteistä esiintyi korkeita (KT4 ja KT5) tai lievästi koholla olevia kuitupitoisuuksia (KT8 ja KT7). Tavanomaisesta poikkeavia kuitupitoisuuksia todettiin kaikkien rakennusta palvelevien tuloilmakoneiden kanavista. Kanavat olivat lisäksi likaisia, mikä vaikeutti myös kuitunäytteiden analyysiä (Ks. kappale 4.5.1).

**Taulukko 4.4.2.** Yhteenvedo kuitunäytteistä. Kanavanäytteiden sekä laskeumanäytteissä toimenpide-  
rajan ylittävät pitoisuudet on ilmoitettu numeerisina tuloksina teippinäytteistä.

(Laboratorio: \*Näyteteippiä ei voitu laskea mikroskooppisesti, koska siihen oli tarttunut hyvin runsaasti pölyä. Kuituja kuitenkin havaittiin. \*\*Runsas pölymäärä vaikeutti kuitupitoisuuden tarkkaa määrittämistä)

Näytteenottoaika		Näyte- tunnus	14 vrk laskeuma kpl/cm <sup>2</sup> (liite 4)	tuloilmakanava kpl/cm <sup>2</sup> (liite 5)
Tila	Kuvaus			
<b>VANHA OSA, LUOKAT, TK-12</b>				
P22	Keittiö, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K1	yksittäisiä kuituja	
P02	Ruokasali, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K2	0,21	
P02	Ruokasali, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K3	0,86	
P02	Ruokasali, tuloilmakanava	KT8		16
IVKH	TK1 runkokanava äänenvaimentimen jälkeen	KT1		*
P10	Pukuhuone, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K4	yksittäisiä kuituja	
P11	Pukuhuone, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K5	ei kuituja	
P10	Pukuhuone, tuloilmakanava (TK2)	KT7		21
P03	Liikuntasali, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K6	0,57	
P03	Liikuntasali, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K7	yksittäisiä kuituja	
IVKH	PK4, poistokoneen palautusilmakanava	KT2		6,3**
IVKH	TK4, raitisilma-/palautusilmakammio	KT3		7,1
IVKH	TK4, puhallinkammio	KT4		>143
109	IP-kerho, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K8	0,50	
105	OT2, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K9	0,71	
106	OT1, tuloilmakanava (TK3)	KT6		9,6
104	OT3, 14 vrk pölylaskeuma maljalle	K10	0,36	
104	OT3, tuloilmakanava (TK3)	KT5		41
107	Tekninen, 14 vrk pölylaskeuma	K11	0,21	

Tulosten perusteella merkittävimminä kuitulähteinä toimivat ilmanvaihtojärjestelmän äänenvaimennusmateriaalit. Lisäksi rakennuksen sisäpinnoilla on runsaasti vanhoja, reunoiltaan pinnoittamattomia akustiikkalevyjä, jotka ovat osin rikkoutuneet (kuvat 4.4.4 ja 4.4.5). Osa levyistä on sijoitettu suoraan tuloilmasuihkuun (tummentuneet alueet levyissä), jolloin kuituja irtoaa helposti ilmavirtauksen vaikutuksesta. Vanhojen akustiikkalevyjen sidosaineet ovat voineet ajan kuluessa myös haurastua, jolloin levyistä voi irrota kuituja ilman voimakkaita ilmavirtojakin.



**Kuva 4.4.4.** Ruokasalin katossa on alkuperäiset akustiikkalevyt, jotka voivat toimia teollisten mineraalikulujen lähteinä.



**Kuva 4.4.5.** Reunoiltaan pinnoittamattomat ja pinnoiltaan osin rikkoontuneet akustiikkalevyt ovat värjäytyneet tuloilmasuihkuun vaikutuksesta.



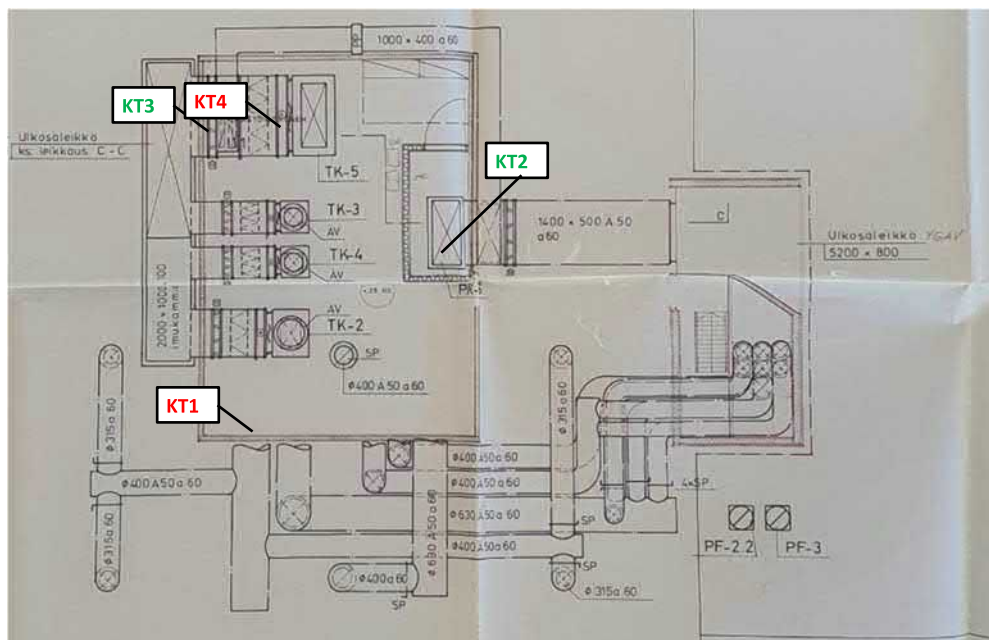
## 4.5 LVI-järjestelmän tutkimukset

### 4.5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja teollisen mineraalikuidut

Ilmanvaihtojärjestelmä on toteutettu erillisin tuloilmakonein ja katolla sijaitsevin huippuimurein ilman lämmöntalteenottoa. Liikuntasalissa on erillinen poistoilmakone PK-4, josta johdetaan palautusilmaa tuloilma- ja poistoilma-kanaville. Vaikka tuloilmakoneet ovat ikänsä hyvikuntoiset ja pääosin siistit, tulee peruskorjauksen yhteydessä harkita koko ilmanvaihtojärjestelmän uusimista energiatalouden ja sisäilman laadun parantamiseksi. Poistokoneessa PK-4 sekä kaikkien tuloilmakoneiden äänenvaimentimissa on ainoastaan reikäpellillä päällystettyä iäkstä mineraalivillaa, josta voi irrota kuituja tuloilmaan. Tuloilmakanavat ovat osin likaiset ja järjestelmästä otetuista kuitunäytteistä havaittiin korkeita kuitupitoisuuksia.

Alkuperäisten ilmanvaihtokuvien perusteella rakennuksessa on ullakolla sijaitsevassa, erillisessä ilmanvaihtokonehuoneessa neljä tuloilmakonetta sekä VSS-tiloissa väestönsuojapuhallin TF-1 (kuva 4.5.1 ja 4.5.2). Ilmanvaihtokuvissa koneet on nimetty TK-2...TK-5, mutta konehuoneessa koneet on nimetty TK-1...TK-4 (kuva 4.5.3). Jatkossa viitataan konehuoneen numerointiin, koska se lienee paremmin ajan tasalla.

Tuloilmakoje TK-1 palvelee ruokalaa ja keittiötä, joiden poistoilmakoneena toimivat huippuimurit PF-1.1 ja PF-1.2 tasakatolla. Sosiaali-tiloja palvelee tuloilmakoje TK-2 (poistona huippuimuri PF-2) ja luokkatiloja TK-3 (huippuimuri PF-3). Liikuntasalia palvelevat tulo- ja poistoilmakoneet TK-4/PK-4. Lisäksi WC-tilojen poistoja varten on huippuimuri PF-5. Iltapäiväkerhon saneerautetuissa tiloissa on tilakohtainen ilmanvaihtokone.



**Kuva 4.5.1** Ullakon IV-konehuoneen ilmanvaihtokoneet alkuperäisissä IV-kuvissa. Koneet on sittemmin nimetty uudelleen TK-2 -> TK-1, TK-3 ->TK-2 jne. Kanavanäytteet KT1 – KT4.



**Kuva 4.5.2.** Tuloilmakoneet TK-3, TK-2 ja TK-4 ulakon IV-konehuoneessa.



**Kuva 4.5.3.** Tuloilmakoneet on nimetty uudelleen (TK-2 -> TK-1 jne).

### TK-1 Ruokasali ja keittiö

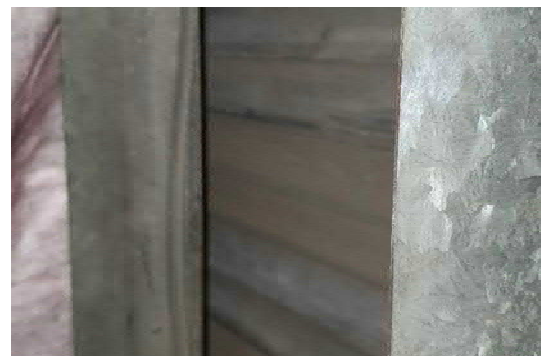
Ruokasalia ja keittiötä palvelevan tuloilmakoneen TK-1 suodattimet on koneen kyljessä olevan pöytäkirjan mukaan vaihdettu 1 – 2 kertaa vuosittain (kuva 4.5.4). Koneen raitisilmapelti sulkeutuu koneen sammussa, kuten kuuluukin (kuva 4.5.5). Suodatinkammion sisäpinta on päällystetty kankaalla, suodatinten laskeutumista kammion pohjalle ei ole estetty (kuva 4.5.6). Suodattimet ovat hyväkuntoiset, mutta lämpöpatterin likaantumisen perusteella ne eivät asennu tiiviisti (kuva 4.5.7 ja 4.5.8). Myös koneen luukkujen tiivisteet ovat huonokuntoiset.

Puhallinkammio on siisti ja kone on ikäisekseen hyväkuntoinen (kuva 4.5.9). Äänenvaimennuskammion sisäpinnalla mineraalivilla on päällystetty reikäpellillä (kuva 4.5.10). Villan ja pellin välissä ei ole kangasta estämässä kuitujen irtoamista tuloilmavirran mukaan (4.5.11). Äänenvaimentimen jälkeen runkokanavasta otetun teippinäytteen (**KT1**) kuitupitoisuutta ei kyetty laboratoriossa laskemaan runsaan pölyisyyden takia (kuvat 4.5.12 ja 4.5.13). Teipiltä kuitenkin havaittiin kuituja ja ruokasalin tuloilmakanavasta otetun näytteen (**KT8**) kuitupitoisuus oli lievästi koholla (taulukko 4.4.2)

Kone nro	Vaihtusalue	Suodattimet	Kpl	
TK-01	Ruokasali ja keittiö			
Pvm	Vaihtaja	Alkupaine	Loppupaine	Huom.
18.2.10	Sauli Rauhala	20 / 55	30 / 50	suodattimet vaihdettu
24.8.10	S. Vartiainen	20	40	suodattimet vaihdettu
18.12.10	Sauli Rauhala	20 / 50	40 / 45	suodattimet vaihdettu
10.1.11	S. Vartiainen		50 / 50	suodattimet vaihdettu
19.11.11	K. K.		50	suodattimet vaihdettu
14.2.12	K. K.	70	50	suodattimet vaihdettu

TrendiWell Oy Puh 020 740 2470, Fax 020 740 2471, sales@trendiwell.com, www.trendiwell.com

**Kuva 4.5.4.** TK-1 suodattimet on vaihdettu 1 – 2 kertaa vuosittain.



**Kuva 4.5.5.** Raitisilmapelti sulkeutuu tiiviisti koneen sammussa.



**Kuva 4.5.6.** Suodattimien laskeutumista kammion pohjalle ei ole estetty, lämmityspatterin pinta on likainen.



**Kuva 4.5.7.** Suodatinkammion pohjalla on runsaasti likaa (tuloilman kulkusuunnassa suodattimien jälkeen).



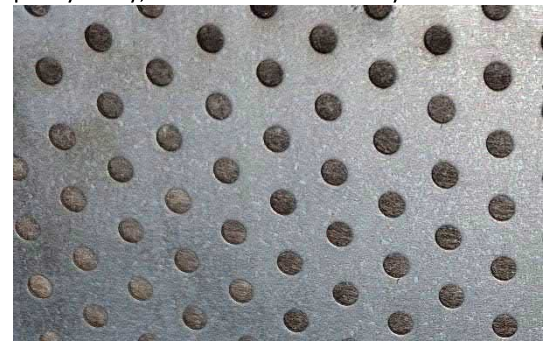
**Kuva 4.5.8.** Lämmityspatterin säleikön yläosa on likainen.



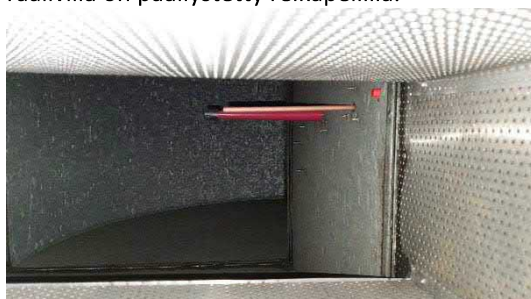
**Kuva 4.5.9.** Puhallinkammio on siisti ja kankaalla päällystetty, kone on ikäisekseen hyväkuntoinen.



**Kuva 4.5.10.** Äänenvaimennuskammiossa mineraalivilla on päällystetty reikäpellillä.



**Kuva 4.5.11.** Reikäpellin ja mineraalivilla välissä ei ole kangasta estämässä kuitujen irtoamista.



**Kuva 4.5.12.** Kuitunäyte **KT1** otettiin runkokanavasta äänenvaimennuskammion jälkeen.



**Kuva 4.5.13.** Kuitunäytteen **KT1** kuitupitoisuutta ei kyetty laskemaan pölyisyyden vuoksi (kuituja kuitenkin havaittiin)

### TK-2 Sosiaalilat

Sosiaali- ja pukuhuonetiloja palvelevan tuloilmakoneen TK-2 kunto vastaa pääpiirteittäin konetta TK-1. Suodatimet asentuvat tiiviimmin kuin koneessa TK-1 ja suodatinkammiossa on vähemmän irtoroskia (kuvat 4.5.14 ja 4.5.15). Äänenvaimennuskammioon ei ollut huoltoluukkua (kuva 4.5.16). Kammion seinässä olevasta reiästä todettiin kammiossa olevan reikäpellillä suojattu mineraalivilla sisäpintana (kuva 4.5.17). Runkokanavasta ei tarkastusluukun puuttumisen vuoksi saatu kuitunäytettä, mutta pukuhuoneen tuloilmakanavasta otetun näytteen (**KT7**) kuitupitoisuus oli lievästi koholla (taulukko 4.4.2).



**Kuva 4.5.14.** Koneen TK-2 suodatin asentuu tiiviimmin kuin koneen TK-1.



**Kuva 4.5.15.** Suodatinkammio on puhtaampi kuin TK-1:ssä.



**Kuva 4.5.16.** TK-2 äänenvaimennuskammioon ei ollut tarkastusluukkua vaan sisäpinnoite arvioitiin kammion kyljessä olleen reiän kautta.



**Kuva 4.5.17.** Kammion kyljessä olleesta reiästä todettiin akustiikkamateriaalina olevan reikäpellillä pinnoitettua mineraalivillaa.

### TK-3 opetustilat

Opetustilojen tuloilmakone on identtinen TK-2 kanssa (kuva 4.5.2), myös kunnoltaan. Opetustiloista otettujen laskeumanäytteiden **K9 – K11** kuitupitoisuudet ylittivät toimenpiderajan ja myös opetustilan 3 (H104) tuloilmakanavasta otetun näytteen **KT5** kuitupitoisuus oli korkea (taulukko 4.4.2). Tuloilmakanavasta opetustilassa 1 (H106) otetun näytteen **KT6** oli normaali. Tuloilmakanavat olivat opetustiloissa selvästi puhtaammat kuin pukuhuonetiloissa (kuvat 4.5.18 ja 4.5.19).



**Kuva 4.5.18.** Opetustilojen tuloilmakanavien pohjalla oli pölyä, mutta selvästi vähemmän kuin pukuhuoneetiloissa (kuva 4.5.19).



**Kuva 4.5.19.** Pukuhuoneen P10 tuloilmakanava oli pölyinen, pölyraja erottuu selvästi ”klo kolmessa ja yhdeksässä”.

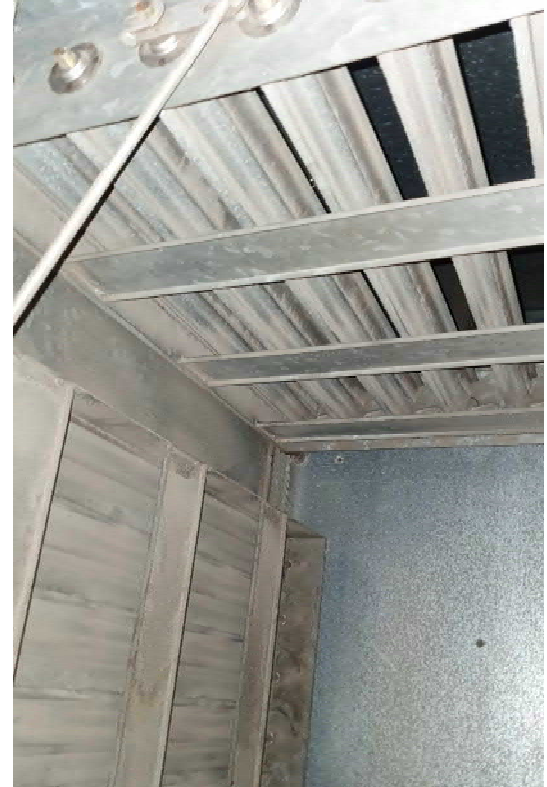
#### **TK-4/PK-4 Liikuntasali**

Liikuntasalia palvelevat erillinen tuloilmakone TK-4 ja poistoilmakone PK-4, josta johdetaan paluuilmaa tuloilmakoneelle TK-4 (kuvat 4.5.20 ja 4.5.21). Poistokoneen puhallinkammio on erittäin likainen ja päällystetty sisäpinnoiltaan mineraalivillalevyillä, jotka ovat osin rikkoontuneet (kuvat 4.5.22 – 4.5.24). Poistokoneelta tuloilmakoneelle lähtevässä kanavassa olevassa äänenvaimentimessa mineraalivilla on päällystetty reikäpellillä (kuva 4.5.25).

Poistokoneen PK-4 palautusilmakanavasta ja tulokoneen raitis-/palautusilmakammioista otettujen kanavanäytteiden **KT2** ja **KT3** kuitupitoisuudet olivat pieniä, mahdollisesti suurten ilmamäärien tai kuitulaskentaa vaikeuttaneen pölyisyyden vuoksi. Tuloilmavirrassa suodattimien jälkeen tulokoneen TK-4 puhalluskammioista otetun näytteen **KT4** kuitupitoisuus sen sijaan oli erittäin korkea (taulukko 4.2.2). Liikuntasalista otetuista kahdesta laskeumanäytteestä toisessa ylittyi Asumisterveysasetuksen toimenpideraja.



**Kuva 4.5.20.** Liikuntasalin tuloilmakoneelle TK-4 johdetaan palautusilmaa poistokoneelta PK-4.



**Kuva 4.5.21.** Tulokoneen TK-4 sammussa vasemmalla oleva raitisilmapelti sulkeutuu, yläpuolella olevan palautusilmakanavan pelti on auki.



**Kuva 4.5.22.** Poistoilmakoneen PK-4 puhallinkammion sisäpintana on mineraalivillalevy.



**Kuva 4.5.23.** PK-4 puhallinkammion äänenvaimennusmateriaalit ovat paikoin rikki ja...



**Kuva 4.5.24.** ...kauttaaltaan pölyiset.



**Kuva 4.5.25.** Tuloilmakoneelle lähtevässä kanavassa on äänenvaimennusmateriaalia reikäpellin takana

## 4.5.2 Ilmamäärämittaukset

Rakennuksen tulo- ja poistoilmamäärät vastaavat pistokoemaisesti tehtyjen mittausten perusteella kohtuullisesti luokkatilojen suunnitteluarvoja. Ilmanvaihto on säädetty lievän alipaineiseksi.

Ilmamääriä mitattiin pistokoemaisesti kahdesta luokasta sekä ruokasalista (taulukko 4.5.1). Ruokasalissa ilmanjako oli toteutettu katon alaslaskuun sijoitetuin suorakulmaisoin säleventtiilein (kuva 4.5.26) ja luokkatiloissa lautasventtiilein (kuva 4.5.27). Mittaukset tehtiin Swema Flow126 -huppumittarilla päätelaitteista.

**Taulukko 4.5.1.** Pistokoemaisesti laajennusosan luokista tehtyjen ilmamäärämittausten tuloksia (\*suunnitteluarvot vuoden 1978 IV-piirustuksista).

Tila	TULOILMA			POISTOILMA		
	Laite	Suunniteltu [l/s]	mitattu [l/s]	Laite	Suunniteltu [l/s]	mitattu [l/s]
Ruokasali P02	2H		89			-97
			69			-133
			75			-150
			92			-217
			98	siirtoilma		-10
			77			
Yht. Ruokasali		1080*	500		-880*	-607
OT3 (104)	KE 160		31	KS 160		-38
	KE 160		41	KS 160		-38
	KE 160		36	KS 160		-39
	KE 160		34	KS 160		-37
Yht. OT3		140*	142		-140*	-152
OT1+2 (105+106)	KE 160		45	KS 160		-43
	KE 160		25	KS 160		-40
	KE 160		27	KS 160		-33
	KE 160		23	KS 160		-25
	KE 160		28	KS 160		-26
Yht. OT1+2		+140*	148		-140*	-167



**Kuva 4.5.26.** Ruokasalin tulo- ja poistoilmaventtiilit oli sijoitettu katon alaslaskuun.



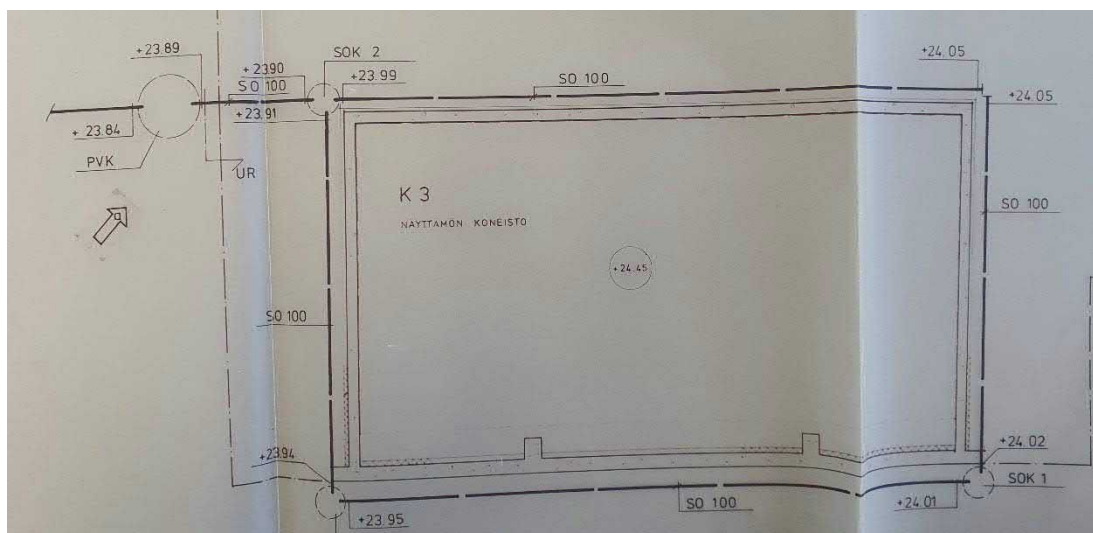
**Kuva 4.5.27.** Luokissa oli seinään asennetut lautasventtiilit sekä tulo- että poistoilman päätelaitteina.

Ruokasalin ilmamäärät olivat vuoden 1978 IV-piirustuksissa esitettyjä pienemmät. Poistoilmamäärä oli selvästi tuloilmamäärää suurempi. Ainakin mittaushetkellä tilan ilmanvaihto oli siis alipaineinen, keittiön johtavasta siirtoilmasäleiköstä ilmaa kulki kuitenkin keittiön suuntaan.

Luokkatiloissa mitatut ilmamäärät vastasivat hyvin sekä toisiaan että suunnitelmia. Poistoilmamäärät olivat n. 10 % tuloilmamääriä suuremmat.

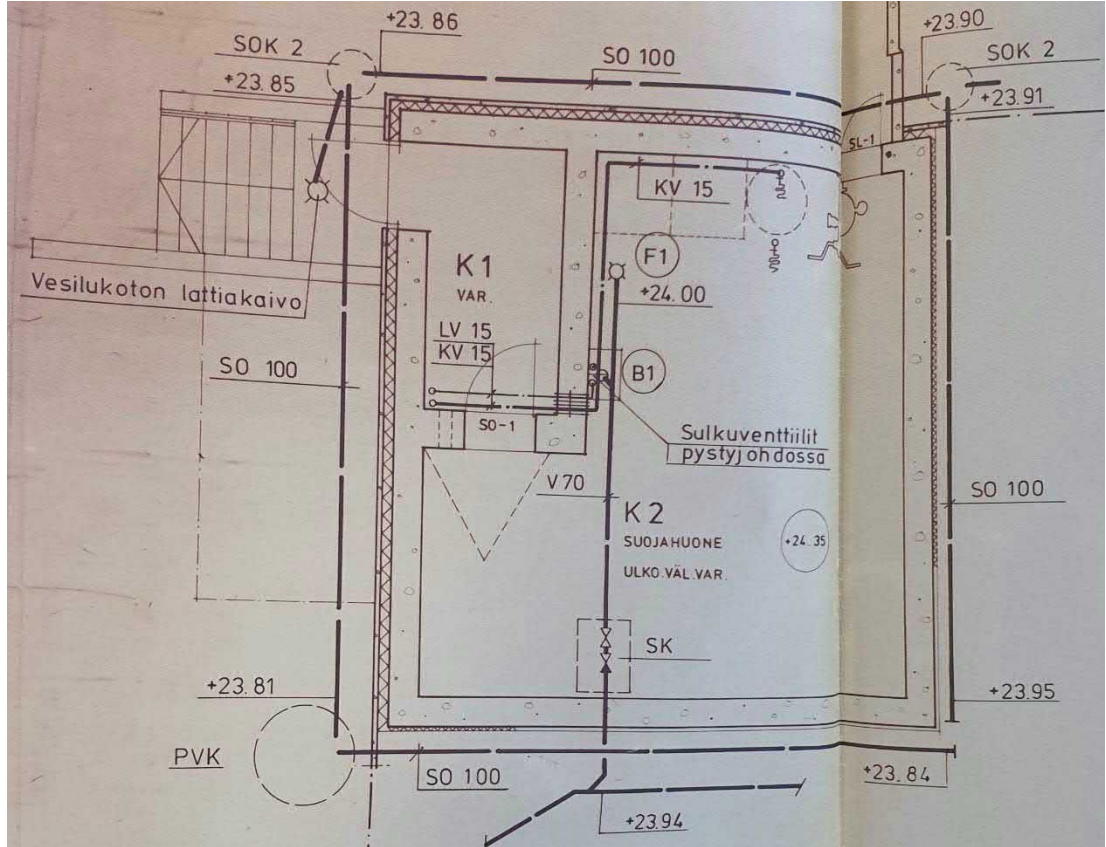
### 4.5.3 Salaojituksen tarkastus

Sadevesi- ja salaojakaivojen sijainti on esitetty lähtötiedoissa kellarikerroksen tilojen osalta (kuvat 4.5.28 ja 4.5.29). Muun rakennuksen osalta ei tietoa mahdollisesta salaojituksesta ollut käytettävissä.



Kuva 4.5.28. Näyttämön koneitan salaojitus.





**Kuva 4.5.29.** VSS-tilojen salaajitus.

Tutkimusten aikana oli käynnissä sadevesi- ja/tai salaojakaivojen tarkastus/puhdistus (kuvat 4.5.30 ja 4.5.31). Koska tässä yhteydessä järjestelmän toiminnasta saatiin yksittäisiä tarkastuksia parempi käsitys, ei niihin kohdistettu tässä yhteydessä enempää tutkimuksia. Ainoastaan kuvassa 4.5.29 VSS-tilan ulkonurkassa olevan salaojakaivon (SOK 2) olemassaolo todettiin (kuvat 4.5.32 ja 4.5.33). Kaivon pohja oli kuiva ja VSS-tilojen lattiapinnan alapuolella. Salaojaputkien päät eivät olleet näkyvissä kaivon pohjalla olevien kivien ja laudankappaleiden vuoksi.



**Kuvat 4.5.30 ja 4.5.31.** Sadevesikaivon puhdistus oli käynnissä tutkimusten aikana.



**Kuva 4.5.32.** Salaojakaivo VSS-tilan ulkonurkassa.



**Kuva 4.5.33.** Kaivo oli kuiva, salaojien päät eivät olleet näkyvissä pohjalla olevien kivien ja lautojen alta.

## 4.6 Muut havainnot

Liikuntasalin yläpohjarakenteena on betoninen TT-laatasto, joka on kannatettu ulkoseinälinjoilla sijaitsevin pilarein ja palkein (kuva 2.23). Yläpohjan sisäpinnan muotoilun vuoksi vaakapalkkien yläpinnat muodostavat laajan, vaikeasti siivottavan pinnan, jolle voi kertyä pölyä (Kuva 4.6.1). Rakennuksen seinissä ja seinien ja katon liittymissä havaittiin useita halkeamia, joista osasta on jälkien perusteella myös vuotanut ilmaa sisälle (esim. kuvat 4.6.2 – 4.6.).



**Kuva 4.6.1.** Yläpohjalaatan muotoilun vuoksi liikuntasalin vaakapalkkien yläpinnoille voi kertyä runsaasti pölyä.



**Kuva 4.6.2.** Ilmavuotojälkiä halkeamasta ulkoseinän ja yläpohjan liittymässä.



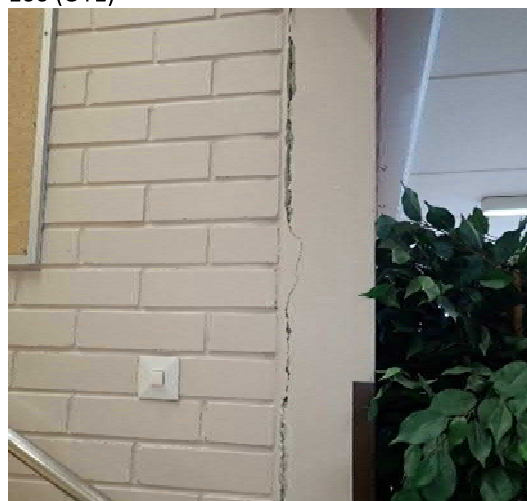
**Kuva 4.6.3.** Porrashuoneen 114 katossa on laaja halkeama.



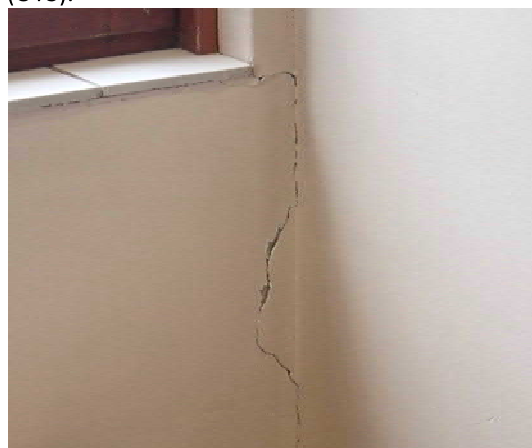
**Kuva 4.6.4.** Halkeama ikkunan yläpuolella tilassa 106 (OT1)



**Kuva 4.6.5.** Halkeama väliseinässä tilassa 104 (OT3).



**Kuva 4.6.6.** Halkeama väliseinässä aulaissa 102 - 103.



**Kuva 4.6.7.** Halkeama porrastanteen ikkunan alla Hallissa P01.



**Kuva 4.6.8.** Halkeama porrastanteen ikkunan vieressä Hallissa P01.

## 5 Altistumisolosuhteiden arviointi

Tehdyn kuntotutkimuksen perusteella on arvioitu poikkeavan altistumisen todennäköisyyttä tutkituille altisteille. Altistumisolosuhteiden arviointi on toteutettu Työterveyslaitoksen ohjeistusta soveltaen (Työterveyslaitos 2017). Altistumisolosuhteiden arvio on tehty ensisijaisesti työterveyshuollon käyttöön haittatekijöiden terveydellisen riskin arvioimiseksi. Koska kaikkiin tutkittuihin tiloihin on sovellettu yhtenäistä arviointiasteikkoa, voidaan tiloja luokitella tämän perusteella. Arviointitaulukoista voidaan myös yleisellä tasolla katsoa, minkälaisilla toimenpiteillä altistumisriskiä voidaan pienentää.

Työturvallisuuslain (738/2002/10 §) mukaan työpaikalla havaittujen haitta- ja vaaratekijöiden terveydellisen merkityksen arviointi tulee tehdä, jos näitä tekijöitä ei voida poistaa. Työnantaja vastaa siitä, että terveydellisen merkityksen arviointiin käytetään työterveyshuollon asiantuntijoita ja ammattihenkilöitä, siten kuin siitä säädetään työterveyshuoltolaissa (1383/2001/5 §).

Työterveyslaitoksen ohjeen mukaan ennen terveydellisen merkityksen arviointia on selvitettävä altistumisolosuhteet rakennusterveyteen perehtyneen asiantuntijan johdolla. Terveydellisen merkityksen arviointia ei voida tehdä ilman altistumisolosuhteisiin liittyviä tietoja. Altistumisolosuhteiden arviointi perustuu teknisen kokonaisuuden hallintaan, jossa otetaan huomioon rakennus- ja talotekniikan sekä rakennuksesta peräisin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutus sisäilmaston laatuun. Altistumisolosuhteiden arvioinnissa huomioidaan päästölähteiden laajuus, voimakkuus, sijainti ja ilmayhteys sisäilmaan sekä muut epäpuhtauksien leviämiseen vaikuttavat tekijät, kuten ilmanvaihto ja painesuhteet. Arvioon tulee sisältyä seuraavat tekijät:

- Rakenteiden mikrobivaurioiden laajuuden arviointi
- Ilmayhteydet ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteistä sisäilmaan
- Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilman laatuun
- Rakennuksesta peräisin olevat muut sisäilman epäpuhtaudet

Altistumisolosuhteiden arvioinnissa ei oteta kantaa tilojen käyttöön ja niissä vietettyyn aikaan (altistumisaika). Nämä huomioidaan työterveyslääkärin johdolla tehtävässä terveydellisen riskin arvioinnissa.

Tehdyn kuntotutkimuksen perusteella seuraavissa kappaleissa on arvioitu rakennuksittain altistumisen todennäköisyyttä tutkituille altisteille: mikrobeille (kappale 5.1) ja teollisille mineraalikuuduille (kappale 5.2). Altistumistodennäköisyyden arviointi on esitetty taulukoissa, joissa vaurioiden/epäpuhtauslähteiden laajuutta kuvaavat arviointikriteerit on sijoitettu pystyakselille ja ilmayhteyden merkitsevyys vaakakselille.

Altistumisen todennäköisyys on esitetty neliportaisella asteikolla:

1. Poikkeava altistuminen on epätodennäköistä, taulukossa vihreä pohjaväri
2. Poikkeava altistuminen on mahdollista, taulukossa keltainen pohjaväri
3. Poikkeava altistuminen on todennäköistä, taulukossa oranssi pohjaväri
4. Poikkeava altistuminen on erittäin todennäköistä, taulukossa punainen pohjaväri

Asteikolla tasolle 1 sijoittuva rakennus vastaa selvästi tavanomaista paremmassa kunnossa olevaa vanhempaa rakennusta tai uutta hyvin tehtyä rakennusta, jossa on jo rakennusvaiheessa kiinnitetty huomiota puhtauteen, kosteudenhallintaan ja rakenteiden tiiveyteen.

## 5.1 Altistumisriski mikrobiepäpuhtauksille

Mikrobiepäpuhtauksien osalta altistumisriskin arvio perustuu pääasiassa näyttein todennettuun mikrobivaurioiden merkittävyyteen sekä epäpuhtauksien kulkeutumiseen vaurioalueelta sisäilmaan. Kumpikin osa-alue on jaettu neljään portaaseen. Mikrobivaurion merkittävyyden määrittelee tutkimuksin (materiaalinäyttein) todettu vaurion laajuus. Alin porras edellyttää, että näytteitä on otettu riittävästi. Epäpuhtauksien kulkeutumisen arviointi perustuu painesuhteisiin ja todettujen ilmavuotojen (RT 14-11197) merkittävyyteen.

Tutkimuksissa havaitut kosteus- ja mikrobivauriot keskittyvät pohjakerroksen pukuhuone- ja sosiaalitylöihin. Käytävän P09 ja pukuhuoneen P11 maanvastaisten seinien lämmöneristeet ovat materiaalinäytteiden perusteella laaja-alaisesti kosteus- ja mikrobivaurioituneita. Vaurioalueilta todettiin merkkiainetutkimuksin merkittäviä ilmavuotoreittejä sisätiloihin ja tilat ovat jatkuvasti lievästi alipaineiset ulkoilmaan nähden. Myös suihkutilan vesiä on valunut ympäröiviin tiloihin, joissa ne ovat aiheuttaneet lattiapäällysteiden vaurioitumisen. Lattiapäällysteen alapuolisen liimatilan kosteudet ovat voineet aiheuttaa myös paikallisia mikrobivaurioita. Putkitunnelista havaittiin merkittävä ilmavuotoreitti käytävään P09. Tulosten perusteella arvioidaan, että **poikkeava altistuminen mikrobiepäpuhtauksille on erittäin todennäköistä pohjakerroksen pukuhuone- ja sosiaalityloissa (taulukko 5.1.1).**

**Taulukko 5.1.1** Altistumisen todennäköisyyden arviointi mikrobiepäpuhtauksille pukuhuone- ja sosiaalityloissa.

Mikrobivaurioiden merkittävyys				
4. Laaja-alaiset mikrobivauriot rakennuksessa ja poikkeava sisäilmapitoisuus	X			
3. Laaja-alainen mikrobivaurio rakennuksessa				<b>Erittäin todennäköinen</b>
2. Paikallisia pienialaisia mikrobivaurioita rakenteissa				
1. Rakenteet tutkittu, ei todettuja mikrobivaurioita				
<b>Altistuminen erittäin todennäköistä.</b> Materiaalinäytteiden perusteella mv. seinissä on laaja-alaisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Vaurioalueilta on merkittäviä ilmavuotoja sisälle ja tilat ovat jatkuvasti alipaineiset. Lisäksi suihkuvedet ovat aiheuttaneet sisäpinnoille kosteusvaurioita.	1. Ei ilmavuotoja, ei merkittävää paine-eroa rakenteen yli	2. Pistemäisiä ilmavuotoja rakenteista tai rakennusvoimakkaasti alipaineinen	3. Vähäisiä ilmavuotoja rakenteista ja rakennus on alipaineinen	4. Merkittävät ilmavuodot rakenteista tai merkittävä mikrobivaurio sisäpinnoilla
	<b>Epäpuhtauksien kulkeutuminen vaurioalueelta</b>			
altistumisen todennäköisyys:	epätodennäköinen	mahdollinen	todennäköinen	erittäin todennäköinen

Rakennuksen muissa tiloissa todettiin materiaalinäyttein yksittäisiä paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Näistä merkittävimmät sijoittuvat liikuntasalin ulkopäädyn (näyttämöpäädyn) ulkoseinä- ja lattiarakenteisiin. Ulkoseinärakenteista ja liikuntasalin lattiasta todettiin merkittäviä, systemaattisia ilmavuotoreittejä sisätiloihin. Rakennuksen ilmanvaihto on kuitenkin ilmamäärämittausten ja paine-eroseurantojen perusteella hyvin tasapainossa ja tilat enimmilläänkin vain lievästi alipaineiset ulkoilmaan. Näin ollen rakenteiden kautta sisätiloihin vuotava ilmamäärä on vähäinen. Tulosten perusteella arvioidaan, että pukuhuone- ja sosiaalityloja lukuun ottamatta **poikkeava altistuminen mikrobiepäpuhtauksille on mahdollista koko rakennuksessa (taulukko 5.1.2).**

**Taulukko 5.1.2.** Altistumisten todennäköisyyden arviointi mikrobiepäpuhtauksille rakennuksen muissa osissa.

Mikrobivaurioiden merkittävyys				
4. Laaja-alaiset mikrobivauriot rakennuksessa ja poikkeava sisäilmapitoisuus	X			
3. Laaja-alainen mikrobivaurio rakennuksessa				
2. Paikallisia pienialaisia mikrobivaurioita rakenteissa			<b>mahdollinen</b>	
1. Rakenteet tutkittu, ei todettuja mikrobivaurioita				
<b>Altistuminen mahdollista.</b> Materiaalinäyttein todettiin rakennuksen ulkoseinissä enintään yksittäisiä, paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Ulkoseinissä on systemaattisia ilmavuotoreittejä sisälle, mutta ilmanvaihdon hyvän tasapainon vuoksi vuotoilmamäärät ovat vähäisiä	1. Ei ilmavuotoja, ei merkittävää paine-eroa rakenteen yli	2. Pistemäisiä ilmavuotoja rakenteista tai rakennusvoimakkaasti alipaineinen	3. Vähäisiä ilmavuotoja rakenteista ja rakennus on alipaineinen	4. Merkittävät ilmavuodot rakenteista tai merkittävä mikrobivaurio sisäpinnoilla
<b>Epäpuhtauksien kulkeutuminen vaurioalueelta</b>				
altistumisen todennäköisyys:	epätodennäköinen	mahdollinen	todennäköinen	erittäin todennäköinen

## 5.2 Altistumisriski teollisille mineraalikuiduille

Teollisten mineraalikuitujen osalta altistumisen arviointi perustuu näytetuloksiin ja kuitulähteen merkittävyyteen. Kumpikin osa-alue on jaettu neljään portaaseen. Näytteenotossa huomioidaan geeliteippi- ja pölynkoostumusnäytteet sekä sisäpinnoille laskeutuneesta pölystä että tuloilmakanavista. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittyminen geeliteippinäytteen vastaa luokittelussa korkeinta porrasta. Kuitulähteen määrän arvioinnissa huomioidaan rakennuksen sisäpinnoilla ja ilmanvaihtojärjestelmässä todetut kuitulähteet sekä voimakkaat ilmavuodot rakenteiden mineraalivillaeristeistä.

Mineraalikuitunäytteiden perusteella tuloilmakanavissa esiintyi poikkeavan korkeita kuitupitoisuuksia ja huonetiloista otetuista 11 laskeumanäytteestä Asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyi seitsemässä. Sekä rakennuksen sisäpinnoilla että tuloilmajärjestelmässä havaittiin merkittäviä mineraalikuitulähteitä. Tulosten perusteella **poikkeava altistuminen teollisille mineraalikuiduille on erittäin todennäköistä koko rakennuksessa (taulukko 5.2.1).**

**Taulukko 5.2.1.** Altistumisten todennäköisyyden arviointi teollisille mineraalikuuduille.

Teolliset mineraalikuudet, näytteet				
4. Toimenpiderajan ylittävät kuitupitoisuudet teippinäytteissä				erittäin todennäköinen
3. IV-kanavanäytteissä runsaasti kuituja, pinnoilla alle toimenpiderajan				
2. Yksittäisiä kuituja (alle 0,2/cm <sup>2</sup> pinnoilla, 10 - 30/cm <sup>2</sup> kanavassa) teippinäytteissä tai pk-näytteessä				
1. Ei kuituja näytteissä (teippi/pölynkoostumus, laskeuma, iv-kanavat)				
<b>Altistuminen erittäin todennäköistä.</b> Sekä rakennuksen sisäpinnoilla että IV-järjestelmässä on merkittäviä kuitulähteitä. Asumisterveysasetuksen toimenpiderajan ylittäviä pitoisuuksia todettiin 7/11 näytteessä ja myös tuloilmakanavissa havaittiin korkeita kuitupitoisuuksia.	1 Ei kuitulähteitä sisäpinnoilla tai ilmanvaihdossa, ei merkittäviä ilmavuotoja	2. Vähäisiä kuitulähteitä sisäpinnoilla ja/tai IV:ssä. Vähäisiä ilmavuotoja rakenteista (painesuhteet)	3. Merkittäviä kuitulähteitä joko ilmanvaihdossa tai sisäpinnoilla tai voimakkaat ilmavuodot	4. Merkittäviä kuitulähteitä sekä sisäpinnoilla että ilmanvaihdossa
	<b>Havainnot kuitulähteistä</b>			
altistumisen todennäköisyys:	epätodennäköinen	mahdollinen	todennäköinen	erittäin todennäköinen

## 6 Johtopäätökset

Raunistulan koulun vuonna 1980 valmistuneeseen laajennusosan tehdyn kuntotutkimuksen tavoitteena oli selvittää rakennuksen olemassa olevat rakenteet ja niiden kunto sisäilman laadun näkökulmasta tulevan peruskorjauksen lähtötiedoiksi. Rakennetutkimuksissa tutkittavaan rakennukseen tehtiin rakenneavauksia ja tarkastusreikiä n. 60 kpl, joiden yhteydessä otettiin 40 kpl materiaalinäytteitä mikrobitutkimuksiin. Rakenneavausten paikat määräytyivät kosteuskartoituksen sekä tutkimussuunnitelmassa esitetyn riskikartoituksen perusteella. Tämän lisäksi selvitettiin rakennuksen painesuhteita ja ilmavuotoreittejä todetuilta vaurioalueilta sisäilmaan sekä ilmanvaihdon toimintaa. Rakennuksen teollisten mineraalikuitujen lähteitä selvitettiin aistinvaraisin tarkastuksin ja geeliteippinäyttein huonepinnoilta sekä tuloilmajärjestelmästä. Sisäilman olosuhdemittauksia ei tehty, koska tutkimusten aikana käyttäjät eivät olleet paikalla rakennuksessa

Tutkimuksen perusteella olemassa olevat rakenteet vastasivat hyvin suunnitelmia. VSS-tilojen maanvastaisten seinien sekä pohjakerroksen sisäpuolelta puolelta maanpaine-elementtien lämmöneristeinä on mineraalivillaa. VSS-tiloissa lämmöneristeissä on materiaalinäytteiden perusteella ainakin paikallisia ja pohjakerroksessa laaja-alaisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Maanpinnan yläpuolisena seinärakenteena on betoni-sandwich-elementit, joissa esiintyy materiaalinäytteiden perusteella enintään yksittäisiä paikallisia kosteus- ja mikrobivaurioita. Alkuperäiset ikkunat ovat huonokuntoiset. Alapohjarakenteena on EPS-eristeiset maanvastaiset laatat, joissa todettiin erityisesti pukuhuonetiloihin rakennuksen sisäpuolisesta kosteusrasituksesta aiheutuneita kosteus- ja lattiapäällystevauriota. Liikuntasalin alapohjassa betonilaatan päällä ja näyttämösyvennyksen ulkoseinän sisäpuolisena lämmöneristeinä on mineraalivillaa. Teknisen riskiarvion perusteella rakenteet ovat vaurioherkkiä, mutta materiaalinäytteiden perusteella näissä ei todettu systemaattisia mikrobivaurioita. Väli- ja yläpohjarakenteet ovat betonilaatastoja (ontelo- ja TT-laatta) eikä niissä ole vaurioituvia materiaaleja (tasakattoisen rakennuksen yläpohja ei kuulunut tutkimusalueeseen tutkimusten aikoihin käynnistyneeksi suunnitellun remontin vuoksi).

Sisäilman laadun kannalta merkittävimmät ongelmat ovat pohjakerroksen maanvastaisten seinien lämmöneristeiden laaja-alaiset kosteus- ja mikrobivauriot, joista todettiin merkittäviä ilmavuotoreittejä pukuhuonetiloihin. Pukuhuone- ja sosiaalituloissa on myös lähinnä suihkuesistä aiheutuneita kosteus- ja lattiapäällystevaurioita. Tilat ovat paine-eroseurantojen perusteella jatkuvasti lievästi alipaineisia ulkoilmaan. Myös ulkoilmavastaisista seinistä todettiin merkittäviä ilmavuotoreittejä sisäilmaan, mutta ilmamäärämittauksin ja paine-eroseurannoin todetun ilmanvaihdon hyvän tasapainon vuoksi vuotoilmamäärät ovat vähäisiä. Tulosten perusteella arvioitiin, että tavanomaisesta poikkeava altistuminen mikrobiepäpuhtauksille on erittäin todennäköistä pohjakerroksen pukuhuone- ja sosiaalituloissa sekä mahdollista muussa rakennuksessa. Maanvastaisissa seinissä suositeltavin korjausvaihtoehto peruskorjauksen yhteydessä on vaurioituneiden materiaalien poisto ja korvaaminen uusilla. Ilmavuotojen estäminen tiivistyskorjauksin on mahdollista, mutta vaikeaa, koska elementtisaumat sijaitsevat pääosin ahtaassa välissä pilarien ja palkkien takana. Peruskorjauksen yhteydessä on suositeltavaa uusita myös ikkunat.



Koko rakennuksessa sisäilman laatuun vaikuttavat sekä ilmanvaihtojärjestelmässä että rakennuksen sisäpinnoilla havaitut merkittävät teollisten mineraalikuitujen lähteet. Huonepinnoille kahden viikon aikana laskeutuneesta pölystä otetuista 11 näytteestä Asumisterveysasetuksen toimenpideraja ylittyi seitsemässä. Lisäksi tuloilmakanavasta määritettiin suuria kuitupitoisuuksia. Tulosten perusteella arvioidaan tavanomaisesta poikkeavan altistumisen teollisille mineraalikuuduille olevan erittäin todennäköistä koko rakennuksessa. Ilmanvaihtojärjestelmän kokonaisvaltaista uusimista energiatalouden ja sisäilman laadun parantamiseksi peruskorjauksen yhteydessä tulee harkita. Vähintään nykyisen järjestelmän kuitulähteet tulee kartoittaa ja poistaa peruskorjauksen yhteydessä. Myös sisätilojen vanhat akustiikkalevyt on suositeltavaa uusia.

## 7 Toimenpidesuosituksset

Tässä kappaleessa esitetään yhteenvedona tutkimuksissa esiin nousseet toimenpidesuosituksset. Esitetyt korjaukset edellyttävät erillistä korjaussuunnittelua. Korjausten onnistumisen arvioimiseksi on suositeltavaa laatia seuranta- ja laadunvarmistussuunnitelma jo korjaustöiden suunnitteluvaiheessa, jotta voidaan varmistua korjaussuunnitelman riittävästä laajuudesta ja korjaustenaikaisesta laadunvarmennuksesta.

Koko korjaushanketta ja mm. hyväksi todettuja korjaustapoja sekä vaihtoehtoisten korjaustapojen etuja ja riskejä on koottu kattavasti Ympäristöministeriön korjausoppaaseen (Ympäristöministeriö 2019).

**Tehtyjen tutkimusten perusteella suosittelemme seuraavia toimenpiteitä:**

**Välittömästi tehtävät toimenpiteet:**

1. Toimenpiteet mikrobiepäpuhtauksille altistumisen pienentämiseksi pohjakerroksen pukuhuone- ja sosiaalityloissa tulee aloittaa välittömästi:
  - a. Tarpeetonta oleskelua pukuhuonetyloissa tulee välttää
  - b. Väliaikaisena toimenpiteenä korjauksia odottaessa, on suositeltavaa tuoda pukuhuonetyloihin (myös opettajien pukuhuoneet) ilmanpuhdistimet
  - c. Ilmavuodot putkitunnelista käytävän P09 putkikoteloon on suositeltavaa estää tiivistyskorjauksin
  - d. Pukuhuonetylojen ylipaineistamista tulee välttää, jotta epäpuhtauksia ei kulkeudu tyloista muualle koulurakennukseen.

**Peruskorjauksen yhteydessä tehtävät toimenpiteet:**

2. Pukuhuonetylojen maanvastaisten seinien korjaukset:
  - a. Maanpaine-elementtien kosteus- ja mikrobivaurioituneet mineraalivillaiset lämmöneristeet tulee poistaa ja korvata uudella kosteutta kestäväällä lämmöneristeellä.
  - b. Maanvastaiseen seinään kohdistuvaa kosteusrasitusta tulee pienentää:
    - salaojien olemassaolo ja kunto tulee selvittää (mikäli ei tehty tutkimusten aikana tapahtuneen puhdistuksen yhteydessä)
    - Pintavesien pääsy rakenteisiin tulee estää erityisesti sisäpihan puolella pääsisäänkäynnin edustalla esim. maanpinnan muotoilu.
    - Maanpaine-elementtien ulkopuolisen kosteuseristyksen kunto tulee selvittää maanpinnan muotoilun yhteydessä ja tarvittaessa uusia/kunnostaa.
    - Käytävän P09 ikkunat tulee uusia. Erityisesti tulee huolehtia siitä, etteivät pintavedet pääse ikkunarakenteiden kautta seinärakenteisiin.
    - Sadevesien kulkeutuminen seinärakenteisiin pukuhuoneisiin johtavan portaikon katoksen kautta tulee estää.
  - c. Sisäpintojen vauriojäljet ja halkeamat tulee korjata.

- d. Korjausten yhteydessä seinärakenteen sisäkuoren tiiveyttä tulee parantaa mahdollisuuksien mukaan tehtävin tiivistyskorjauksin.
  - e. Korjausten jälkeen rakennuksessa on suositeltavaa tehdä ns. kuitusiivous, jossa käydään läpi rakennuksen kaikki pinnat (homeettomaksi siivous toimii myös kuitusiivouksena).
  - f. Epäpuhtauksien kulkeutumisen estäminen seinän eristetilasta sisäilmaan ainoastaan tiivistyskorjauksin ei ole suositeltavaa vaurioiden laajuuden ja riittävän tiiveystason saavuttamisen epävarmuuden vuoksi. Tiiveysluokan 1 saavuttaminen ei todennäköisesti ole mahdollista, koska mm. tiivistettävät elementtisaumat sijaitsevat ahtaassa välissä pilarien ja palkkien takana.
  - g. Kaikkien pukuhuonetiloja käsittävien korjausten jälkeen tiloissa tulee suorittaa homeettomaksi siivous.
3. Vaurioituneiden lattiapäällysteiden poistaminen:
- a. Pohjakerroksen märkätilat on suositeltavaa saneerata nykyisiä määräyksiä vastaaviksi uusien vaurioiden estämiseksi.
  - b. Vaurioituneet lattiapäällysteet tulee poistaa pukuhuonetiloista sekä ruokasalista keittiön edustalta.
  - c. Liima- ja tasoitekerrokset tulee jyrsiä/hioa pois
  - d. Alapohjalaatta on suositeltavaa kuivattaa koneellisesti. Kuivatus on suositeltavaa tehdä lämmitys-/jäähdytysyhteisissä, minkä on todettu poistavan tehokkaasti myös betonilaattaan imeytyneitä VOC-yhdisteitä. Tilojen tuuletuksen tulee olla riittävä ja huoneilman olosuhteet kuivumiselle suotuisat. Laatan riittävä kuivuminen tulee varmistaa RT 14-10984 -ohjekortin mukaisin päällystettävyyssmittauksin. Vaadittava kuivatustaso tulee määrittää etukäteen valittavan uuden lattiapäällysteen perusteella
  - e. Uudeksi lattiapäällysteeksi suositellaan kosteusrasitusta kestäväää ja vesihöyryä läpäisevää materiaalia.
4. Ikkunoiden uusiminen:
- a. Alkuperäisten ikkunoiden uusimien on niiden huonon kunnon ja todettujen vesivuotojen vuoksi suositeltavaa koko rakennuksessa.
  - b. Korjausten yhteydessä myös ikkunapellitykset tulee uusita.
  - c. Korjausten yhteydessä tulee tarkistaa ja tarvittaessa uusita apukarmit ja ikkunan alapuoliset lämmöneristeet.
  - d. Uusia ikkunoita asennettaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota asennuksen tiiveyteen.
5. Ilmanvaihtojärjestelmän saneeraus:
- a. Energiatalouden ja sisäilman laadun parantamiseksi alkuperäisen, teknisen käyttöikänsä loppupäässä olevan ilmanvaihtojärjestelmän kokonaisvaltaista uusimista tulee harkita.
6. Kuitulähteiden kartoitus ja poisto:
- a. Tuloilmajärjestelmän (liikuntasalin palautusilman vuoksi myös poistojärjestelmän, PK-4) kuitulähteet tulee kartoittaa ja poistaa. Ilmanvaihtokoneiden lisäksi

- tulee tarkistaa mahdolliset kanavavaimentimet sekä päätelaitteiden akustoinnit.
- b. Kuitulähteiden poiston jälkeen kanavat tulee puhdistaa
  - c. Mikäli ilmanvaihtojärjestelmää uusitaan laajemmin, tulee kuitulähteiden kartoitust, poisto ja kanavien puhdistus tehdä käyttöön jäävien iv-järjestelmien osalta (mm. käyttöön jäävät vanhat kanavat)
  - d. Vanhat akustiikkalevyt on suositeltavaa uusia koko rakennuksessa.
  - e. Korjausten jälkeen rakennuksessa on suositeltavaa tehdä ns. kuitusiivous, jossa käydään läpi rakennuksen kaikki pinnat (pukuhuonetiloissa homeettomaksi siivous toimii myös kuitusiivouksena).
7. Ilmavuodot VSS-tilojen seinärakenteista yläpuolisiin tiloihin tulee estää tiivistyskorjauksin.
  8. Maanpinta tulee muotoilla rakennuksesta pois päin viettäväksi.
  9. Sokkelin rapautumat on suositeltavaa korjata.
  10. Korjausten jälkeen rakennuksessa on suositeltavaa tehdä ns. kuitusiivous, jossa käydään läpi rakennuksen kaikki pinnat. Pohjakerroksen pukuhuone- ja sosiaalityötiloihin suositellaan tehtävän homeettomaksi siivous, joka toimii myös kuitusiivouksena.

Korjauksissa tulee noudattaa Ratu 82-0383 ja 1225-S korttien ohjeita, joissa on esitetty turvallisia työmenetelmiä kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkamiseen ja pölyntorjuntaan.

Turussa 25.8.2020

Sirate Group Oy



Vesa Koskinen  
vanhempi asiantuntija, FM  
rakennusterveysasiantuntija  
C-21529-26-15



Pekka Kallioniemi  
asiantuntija, RI  
rakennusterveysasiantuntija  
C-22363-26-16

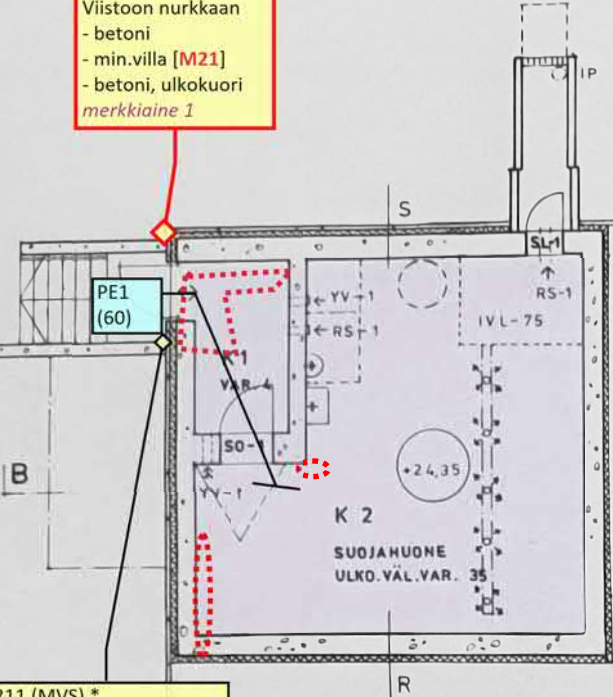
## Liitteet

1. Pohjakuvat
2. Kosteusmittauspöytäkirja
3. Analyysivastaus, Materiaalinäytteen mikrobianalyysi, Turun yliopisto, biodiversiteettiyksikkö 29.6.2020
4. Analyysivastaus, teolliset mineraalikuidut 14 vrk laskeuma, Turun yliopisto, biodiversiteettiyksikkö 26.6.2020
5. Analyysivastaus, teolliset mineraalikuidut tuloilmakanavasta, Turun yliopisto, biodiversiteettiyksikkö 6.7.2020
6. Paine-eroseurantojen tulokuviaajat

## Kirjallisuus

- Asumisterveysasetus, Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016, Osa I, Dnro 2731/06.10.01/2016. Valvira 2016.
- Ilmanvaihtoasetus, Ympäristö- ja terveysministeriön uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta 1009/2017.
- Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus, Ympäristöministeriön julkaisu 2019:18, <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161855>
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, D2 (1978), Rakennusten ilmanvaihto, Sisäasiainministeriö.
- RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen, ohjeet, helmikuu 2010, Rakennustietosäätiö RTS 2010.
- LVI 39-10409 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkistus, ohjeet, helmikuu 2007, Rakennustietosäätiö RTS ja LVI-keskusliitto 2007.
- RT 14-11197, Rakenteiden ilmatiiveyden tarkastelu merkkiainekokein, Rakennustietosäätiö RTS 2015.
- Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017. Suomen säädöskokoelma.
- LVI 05-10440, Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. (2008), s 22.
- Työterveyslaitos 2017, Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Työterveyslaitos, 2. painos, Helsinki 2017, 73 s. Saatavissa: [www.julkari.fi/handle/10024/131872](http://www.julkari.fi/handle/10024/131872) [tarkistettu 25.8.2020]
- Teollisten mineraalikuidut, Työterveyslaitos, Saatavilla: <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/12/Teolliset-mineraalikuidut.pdf> [tarkistettu 25.8.2020]
- Kollanen Tuomo, Sisäilman kuitukorjaukset, Opinnäytetyö, Rateko 2016. Saatavilla: [www.hometalkoot.fi/guides](http://www.hometalkoot.fi/guides) [tarkistettu 25.8.2020]
- Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. Ympäristöministeriö 2012.

R12 (MVS) \*  
Viistoon nurkkaan  
- betoni  
- min.villa [M21]  
- betoni, ulkokuori  
merkkiaine 1



R11 (MVS) \*  
- betoni  
- min.villa 140 [M20]  
- betoni, ulkokuori 55  
merkkiaine 2

R10 (MVS)  
- betoni 240  
- EPS  
- hiekka

R19 (US) \*  
- betoni  
- min.villa 155 [M19]  
- betoni ulkokuori (pesubetoni) 40

MA1 US:  
Pistemäinen vuoto aivan tilan nurkasta laatan ylönoston reunasta

MA2 US:  
Merkittävä vuoto pilarin takaa, vähäinen vuoto patterikiinnikkeestä.

R21 (US) \*  
- betoni  
- min.villa 135 [M18]  
- betoni (ulkokuori) 45

MA3 US: Merkittävä vuoto pilarin takaa n. 50 cm korkeudelle. Ikkunan liittymästä koko matkalta merkittävä vuoto.

R22 (US) \* AO, kv. jäljen kohdalle  
- betoni  
- min.villa 95 [M16]  
- betoni (ulkokuori) 65

RB23 (US) \*  
- betoni  
- min.villa 135 [M17]  
- betoni (pesubet., ulkokuori) 45

R24 (US) ikkunan jäljen kohdalle  
- tasoite+ betoni 6  
- min.villa 120 [M15]  
- betoni ulkokuori  
Muurahaisia  
merkkiaine 5

R20 (US) \* AO  
- betoni  
- ilmarako 30  
- betoni 65

R40 (ikkuna) alas  
- kuten R43  
merkkiaine 3

R02 (AP)  
- vinyylilaatta  
- betoni 100  
- eps 80  
- hiekka  
merkkiaine 4

R41 (ikkuna) alas  
- kuten R43

R51 (VS)  
- lujalevy 6  
- ilmaväli 110  
- rakennuslevy

PE2 (51)

V3, heikosti kiinni, ei hajua  
60 %RH, 22 C

MA4 AP: Merkittävä ilmavuoto lattian us rajasta, ei seinän eristettiin

R18 (VP)  
- klinkkerilaatta  
- betoni 60  
- kevytbetoni 130  
- betoni (kova)

R50 (VS)  
- kuten R51

V4, haju, irti  
94 %RH, 21 C

R53 (VS)  
kylmiö  
- kuten R52

R52 (VS)  
kylmiö  
- pelti  
- uretaani

V2, heikosti kiinni, ei hajua  
68 %RH, 22 C

K03

R30 (US) \*  
- betoni  
- min.villa 150 [M14]  
- betoni ulkokuori (pesubetoni) 55 mm

R54 (VS)  
oven yläpuolelle  
- betoni 170 mm  
- ilmarako 20 mm  
- betoni

R06 (AP)  
- kuten R04 [M9]

R07 (AP)  
- parketti 34 mm  
- ilmaväli 50 mm  
- höyrynsulku \*2 (limitys)  
- korokepuut + min.villa 100 mm [M6]  
- betoni  
- hiekka

V6, heikosti kiinni, ei hajua  
62 %RH, 21 C

V7, haju, irti  
96 %RH, 21 C

V5, heikosti kiinni, ei hajua  
76 %RH, 21 C

V8, irti hajua, RH, 21 C

PR3

LIIKUNTASALI 200  
P 03

K06

LIIKUNTASALI 140

MA9 AP: Merkittävä vuoto laskupaikan vierestä väliseinän kohdalta jalkalistan takaa.

R29 (US) \*  
- betoni  
- min.villa 130 [M22]  
- betoni, ulkokuori 65

R05 (AP)  
- Kuten R04 [M8]

R28 (US) \* AO  
- betoni  
- min.villa 95 [M13]

Volyyimiltaan merkittävä havainto

R44 US ikkunakarmin kautta  
- puu  
- min.villa [M31]

R55 (VS)  
- kahi 130  
- min.villa 50 [M29]  
- kahi 130

R33 (US) patterin alle, hiottu  
kosteusjäljet pois  
- kuten R31 [M28]

R46 (US) ikkunakarmin  
kautta  
- puu  
- betoni  
- min.villa [M26]

R31 (US) AO  
- betoni 80  
- min.villa 100 [M32]  
- ilmatila 130  
- betoni

R32 (US) pilarin viereen  
- kuten R31 [MB30]

R45 US ikkunakarmin  
kautta. Kosteusjälkiä.  
- kuten R44  
- min.villa [M27]

R34 (US) AO pilarin  
viereen  
- kuten R31 [M25]

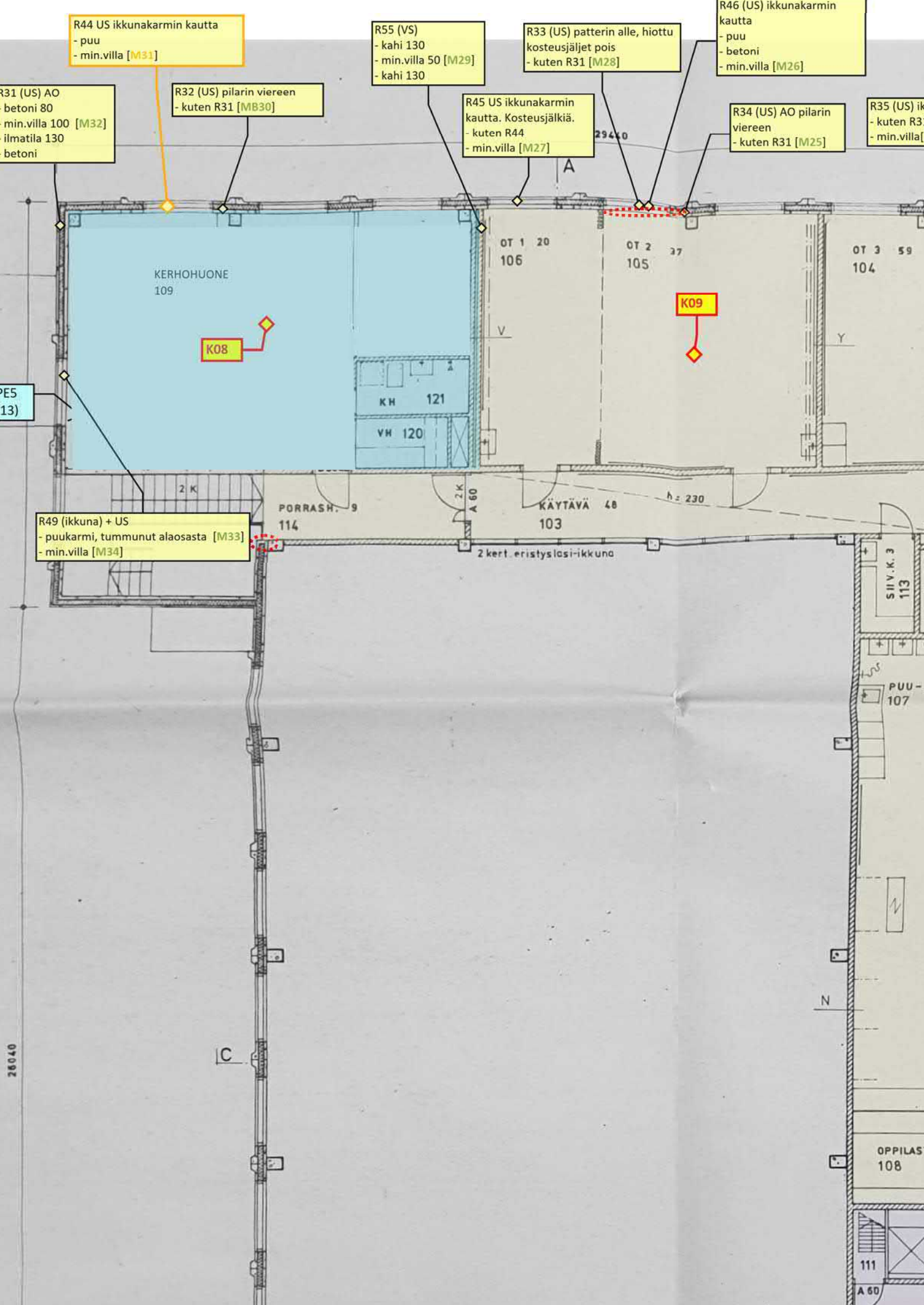
R35 (US) ikk  
- kuten R31  
- min.villa [M25]

PE5  
(13)

K08

K09

R49 (ikkuna) + US  
- puukarmi, tummunut alaosasta [M33]  
- min.villa [M34]



26040

C

N

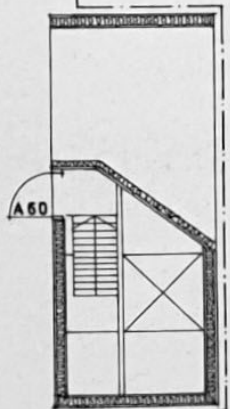
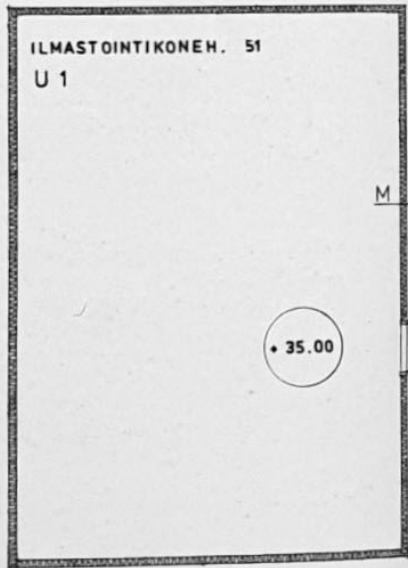
111

A 60

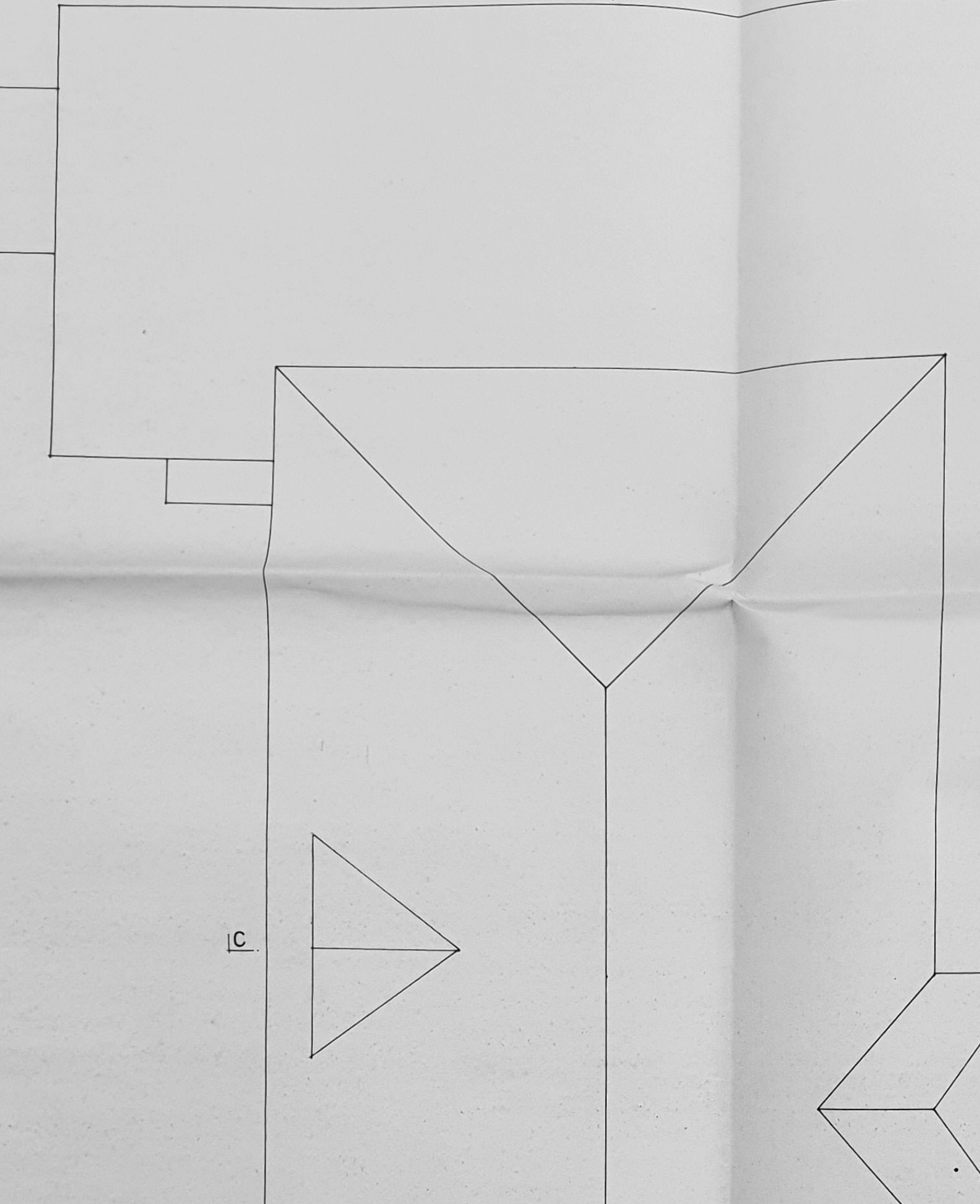


A

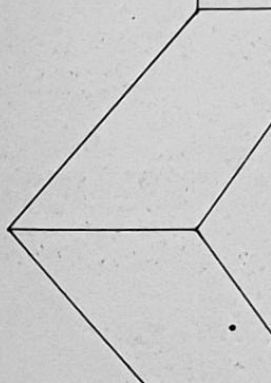
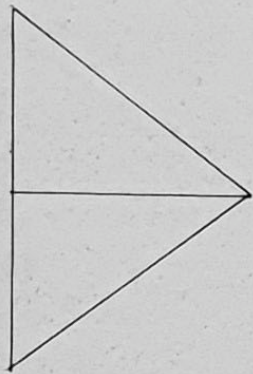
C



A



c



# KOSTEUSMITTAUSPÖYTÄKIRJA

16.7.2020

**Kohde:** Raunistulan koulu, uusi osa, Opintie 1 – 3, 20300 Turku, projekti 6833  
**Tehtävä:** Rakennusten kuntotutkimuksen yhteydessä tehdyt kosteusmittaukset  
**Aikataulu:** Kosteuskartoitus 8.6.2020 ja viiltomittaukset 10.6.2020  
Reikien poraus, puhdistus, putkitus ja tiivistys 10. ja 12.6.2020  
Porareikämittausten tulosten luenta 13. ja 15.6.2020

## MITTAUKSET

Kosteuskartoituksessa selvitettiin ensin pintakosteudenilmaisimella poikkeavat kosteusalueet. Poikkeavilta kosteusalueilta tehtiin viiltomittauksia ja rakennekosteusmittauksia ns. porareikämittauksin.

### PINTAKOSTEUSKARTOITUS

Rakennuksen kivipinnoille tehtiin kattava pintakosteuskartoitus. Pintarakenteiden kosteuden arviointiin käytettiin Gann Hydromette UNI2 -laitetta B70 -mittapäällä. Mittaustulokset ovat suuntaa antavia. Kartoituksessa havaitut poikkeavan kosteuden alueet on merkitty tutkimusraportin pohjakuvaliitteeseen.

### VIILTOMITTAUKSET

Suhteellisen kosteuden mittaukset lattiapäällysteen alta tehtiin asettamalla päällysteen alle viillon kautta kosteusmittausanturin mittapää (Vaisala HM42Probe/HMP42). Tehty viilto ja mittapään rajapinta tiivistettiin kitillä ja mittapään annettiin tasaantua päällysteen alla oleviin olosuhteisiin vähintään 15 min. Mittaustulokset luettiin Vaisalan HM40/HMI41 -näyttölaitteella.

### RAKENNEKOSTEUKSET

Mittaukset tehtiin RT-kortissa 14-10984 kuvatuilla porareikämenetelmällä [1]. Mittauskalustona oli Vaisala Oy:n HM40 -näyttölaitte HMP40S -mittapäällä. Mittausreiät oli porattu, puhdistettu ja putkitettu 3 vrk ennen mittausta. Antureiden annettiin tasaantua mittausräi'issä vähintään tunnin ajan. Mittausten tulokset on esitetty taulukossa 1.

### MITTAUSTARKKUUSTARKASTELU

*Viilto- ja porareikämittaukset tehtiin tilojen normaalissa käyttölämpötilassa eikä rakenteen ja huoneilman välillä ollut merkittävää lämpötilaeroa. Mittauslämpötilan poiketessa alle 5 °C normaalista käyttölämpötilasta on lämpötilan aiheuttama virhe suhteellisen kosteuden arvoon yleensä 0 – 5 %-yksikköä [2]. Käytettyjen anturien tarkkuus on ±1,5 %RH (välillä 0 – 90 %) ja ±2,5 %RH (välillä 90 – 100 %). Mittapäiden kalibrointijankoha ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden kullakin syvyydellä saavutettiin riittävä mittaus-tarkkuus rakenteen kosteusilanteen tarkaksi arvioimiseksi. Mittauksen kokonaismittaustarkkuus oli siten todennäköisesti noin ±3 RH-yksikköä (välillä 0 – 90 %) ja ±4 RH-yksikköä (välillä 90 – 100 %).*

### TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Mittaustulokset on esitetty taulukossa 1. Tulosten (V1 – V3, V4 ja PR4) perusteella hallissa P01 ja ruokasalissa P02 pintalaatan ja lattiapäällysteen liimatilan kosteudet ovat normaaleja keittiön seinustaa lukuun ottamatta. Keittiön seinustalla tarjoilupisteen edessä liimatilan kosteus on poikkeava ja liima on myös aistinva-raisesti vaurioitunut. Porareikämittauksen PR4 perusteella liimatila on kastunut yläpuolelta tulevasta kosteu-desta.

Pukuhuonetilojen käytävällä P09 on alapohjassa runsaasti kosteusvaihteluja. Viiltomittausten V5, V6 ja V8 tulokset vastaavat kohtalaisesti pintakosteuskartoituksen havaintoja, joskin maton heikko kiinnittyminen alustaansa voi vaikuttaa tuloksiin. Esimerkiksi porareikämittauksen PR3 kohdalla koko pintalaatta on poikkeavan kostea, mutta viiltomittauksessa V8 havaittu 20 RH-yksikköä pienimpi tulos johtuu todennäköisesti siitä, että huonosti kiinni olevan matto ei ole reunoiltaan tiivis. Pukuhuoneesta P10 tehdyssä viiltomittauksessa V7 liimatilan kosteus oli erittäin korkea ja kosteus on käynnistänyt lattiapäällysteen ja sen liiman vaurioitumisen.

Porareikämittausten PR1 ja PR2 perusteella pukuhuoneen P11 maanvastainen seinä kastuu ulkoa tulevasta kosteusrasituksesta. Vaikka seinä kuivuu sisäpinnastaan, sen eristestilan kosteus mahdollistaa mikrobikasvun

lämmöneristeenä toimivassa mineraalivillassa. Porareikämittauksen PR1 perusteella myös alapohjan koholla oleva kosteus johtuu erittäin todennäköisesti seinän kautta tulevasta kosteudesta.

**Taulukko 1.** Kosteusmittausten tulokset: ilman suhteellinen kosteus (%RH), lämpötila (T) ja absoluuttinen kosteus (a).

Mittauspiste		Syvyys					
Nro	kuvaus	mm	%RH	T [°C]	a [g/m <sup>3</sup> ]	Anturi	Arvio
V1	P01 Halli, pintaos. 90, ei hajua, hyvin kiinni	viilto	65,6	21,7	12,5	KA23	Normaali
V2	P02 Ruokasali, p-os. 85, ei hajua, heikosti kiinni	viilto	67,7	21,6	12,8	KA26	Normaali
V3	P02 Ruokasali, p-os. 75, ei hajua, heikosti kiinni	viilto	60,1	22,2	11,8	KA25	Normaali
V4, PR4	P02 Ruokasali, p-os 103, VL, voimakas hajua, irti rakenne: Vinyylilaatta - betoni 145 - EPS 100 - betoni	viilto	94,0	21,3	17,5	KA07	Poikkeava
		20	75,3	22,9	15,4	KA01	Normaali
		56	75,8	22,6	15,2	KA02	
		90	76,2	22,4	15,1	KA04	
		150	71,4	22,1	13,9	KA06	
V5	P09 Käytävä, mm, p-os. 97 ei hajua, heikosti kiinni	viilto	75,7	21,1	13,9	KA23	Koholla
V6	P09 Käytävä, mm, p-os. 75 ei hajua, heikosti kiinni	viilto	61,6	21,0	11,3	KA26	Normaali
V7	P10, pkh, mm, p-os. 110, voimakas hajua, irti	viilto	95,9	20,9	17,5	KA25	Poikkeava
V8, PR3	P09 Käytävä, p-os. 102, matto irti, heikko hajua, rakenne: muovimatto - betoni 80 - EPS 100 - hiekka	viilto	75,3	21,1	13,9	KA25	Koholla
		13	95,1	22,0	18,4	KA03	Poikkeava
		32	94,3	22,1	18,4	KA01	
		60	91,5	22,0	17,7	KA21	
		hiekkä	100	15,9	13,6	KA17	
		ilma	36,9	21,1	6,8	KA07	
V9, PR1	P11, pkh, p.os. 90, ei hajua, hyvin kiinni, rakenne: muovimatto - betoni 140 - EPS 100 - ilmatila n. 40 - hiekka	viilto	80,8	19,1	13,3	KA07	Koholla
		20	80,5	21	14,7	KA02	
		56	83,7	20,4	14,8	KA20	
		90	82,4	20,4	14,6	KA04	
		145	73,7	18,4	11,6	KA17	
		250	96,3	14,2	11,8	KA21	
		ilma	66,6	19,2	11,0	KA07	
PR2	P11, pkh, maanvastainen seinä, kv.jäljet, rakenne: maali - betoni 130 - min.villa 75 - betoni	20	59,4	20,9	10,8	KA05	Poikkeava
		56	73,7	20,5	13,1	KA19	
		90	95,7	20,0	16,5	KA22	
		210	92,8	19,1	15,2	KA06	

Turussa 16.7.2020

Sirate Group Oy



Vesa Koskinen  
Vanhempi asiantuntija, FM  
Rakenteiden kosteuden mittaaja  
C-20645-24-14



#### VIITTEET

- [1] RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus, ohjeet, helmikuu 2014, Rakennustietosäätiö RTS 2010.
- [2] Merikallio T. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betonikeskus ry, Helsinki 2002
- [3] Merikallio T, Niemi S, Komonen J: Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet, Suomen Betonitieto Oy, Lattian- ja seinäpäällysteliitto ry, 2007.
- [4] Merikallio T, Niemi S, Komonen J: Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, Suomen Betonitieto Oy, 2007.

## MITTALAITTEET

### **Näyttölaitteet:**

Vaisala HMI41, S/N: H3041045

Vaisala HM40, S/N: N1640664

Vaisala HM40, S/N: N1640668

### **Mittapäät:**

KA01 Vaisala HMP40S, S/N: J3910001, kalibroitu: 6.3.2020

KA02 Vaisala HMP40S, S/N: J3910002, kalibroitu: 6.3.2020

KA03 Vaisala HMP40S, S/N: J3910003, kalibroitu: 6.3.2020

KA04 Vaisala HMP40S, S/N: J3910004, kalibroitu: 6.3.2020

KA05 Vaisala HMP40S, S/N: J3910005, kalibroitu: 6.3.2020

KA06 Vaisala HMP40S, S/N: J3450141, kalibroitu: 6.3.2020

KA17 Vaisala HMP40S, S/N: N1621068, kalibroitu: 6.3.2020

KA19 Vaisala HMP40S, S/N: N1621071, kalibroitu: 6.3.2020

KA20 Vaisala HMP40S, S/N: N1621072, kalibroitu: 6.3.2020

KA21 Vaisala HMP40S, S/N: N1621073, kalibroitu: 6.3.2020

KA22 Vaisala HMP40S, S/N: N1621075, kalibroitu: 6.3.2020

KA07 Vaisala HMP42, S/N: H3630001, kalibroitu: 6.3.2020

KA23 Vaisala HMP42Probe, S/N: N1640665, kalibroitu: 6.3.2020

KA25 Vaisala HMP42Probe, S/N: N1640667, kalibroitu: 6.3.2020

KA26 Vaisala HMP42Probe, S/N: N1640668, kalibroitu: 6.3.2020

### **Pintakosteudenosoitin:**

Gann Hydromette Uni 1, LB71-mittapää, S/N: 1553

Gann Hydromette Uni 1, LB71-mittapää, S/N: 1914

PC-pohja-Passi, 2020

**TESTAUSSELOSTE, materiaalinäyte, suoraviljely, Valvira 8/2016**

**Tilaja:** Sirate Group Oy / Vesa Koskinen  
Kutterintie 5, 20900 Turku  
**Laskutus:** sama, verkkolasku  
**Toimitusos.:** vesa.koskinen@siratgroup.fi

**Selosteen sisältö:**  
suoraviljely, Valvira  
8/2016 **40 kpl**

**Näytetiedot:**

**Kohde:** Raunistulan koulu  
**Näytteenottaja:** Sirate Group Oy / Vesa Koskinen, Suvi Kajanen  
**Näytteenottopvm:** 12.6.2020  
**Vastaanottopvm:** 15.6.2020

<b>Näytekoodit</b>	<b>kuvaus (materiaali)</b>	<b>Lab. tunniste</b>
Näyte M1.	P11, MPE (mineraalivilla)	BM126
Näyte M2.	P09, MPE (mineraalivilla)	BM127
Näyte M3.	P09, MPE (mineraalivilla)	BM128
Näyte M4.	P09, MPE, pilarin taus (mineraalivilla)	BM129
Näyte M5.	PO6, MPE (mineraalivilla)	BM130
Näyte M6.	P18, AP (mineraalivilla)	BM131
Näyte M7.	P03, AP (mineraalivilla)	BM132
Näyte M8.	P03, AP (mineraalivilla)	BM133
Näyte M9.	P03, AP (mineraalivilla)	BM134
Näyte M10.	P02, US (mineraalivilla)	BM135
Näyte M11.	P03, US (mineraalivilla)	BM136
Näyte M12.	P03, US (mineraalivilla)	BM137
Näyte M13.	P03, US (mineraalivilla)	BM138
Näyte M14.	P03, US (mineraalivilla)	BM139
Näyte M15.	P01, US (mineraalivilla)	BM140
Näyte M16.	P02, US (mineraalivilla)	BM141
Näyte M17.	P02, US (mineraalivilla)	BM142
Näyte M18.	P02, US (mineraalivilla)	BM143
Näyte M19.	P30, US (mineraalivilla)	BM144
Näyte M20.	K1, US (mineraalivilla)	BM145
Näyte M21.	K1, US (mineraalivilla)	BM146
Näyte M22.	P03, US (mineraalivilla)	BM147
Näyte M23.	104, US (mineraalivilla)	BM148
Näyte M24.	104, US (mineraalivilla)	BM149
Näyte M25.	105, US AO (mineraalivilla)	BM150
Näyte M26.	105, US, ikkuna (mineraalivilla)	BM151
Näyte M27.	106, US, ikkuna (mineraalivilla)	BM152
Näyte M28.	106, US, AO (mineraalivilla)	BM153
Näyte M29.	106, VS (mineraalivilla)	BM154

Laboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T312, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoituun pätevyysalueeseen sisältyvä toiminta on nähtävissä [www.finas.fi](http://www.finas.fi) tai laboratorion kautta. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille. Menetelmätiedot ja tulosten tulkintaperiaatteet ovat liitteessä. Testausselosteen osittainen kopioiminen tai kopioiminen ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.



Turun yliopiston biodiversiteettiyksikkö	Postiosoite:	Käyntiosoite:	Sähköposti   Internet
Aerobiologian laboratorio	Aerobiologian laboratorio 20014 Turun yliopisto	Natura-rakennus h. 324 Yliopistonmäki, Turku	aerobiologit@utu.fi   www.utu.fi/aerobiologia Puh. 029 450 3975 · 050 4313 268

Näyte M30.	IPPE, US (mineraalivilla)	BM155
Näyte M31.	IPPE, US, ikkuna (mineraalivilla)	BM156
Näyte M32.	IPPE, US, AO (mineraalivilla)	BM157
Näyte M33.	IPPE, ikkuna (puu)	BM158
Näyte M34.	IPPE, US, ikkuna (mineraalivilla)	BM159
Näyte M35.	107, US, ikkuna (mineraalivilla)	BM160
Näyte M36.	107, ikkuna (puu)	BM161
Näyte M37.	107, US, ikkuna (mineraalivilla)	BM162
Näyte M38.	107, US, ikkuna (mineraalivilla)	BM163
Näyte M39.	K3, MVS (mineraalivilla)	BM164
Näyte M40.	K3, MVS (mineraalivilla)	BM165

<b>Analyyssi:</b>	<b>Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinobakteerit), semikvantitatiivinen määrittäminen</b> Materiaalinäytteen suoraviljely. Valviran Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen, Osa IV ja Asumisterveysasetuksen 20 § (8/2016) mukainen menetelmä. Viljely tehdään suoraan maljoille ilman laimennusta. Mikrobitien viljelyyn perustuvana menetelmä selvittää vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit. Analyysi sisältää viljelyyn perustuvan suku/lajitason tunnistuksen ja semikvantitatiivisen määräärvion. Kosteusvaurioindikoivat ryhmät on merkitty *. Menetelmän tarkempi kuvaus sekä tulkinnan perusteet ovat liitteessä.
Viljely:	15.6.2020 / Kirsi Mäkiranta
Analyysointi:	Kirsi Mäkiranta, Marika Viljanen

## Tulokset ja näytekohtaiset tulkinnat:

## Näyte M1. P11, MPE (mineraalivilla)

BM126

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +++
Aktinomykeetit *		+++	
Muut bakteerit		+	ylikasvu
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Engyodontium</i> *	+++	
	<i>Acremonium</i> *	+	
	<i>Phoma</i> *	+	
Hiivasienet	<i>Sporobolomyces</i> *	+	
	<i>Phialophora sensu lato</i> *	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Engyodontium</i> *	+++	
	<i>Phialophora sensu lato</i> *	++	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Engyodontium</i> *	+++	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä aktinomykeettejä ja runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

## Näytekohtaiset huomiot

Ylikasvu, THG: Näytteessä esiintynyt muiden bakteerien ylikasvu on saattanut heikentää aktinomykeettien kasvua ja/tai havaittavuutta.

## Näyte M2. P09, MPE (mineraalivilla)

BM127

Bakteerit, THG-alusta			Yht. ++
Aktinomykeetit *		+	15 kpl
Muut bakteerit		++	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Exophiala</i> *	+	1 kpl
	<i>Phoma</i> *	+	5 kpl
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. –
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Phoma</i> *	+	1 kpl

## Näytekohtainen tulkinta

Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon. Näytteessä havaittiin vain kohtalaisesti elinkykyisiä mikrobeja, mutta lajistossa havaittiin useat eri kosteusvaurioindikaattorit viittaavat mikrobikasvustoon. Toimenpiderajan ylittymistä on harkittava suhteessa tietoon näytteenottokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylitä, mikäli on epäiltävissä, että löydös selittyy muutoin.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.

Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.



**Näyte M3. P09, MPE (mineraalivilla)**

BM128

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>		<b>Yht. +++</b>
Aktinomykeetit *	+++	
Muut bakteerit	-	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>		<b>Yht. -</b>
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>		<b>Yht. -</b>
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>		<b>Yht. -</b>

**Näytekohtainen tulkinta**

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin runsaasti kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

**Näyte M4. P09, MPE, pilarin tausta (mineraalivilla)**

BM129

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>		<b>Yht. +++</b>
Aktinomykeetit *	+++	
Muut bakteerit	+	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>		<b>Yht. -</b>
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>		<b>Yht. -</b>
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>		<b>Yht. -</b>

**Näytekohtainen tulkinta**

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin runsaasti kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

**Näyte M5. PO6, MPE (mineraalivilla)**

BM130

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>		<b>Yht. -</b>
Aktinomykeetit *	-	
Muut bakteerit	-	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>		<b>Yht. -</b>
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>		<b>Yht. -</b>
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>		<b>Yht. -</b>

**Näytekohtainen tulkinta**

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä ei havaittu lainkaan elinkykyisiä mikrobeja.

## Näyte M6. P18, AP (mineraalivilla)

BM131

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. +
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. –
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. –

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M7. P03, AP (mineraalivilla)

BM132

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. +++
Homesienet	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+++
	<i>Penicillium</i>	+
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. +++
Homesienet	<i>Aspergillus versicolor</i> *	++
	<i>Penicillium</i>	+
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. +++
Homesienet	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+++
	<i>Penicillium</i>	++

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä tavattiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

## Näyte M8. P03, AP (mineraalivilla)

BM133

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. –
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. –
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. +
Homesienet	<i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	+ 13 kpl

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M9. P03, AP (mineraalivilla)

BM134

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +	
Aktinomykeetit *	–		
Muut bakteerit	+		
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. –	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. –	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	+	2 kpl

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M10. P02, US (mineraalivilla)

BM135

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +++	
Aktinomykeetit *	++		
Muut bakteerit	++	ylikasvu	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. +++	
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+++	
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	++	
	<i>Acremonium</i> *	+	
	<i>Aspergillus sydowii</i> *	+	
	<i>Paecilomyces</i> *	+	
	tsygomykeetit	+	
	tunnistamaton home	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. +++	
Homesienet	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+++	
	<i>Acremonium</i> *	++	
	<i>Penicillium</i>	+	
	tsygomykeetit	+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. +++	
Homesienet	<i>Aspergillus versicolor</i> *	++	
	<i>Penicillium</i>	++	
	<i>Acremonium</i> *	+	
	<i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	+	
	tsygomykeetit	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä tavattiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. Lisäksi havaittiin kohtalaisia määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

## Näytekohtaiset huomiot

Ylikasvu, THG: Näytteessä esiintynyt muiden bakteerien ylikasvu on saattanut heikentää aktinomykeettien kasvua ja/tai havaittavuutta.

## Näyte M11. P03, US (mineraalivilla)

BM136

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+ ylikasvu	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	
Hiivasienet		+	
Itiömättömät ryhmät	steriili rihma	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. –
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	+ 5 kpl	
	<i>Cladosporium</i>	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näytekohtaiset huomiot

Ylikasvu, THG: Näytteessä esiintynyt muiden bakteerien ylikasvu on saattanut heikentää aktinomykeettien kasvua ja/tai havaittavuutta.

## Näyte M12. P03, US (mineraalivilla)

BM137

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +++
Aktinomykeetit *		+++	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. ++
Homesienet	<i>Acremonium</i> *	++ 16 kpl	
	<i>Engyodontium</i> *	+ 12 kpl	
	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Acremonium</i> *	+ 8 kpl	
	<i>Engyodontium</i> *	+ 3 kpl	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Engyodontium</i> *	+++	
	<i>Acremonium</i> *	++	
	<i>Penicillium</i>	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä aktinomykeettejä ja runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

## Näyte M13. P03, US (mineraalivilla)

BM138

Bakteerit, THG-alusta			Yht. ++
Aktinomykeetit *		++	26 kpl
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Engyodontium</i> *	++	
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+	
	<i>Phoma</i> *	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Engyodontium</i> *	++	
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+	
	<i>Exophiala</i> *	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Engyodontium</i> *	+++	
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+	
	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	

## Näytekohtainen tulkinta

**Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.** Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä tavattiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. Lisäksi havaittiin kohtalaisia määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykeettejä.

## Näyte M14. P03, US (mineraalivilla)

BM139

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Engyodontium</i> *	+	5 kpl
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+	1 kpl
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Engyodontium</i> *	+	2 kpl
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. ++
Homesienet	<i>Engyodontium</i> *	++	24 kpl
	<i>Cladosporium</i>	+	

## Näytekohtainen tulkinta

**Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.** Näytteessä havaittiin vain kohtalaisesti elinkykyisiä mikrobeja, mutta lajiston kohtalaisina määrinä havaitut kosteusvaurioindikaattorisienet viittaavat mikrobikasvustoon. Toimenpiderajan ylittymistä on harkittava suhteessa tietoon näytteenottokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylity, mikäli on epäiltävissä, että löydös selittyy muutoin.

## Näyte M15. P01, US (mineraalivilla)

BM140

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Engyodontium</i> *	+	5 kpl
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Engyodontium</i> *	+	1 kpl
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Engyodontium</i> *	+	4 kpl
	<i>Phoma</i> *	+	2 kpl

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Usean indikaattorin esiintyminen yksittäisinä pesäkkeinä saattaa viitata itiöiden kerääntymiseen näytemateriaaliin ajan myötä tai vanhaan kuivuneeseen vaurioon.

## Näyte M16. P02, US (mineraalivilla)

BM141

Bakteerit, THG-alusta			Yht. ++
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		++	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+	1 kpl
	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Aspergillus sydowii</i> *	+	1 kpl
	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M17. P02, US (mineraalivilla)

BM142

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>			<b>Yht. –</b>
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		–	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>			<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>			<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>			<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Eurotium</i> *	+	1 kpl
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M18. P02, US (mineraalivilla)

BM143

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>			<b>Yht. +</b>
Aktinomykeetit *		+	14 kpl
Muut bakteerit		+	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>			<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>			<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>			<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M19. P30, US (mineraalivilla)

BM144

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +	
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. –	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Aspergillus</i> ryhmä <i>Restricti</i> *	+	2 kpl
	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M20. K1, US (mineraalivilla)

BM145

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +	
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Acremonium</i> *	+	18 kpl
	<i>Cladosporium</i>	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Acremonium</i> *	+	8 kpl
	<i>Cladosporium</i>	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.



## Näyte M21. K1, US (mineraalivilla)

BM146

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Acremonium</i> *	+	4 kpl
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+	3 kpl
	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Aspergillus fumigatus</i> *	+	1 kpl
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+	1 kpl
	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Geotrichum</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	++	
	<i>Acremonium</i> *	+	
	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
	<i>Wallemia</i> *	+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä tavattiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

## Näyte M22. P03, US (mineraalivilla)

BM147

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	ylikasvu
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. –
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. –
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	+	1 kpl
	<i>Cladosporium</i>	+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näytekohtaiset huomiot

Ylikasvu, THG: Näytteessä esiintynyt muiden bakteerien ylikasvu on saattanut heikentää aktinomykeettien kasvua ja/tai havaittavuutta.

## Näyte M23. 104, US (mineraalivilla)

BM148

Bakteerit, THG-alusta		Yht. –	
Aktinomykeetit *	–		
Muut bakteerit	–		
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Ulocladium</i> *	+	1 kpl
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. –	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. –	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M24. 104, US (mineraalivilla)

BM149

Bakteerit, THG-alusta		Yht. ++	
Aktinomykeetit *	–		
Muut bakteerit	++		
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Exophiala</i> *	+	4 kpl
	<i>Penicillium</i>	+	
Hiivasienet		+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Aureobasidium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
	<i>Phoma</i> *	+	1 kpl
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain kohtalaisesti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M25. 105, US AO (mineraalivilla)

BM150

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +	
Aktinomykeetit *	–		
Muut bakteerit	+		
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. –	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. –	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. –	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä ei havaittu sieni- eikä aktinomykeettikasvua.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.

Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

**Näyte M26. 105, US, ikkuna (mineraalivilla)**

BM151

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>			<b>Yht. +</b>
Aktinomykeetit *	–		
Muut bakteerit	+		
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>			<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>			<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>			<b>Yht. –</b>

**Näytekohtainen tulkinta**

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä ei havaittu sieni- eikä aktinomykeettikasvua.

**Näyte M27. 106, US, ikkuna (mineraalivilla)**

BM152

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
Aktinomykeetit *	–			
Muut bakteerit	+			
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+		
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+		
Hiivasienet	<i>Sporobolomyces</i> *	+	1 kpl	
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>				<b>Yht. ++</b>
Homesienet	<i>Penicillium</i>	++		
	<i>Cladosporium</i>	+		
	<i>Phoma</i> *	+	1 kpl	
Hiivasienet		+		

**Näytekohtainen tulkinta**

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain kohtalaisesti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

**Näyte M28. 106, US, AO (mineraalivilla)**

BM153

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
Aktinomykeetit *	+	7 kpl		
Muut bakteerit	–			
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
Hiivasienet	+			
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>				<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+		
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>				<b>Yht. –</b>

**Näytekohtainen tulkinta**

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M29. 106, VS (mineraalivilla)

BM154

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	–	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

## Näyte M30. IPPE, US (mineraalivilla)

BM155

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	+	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>		<b>Yht. –</b>

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä ei havaittu sieni- eikä aktinomykeettikasvua.

## Näyte M31. IPPE, US, ikkuna (mineraalivilla)

BM156

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +	
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	ylikasvu
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Exophiala</i> *	+	4 kpl
	<i>Penicillium</i>	+	
	<i>Phoma</i> *	+	3 kpl
Hiivasienet		+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Exophiala</i> *	+	8 kpl
	<i>Phoma</i> *	+	4 kpl
Hiivasienet		+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Exophiala</i> *	+	1 kpl
	<i>Phoma</i> *	+	1 kpl
Hiivasienet		+	

## Näytekohtainen tulkinta

**Suoraviljelyn tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.** Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, mutta lajistossa havaitut useat eri kosteusvaurioindikaattorit viittaavat mikrobikasvustoon. Toimenpiderajan ylittymistä on harkittava suhteessa tietoon näytteenottokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylity, mikäli on epäiltävissä, että löydös selittyy muutoin.

## Näytekohtaiset huomiot

Ylikasvu, THG: Näytteessä esiintynyt muiden bakteerien ylikasvu on saattanut heikentää aktinomykeettien kasvua ja/tai havaittavuutta.

## Näyte M32. IPPE, US, AO (mineraalivilla)

BM157

Bakteerit, THG-alusta		Yht. +	
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	
Itiöimättömät ryhmät	steriili rihma	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta		Yht. +	
Homesienet	<i>Aspergillus fumigatus</i> *	+	1 kpl
	<i>Cladosporium</i>	+	

## Näytekohtainen tulkinta

**Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.** Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.  
Testauselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

**Näyte M33. IPPE, ikkuna (puu)**

BM158

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *	–		
Muut bakteerit	+	ylikasvu	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	
Itiömättömät ryhmät	steriili rihma	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. –
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	

**Näytekohtainen tulkinta**

**Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.** Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

**Näytekohtaiset huomiot**

Ylikasvu, THG: Näytteessä esiintynyt muiden bakteerien ylikasvu on saattanut heikentää aktinomykeettien kasvua ja/tai havaittavuutta.

**Näyte M34. IPPE, US, ikkuna (mineraalivilla)**

BM159

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *	–		
Muut bakteerit	+		
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Aspergillus sp.</i>	+	

**Näytekohtainen tulkinta**

**Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.** Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

**Näyte M35. 107, US, ikkuna (mineraalivilla)**

BM160

Bakteerit, THG-alusta			Yht. –
Aktinomykeetit *	–		
Muut bakteerit	–		
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. –
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. –
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. –

**Näytekohtainen tulkinta**

**Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.** Näytteessä ei havaittu lainkaan elinkykyisiä mikrobeja.

## Näyte M36. 107, ikkuna (puu)

BM161

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. ++
Homesienet	<i>Aureobasidium</i>	++	
	<i>Alternaria</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
	<i>Phoma</i> *	+	12 kpl
Hiiwasienet		+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Aureobasidium</i>	+++	
	<i>Aspergillus versicolor</i> *	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
Itiömättömät ryhmät	steriili rihma	+	
Hiiwasienet		+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +++
Homesienet	<i>Aureobasidium</i>	++	
	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
	<i>Phoma</i> *	+	
Hiiwasienet		+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä tavattiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa.

## Näyte M37. 107, US, ikkuna (mineraalivilla)

BM162

Bakteerit, THG-alusta			Yht. +
Aktinomykeetit *		–	
Muut bakteerit		+	
Sienet, mesofiiliset, M2-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+	
	<i>Penicillium</i>	+	
Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta			Yht. +
Homesienet	<i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	+	1 kpl
	<i>Penicillium</i>	+	

## Näytekohtainen tulkinta

Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa. Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

**Näyte M38. 107, US, ikkuna (mineraalivilla)**

BM163

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	–	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+

**Näytekohtainen tulkinta**

**Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.** Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

**Näyte M39. K3, MVS (mineraalivilla)**

BM164

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	+	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Acremonium</i> *	+ 1 kpl
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>		<b>Yht. –</b>

**Näytekohtainen tulkinta**

**Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.** Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

**Näyte M40. K3, MVS (mineraalivilla)**

BM165

<b>Bakteerit, THG-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Aktinomykeetit *	–	
Muut bakteerit	+	
<b>Sienet, mesofiiliset, M2-alusta</b>		<b>Yht. –</b>
<b>Sienet, mesofiiliset, Hagem-alusta</b>		<b>Yht. +</b>
Homesienet	<i>Cladosporium</i>	+
<b>Sienet, kserofiiliset, DG-18-alusta</b>		<b>Yht. –</b>

**Näytekohtainen tulkinta**

**Rakennusmateriaalissa ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.** Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja, eikä lajistossa tavattu selkeästi kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.

Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.



**Lausunto****Yhteenveto tuloksista**

<b>Näyte</b>	<b>Mikrobikasvun esiintyminen näytteittäin</b>	
Näyte M1.	Mikrobikasvusto.	BM126
Näyte M2.	Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.	BM127
Näyte M3.	Mikrobikasvusto.	BM128
Näyte M4.	Mikrobikasvusto.	BM129
Näyte M5.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM130
Näyte M6.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM131
Näyte M7.	Mikrobikasvusto.	BM132
Näyte M8.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM133
Näyte M9.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM134
Näyte M10.	Mikrobikasvusto.	BM135
Näyte M11.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM136
Näyte M12.	Mikrobikasvusto.	BM137
Näyte M13.	Mikrobikasvusto.	BM138
Näyte M14.	Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.	BM139
Näyte M15.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM140
Näyte M16.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM141
Näyte M17.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM142
Näyte M18.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM143
Näyte M19.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM144
Näyte M20.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM145
Näyte M21.	Mikrobikasvusto.	BM146
Näyte M22.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM147
Näyte M23.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM148
Näyte M24.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM149
Näyte M25.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM150
Näyte M26.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM151
Näyte M27.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM152
Näyte M28.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM153
Näyte M29.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM154
Näyte M30.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM155

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.  
Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

Näyte M31.	Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon.	BM156
Näyte M32.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM157
Näyte M33.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM158
Näyte M34.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM159
Näyte M35.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM160
Näyte M36.	Mikrobikasvusto.	BM161
Näyte M37.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM162
Näyte M38.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM163
Näyte M39.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM164
Näyte M40.	Ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.	BM165

### Rakennuksessa esiintyvän mikrobikasvun merkitys

Terveyshaittaa osoittavan toimenpiderajan ylittymisenä pidetään analyysillä varmistettua mikrobikasvua tai korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota rakennuksen sisäpinnalla tai sisäpuolisessa rakenteessa. Toimenpideraja ylittyy myös mikäli sisätiloissa oleva voi altistua muussa rakenteessa tai tilassa olevalle mikrobikasvulle. (STM:n asetus 545/2015)

Terveyshaitan arvioinnissa tilaa on arvioitava kokonaisuutena siten, että otetaan huomioon altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttää altistumiselta tai poistaa haitta sekä poistamisesta aiheutuvat olosuhteet ja muut vastaavat tekijät. Tavanomaisesta poikkeavissa oloissa, kuten rakennuksen tai sen osan korjauksen tai muutostyön aikana, on otettava huomioon erityisesti altistuksen kesto ja mahdollisen terveyshaitan toteutumisen riski. (STM:n asetus 545/2015)

**Näytekokonaisuudessa on viljelymenetelmällä mikrobikasvustoa osoittanut näyte / näytteitä. Lisäksi osa viljelytuloksista viittaa mikrobikasvustoon.**

Analyysillä vahvistettua, normaalista poikkeavaa mikrobikasvustoa rakennusmateriaalissa tai pinnalla voidaan pitää toimenpiderajan ylittymisenä ilman aistinvaraista varmistusta tai esimerkiksi kosteusmittausta (Valvira, 2016).

Näytteissä, joissa tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon, on toimenpiderajan ylittymistä harkittava suhteessa tietoon näytteenotokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylitä, jos on epäiltävissä, että löydös selittyy muutoin.

#### Rajaus:

Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa (Valviran ohje 8/2016) kuvatun toimenpiderajan ylittyminen koskee rakennuksen sisäpintojen tai sisäpuolisten rakenteiden, muiden tilojen ja rakenteiden vaurioita, joista irtoaville epäpuhtauksille sisätiloissa oleva voi altistua. Näitä muita tiloja ja rakenteita ovat esimerkiksi kellarit, rakennusten alapohjat ja yläpohjat. Lämmöneristeiden osalta rajataan pois lämmöneristeet, jotka ovat suoraan kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, ellei rakenteesta ole vahvistettua ilmayhteyttä sisätiloihin. Ilmayhteyden osoittamisessa voidaan käyttää esimerkiksi merkkiaineita tai -savuja.

Pesuhuoneen ja muiden kosteiden tilojen pinnoilla saattaa esiintyä pistemäistä mikrobikasvustoa, joka voidaan poistaa puhdistamalla pinnat ja tehostamalla ilmanvaihtoa. Tällöin ei ole kyse toimenpiderajan ylittymisestä (Valviran ohje 8/2016).

**Huomioitavaa**

Epäilystä vauriokohdasta tehdyt havainnot ja näytteenottokohdan merkitys sisäilman kannalta on huomioitava tulkittaessa näytteen osoittamaa terveyshaittaa.

Suoraviljelymenetelmä selvittää vain käytetyillä elatusalustoilla kasvavat elinkykyiset mikrobit.

Turussa 29.6.2020

Anna-Mari Pessi  
FM, erikoistutkija

Satu Saarinen  
FL, laboratoriopäällikkö

## RAKENNUSMATERIAALINÄYTTEIDEN ANALYYSISSÄ KÄYTETTY MENETELMÄ JA TULKINTAPERIAATTEET

**MENETELMÄ:** Mikrobit (homeet, hiivat, bakteerit ja aktinobakteerit), pitoisuus ja mikrosienilajiston tunnistus; semikvantitatiivinen määrittäminen.

Analysointi ja tulosten tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamishojeeseen (Valviran ohje 8/2016). Menetelmä on laboratorion akkreditoitussa pätevyysalueessa ja kuuluu Eviran hyväksynnän piiriin asumisterveystutkimuksena. Lausunto ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

Rakennusmateriaalinäytteen suoraviljelymenetelmässä osanäyte viljellään suoraan kasvualustoille. Menetelmä on semikvantitatiivinen eli tulos ilmoitetaan +/- -asteikolla. Lisäksi viljelmiltä tunnistetaan lajisto mikroskoipimalla. Menetelmä selvittää vain käytetyillä kasvualustoilla kasvavat, elinkykyiset mikrobit. Tulosten tulkinta perustuu sekä semikvantitatiivisesti määritetyn mikrobimäärän että lajiston tarkasteluun.

### Kasvualustat ja -olosuhteet

Kasvatuslämpötilana käytetään 25±3 °C. Kasvatusajat: pesäkelaskenta 7 vrk, sienimääritys 7–14 vrk sekä aktinomykeettien tyyppitys / laskenta 14 vrk. Jos näyte tulkitaan vaurioituneeksi ennen 14 vrk määräaikaa, voidaan bakteeriviljelyjen kasvatus keskeyttää.

### Taulukko 1. Analyysissä käytetyt kasvualustat

Kasvualusta ja lyhenne	Alustalla kasvavat mikrobit
Tryptoni-hiivaute-glukoosialusta, THG	aktinomykeetit ja muut bakteerit
2 % mallasuute-alusta, M2	mesofiiliset sienet; hiiva- ja homesienet, basidiomykeetit
Hagem-agar	– –
Dikloranglyseroli-18-alusta, DG-18	kserofiiliset sienet, jotka kasvavat muita sieniä kuivemmissä olosuhteissa; materiaalin vesiaktiivisuusvaatimus on $a_w = 60 - 80$

### Tulosten esittäminen

Tulokset ilmoitetaan seuraavasti: - = ei mikrobeja, + = 1–19 pesäkettä (niukasti mikrobeja), ++ = 20–49 pesäkettä (kohtalaisesti mikrobeja), +++ = 50–199 pesäkettä (runsaasti mikrobeja), ++++ ≥ 200 pesäkettä (erittäin runsaasti mikrobeja). Mikäli sienten tai aktinomykeettien pesäkemäärät ovat korkeintaan kohtalaiset (< 50 pesäkettä/malja), kirjataan kosteusvaurioindikaattorien (Taulukko 2) pesäkemäärät raporttiin. Muiden bakteerien pesäkemäärät ilmoitetaan +/- -asteikolla, mutta määriä ei käytetä tuloksen tulkinnassa. Epävarmuutta lisäävät seikat ilmoitetaan näytekohteisessa tulkinnassa.

### Suoramikroskopointi lisäanalyysinä

Mikrobikasvustoa osoittamaton rakennusmateriaalinäyte voi olla vaurioitumaton mutta kasvusto voi olla myös kuivunut. Tällainen näyte voidaan suoramikroskopoida, jolloin voidaan mahdollisesti havaita kuolleen ja kuivuneen sienikasvuston esiintyminen.

Laboratorio tekee näytteen suoramikroskopoinnin erillisestä tilauksesta. Menetelmän toteutus onnistuu luotettavasti vain kovilta materiaaleilta, kuten puu. Näytemateriaalin värimuutosalueelta tai satunnaisesti valituista kohdista tehdyiltä preparaateilta havainnoidaan sienirihmasto ja -itiöt. Sienirihmasto viittaa homekasvustoon tai lahovaurioon näytteessä. Menetelmällä ei havaita aktinomykeettikasvustoja.

### TULKINNAN PERUSTEET

Asumisterveysasetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaan terveyshaittaa osoittavan toimenpiderajan ylittymisenä pidetään korjaamatonta kosteus- tai lahovauriota, aistinvaraisesti todettua ja tarvittaessa analyyseillä varmistettua mikrobikasvua rakennuksen sisäpinnalla, sisäpuolisessa rakenteessa tai lämmöneristeessä silloin, kun lämmöneriste ei ole kosketuksissa ulkoilman tai maaperän kanssa, taikka mikrobikasvua muussa rakenteessa tai tilassa, jos sisätiloissa oleva voi sille altistaa.

Viranomaisen tekemässä terveyshaitan arvioinnissa tilaa on arvioitava kokonaisuutena siten, että toimenpiderajaa sovellettaessa otetaan huomioon altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto, mahdollisuudet välttää altistumista tai poistaa haitta sekä poistamisesta aiheutuvat olosuhteet ja muut vastaavat tekijät. Tavanomaisesta poikkeavissa oloissa, kuten rakennuksen tai sen osan korjauksen tai muutostyön aikana, on otettava huomioon erityisesti altistuksen kesto ja mahdollisen terveyshaitan toteutumisen riski.

### Toimenpiderajat (Valviran ohje 8/2016)

Toimenpiderajan katsotaan ylittyvän eli rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa, kun sienien tai aktinomykeettien pesäkemäärät ovat runsaat (+++ / ++++).

Tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon silloin, kun sieniä tai aktinomykeettejä on kohtalaisesti tai niukasti (+/+), mutta lajistossa on useita kosteusvaurioindikaattoreita (muuten kuin yksittäisinä pesäkkeinä). Toimenpiderajan ylittymistä on tällöin harkittava suhteessa tietoon näytteenotokohdan sijainnista ja muihin taustatietoihin. Raja ei ylitä, jos on epäiltävissä, että niukat tai kohtalaiset mikrobimäärät selittyvät muutoin. Suoramikroskopoinnilla voidaan vahvistaa tulkintaa.

### Kosteusvauriota indikoiva lajisto

Kosteusvaurioon viittaavina on tässä raportissa esitetty mikrobiryhmät, jotka Asumisterveysasetuksen soveltamishojeen (2016) mukaisesti ovat tyyppillisiä kosteusvauriolle. Testausselosteessa kosteusvaurioon viittaava lajisto on (Taulukko 2.) yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä \*-merkillä.

**Taulukko 2. Testausselosteen tulokinnassa kosteusvaurioindikaattoreina käytetyt mikrobiryhmät (Asumisterveysasetuksen soveltamisohe, 2016) ovat tyypillisiä kosteusvauriolle. Tuloksissa kosteusvaurioon viittaava lajisto on yksilöity ryhmän, suvun tai lajin nimen perässä \*-merkillä.**

Kosteusvaurioindikaattorimikrobit	
<b>Bakteerit:</b>	<i>Engyodontium.</i>
aktinomykeetit	<i>Eurotium.</i>
<b>Homesienet:</b>	<i>Exophiala.</i>
<i>Acremonium.</i>	<i>Fusarium.</i>
<i>Aspergillus fumigatus.</i>	<i>Geomyces.</i>
<i>Aspergillus ochraceus</i> ryhmä.	<i>Oidiodendron.</i>
<i>A. ochraceus</i> , ryhmän mikroskooppisesti samankaltaiset lajit	<i>Phialophora sensu lato.</i> useita aiemmin sukuun <i>Phialophora</i> kuuluvia lajeja
<i>Aspergillus Restricti</i> ryhmä sisältäen <i>A. penicillioides.</i> sekä <i>A. restrictus</i> - lajit	<i>Scopulariopsis.</i> <i>Sphaeropsidales</i> –ryhmä; erikseen suku <i>Phoma.</i>
<i>Aspergillus sydowii.</i>	<i>Stachybotrys.</i>
<i>Aspergillus terreus.</i>	<i>Trichoderma.</i>
<i>Aspergillus Usti</i> ryhmä <i>A. ustus</i> sekä ryhmän mikroskooppisesti samankaltaiset lajit	<i>Tritirachium.</i> <i>Ulocladium.</i>
<i>Aspergillus versicolor.</i>	<i>Wallemia</i>
<i>Chaetomium</i> sekä suvuton muoto <i>Botryotrichum</i>	<b>Hiivasienet:</b> <i>Sporobolomyces</i>

### Rajaukset

Asumisterveysasetuksen soveltamisoheen (2016) mukaiset tulkintaohjeet soveltuvat asumis-, oleskelu- tai työpaikkakäytössä oleviin sisätiloihin, joissa ei ole sellaista tuotantoon tai toimintaan liittyvää mikrobilähdettä, jonka vaikutusta ei voida sulkea pois tulosten tulokinnasta.

Toimenpiderajoina esitettyjä pitoisuusrajoja ei voida suoraan soveltaa eristemateriaaleihin, jotka ovat kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa (alapohjarakenteet ja lämmöneristeet). Maaperän tai ulkoilman kanssa suorassa kosketuksessa oleviin lämmöneristeisiin voi kertyä maaperästä tai ulkoilmasta peräisin olevia itiöitä, jotka eivät ole muodostaneet varsinaista kasvustoa lämmöneristeissä. Rakenteiden sisällä olevissa lämmöneristeissä havaittu mikrobikasvu liittyy kuitenkin usein todellisiin, rakennusteknisesti havaittuihin kosteusvaurioihin. Eristemateriaaleissa todettua mikrobikasvua pidetään asetuksen (STM:n asetus 545/2015) mukaisena toimenpiderajan ylityksenä vain silloin, kun rakenteesta on varmistettu ilmayhteys sisätiloihin.

### MIKROBIKASVUN MERKITYS RAKENNUKSESSA

Rakennuksessa esiintyvistä mikrobikasvustosta voi kulkeutua sisäilmaan ilmapvirtausten ja ilmanvaihdon mukana mikrobeja (esimerkiksi itiöitä ja niiden osasia) sekä niiden hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita, joille sisätiloissa oleskelevat voivat altistua. Ellei mikrobikasvustoa ole poistettu, se voi olla terveydelle haitallista vielä senkin jälkeen, kun rakennusmateriaali on kuivunut tai kuivatettu. Kosteusvaurio on välittömästi korjattava ja vaurioon johtaneet syyt poistettava.

Yllä esitetyt toimenpiderajat eivät ole terveysperusteisia. Rakennusmateriaalinäytteiden avulla osoitetaan olosuhde eli mikrobikasvu materiaalissa, josta voi aiheutua terveyshaittaa. Toimenpiderajan ylittyminen vaatii nimensä mukaisesti aina toimenpiteitä, esim. lisäselvityksiä, altistumisen arviointia. Toimenpiteet tulee suunnitella ja toteuttaa kokonaisuus huomioiden. Terveyshaitan arvioinnissa huomioidaan mikrobikasvun laajuus, sijainti, ilmayhteys sisäilmaan ja painesuhteet, jotka kaikki vaikuttavat altistumisen todennäköisyyteen ja määrään.

### LISÄTIETOA

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus -oppaassa (Pitkäranta, 2016) on lisätietoa kosteusvauriokuntoarviosta ja siihen liittyvistä mittauksista sekä korjausten yleisperiaatteista. Ympäristöministeriön koordinoiman Kosteus- ja hometalkoot –toimintaohjelman sivustolla on käytännönläheistä tietoa talojen huoltamisesta ja riskirakenteista sekä kosteus- ja homevaurioiden ennaltaehkäisystä ([hometalkoot.fi](http://hometalkoot.fi)). Sivustolla on koottuna runsaasti aiheeseen liittyviä oppaita ja selvityksiä, esim. ohje siivouksesta ja irtaimiston puhdistuksesta homevauriokorjausten jälkeen ([hometalkoot.fi/guides](http://hometalkoot.fi/guides)).

### VIITTEET

Asumisterveysopas. 3. korj painos. Sosiaali- ja terveysministeriö (julk.), Ympäristö ja Terveys -lehti, Pori. 2009. 200 ss.

Pitkäranta, M. (toim) 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Ympäristöministeriö (Ympäristöopas 2016). <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4626-8>

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista [545/2015](https://www.finlex.fi/fi/laki/ajankohtainen/asetukset/2015/545) (finlex.fi)

Valvira ohje 8/2016: [Asumisterveysasetuksen soveltamisohe](https://www.valvira.fi/valvira/asiakkaat/ohjeet/ohje-8-2016).

**AEROBIOLOGIA**

TURKU

Raunistulankoulu\_KUITU\_Sirate\_220620.xlsb

Puu, 2020

**TESTAUSSELOSTE: Teolliset mineraalikuidut, laskeutunut pöly 14 vrk**

**Tilaja:** Sirate Group Oy  
Kutterintie 5, 20900 Turku

**Laskutus:** sama, verkkolaskuna

**Toimitusosoite:** vesa.koskinen@sirategroup.fi

**Sisältö:** Laskeutuneen pölyn (14 vrk) teippinäytteitä 11 kpl

**Tiedot näytteenotosta:**

**Kohde:** Raunistulan koulu

**Näytteenottaja:** Vesa Koskinen, Suvi Kajanen

**Näytteenottoaika:** 8.6. - 22.6.2020, näytteet saapuneet 22.6.2020

**Analyysi:**

**Menetelmä:** Teollisten mineraalikuitujen määritys valomikroskoopilla laskeutuneesta pölystä (14 vrk)

Menetelmä on tarkoitettu mittaamaan pinnoille laskeutuneen pölyn kuitumäärää STM:n asetuksen 23.4.2015/545, 19 § ja asetusta soveltavan Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen (Valvira, 2016) mukaisen toimenpiderajan ylittymisen arvioimiseksi.

Geeliteipillä kerätystä laskeutuneesta pölystä lasketaan valomikroskoopin avulla kaikki yli 20 µm kokoiset teolliset mineraalikuidut. Tulos ilmoitetaan pinta-alayksikköä kohden. Laskenta suoritetaan kahden viikon laskeutuneesta pölystä. Menetelmällä saadaan selville teollisten mineraalikuitujen kokonaismäärä, mutta ei niiden kuitutyyppejä. (Tossavainen,

**Analyysipvm:** 25.6.2020

**Analysoija(t):** Marika Viljanen

**Tulosten tulkinta ja esitystapa:** Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup> (STM, asetus 23.4.2015/545, 19 § Hiukkasmaiset epäpuhtaudet). Mainitun pitoisuuden ylittävät näytteet ilmoitetaan toimenpiderajan ylittäviksi. Näytekohtainen havaintoraja perustuu mikroskoipoituun pinta-alaan.

**Tulokset:**

Näytekoodi (labtunniste)	Mittauskohde	Tulos		Huom.
		kpl/cm <sup>2</sup>	(havaintoraja)	
K1 (BM260)	P22 Keittiö	< 0,20	(0,07)	
K2 (BM261)	P02 Ruokasali	0,21	(0,07)	Ylittää toimenpiderajan
K3 (BM262)	P03 Ruokasali	0,86	(0,07)	Ylittää toimenpiderajan
K4 (BM263)	P10 Pukuh.	< 0,20	(0,07)	
K5 (BM264)	P11 Pukuh.	< 0,07	(0,07)	Alle havaintorajan
K6 (BM265)	P03 Liikuntasali	0,57	(0,07)	Ylittää toimenpiderajan
K7 (BM266)	P03 Liikuntasali	< 0,20	(0,07)	
K8 (BM267)	IPPE	0,5	(0,07)	Ylittää toimenpiderajan
K9 (BM268)	105 OT 3	0,71	(0,07)	Ylittää toimenpiderajan
K10 (BM269)	104 OT 2	0,36	(0,07)	Ylittää toimenpiderajan
K11 (BM270)	107 Puu- ja metallityö	0,21	(0,07)	Ylittää toimenpiderajan

**Tulosten tulkinta**

Osassa näytteitä kuitupitoisuus ylitti toimenpiderajan.

Testaustulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.

Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.

## Rakennuksessa esiintyvien teollisten mineraalikuitujen merkitys

Tulkinta perustuu Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeeseen (Valvira, 2016). Tulkinassa ei ole huomioitu näytteenottoon liittyviä virhelähteitä.

Teollisten mineraalikuitujen toimenpideraja kahden viikon aikana pinnoille laskeutuneessa pölyssä on 0,2 kuitua/cm<sup>2</sup>. Teolliset mineraalikuidut ovat ensisijaisesti muiden oleskelutilojen kuin asuinympäristöjen olosuhteita heikentävä tekijä. Kuitujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet akustiikkalevyt sekä avonaiset mineraalivillaeristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmavuodot. (Valvira, 2016).

Tulosten merkitystä pohdittaessa on tärkeää nähdä kokonaiskuva näytteenottokohteesta ja harkita sen perusteella toimenpiteitä. Korjaavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- mineraalivillojen pinnoitus lasikuitukankaalla tai sideaineella
- ilmastointi- ja ilmanvaihtoputkien puhdistaminen
- mineraalivillojen poistaminen tai korvaaminen

Lopullinen analyysitulosten tulkinta, jossa on huomioitu siihen vaikuttavat tekijät (virhelähteet ja tilan erityispiirteet) sekä muuna ajankohtana tehdyt mittaukset ja muut tutkimukset, on näytteenottosuunnitelman tekijän, näytteenottajan tai tutkimuksen teettäjän vastuulla.

### Viitteet

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Asumisterveysasetuksen pykälä 19, Valvira 8/2016

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 23.4.2015/545. [www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545)

Tossavainen, A. ym. 2006. Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt: terveyshaitat, mittaaminen ja tuotekehitys. Teoksessa: FINE – Pienhiukkaset – Teknologia, ympäristö ja terveys 2002–2005 loppuraportti. Teknologiaohjelmaraaportti 9/2006. Helsinki: Tekes, 153-163.

Turussa, 26.6.2020

Kirsi Mäkiranta  
FM, projektitutkija

Sirkku Häkkinä  
FM, rakennusterveysasiantuntija,  
projektitutkija

**AEROBIOLOGIA**

TURKU

RaunistulanKoulu\_TkKUITU\_Sirate\_220620

**TESTAUSSULOSTE: teolliset mineraalikulut, laskeutunut pöly; tuntematon laskeuma-aika**

**Tilaja:** Sirate Group Oy  
Kutterintie 5, 20900 Turku

**Laskutus:** verkkolaskuna

**Toimitusosoite:** vesa.koskinen@sirategroup.fi

**Sisältö:** Laskeutuneen pölyn teippi-näytteitä (laskeuma-aika tuntematon) 8 kpl

**Tiedot näytteenotosta:**

**Kohde:** Raunistulan koulu

**Näytteenottaja:** Vesa Koskinen

**Näytteenottoaika:** 22.6.2020, näytteet saapuneet 22.6.2020

**Analyysi:**

**Menetelmä:** Teollisten mineraalikulujen määritys valomikroskoopilla laskeutuneesta pölystä (tuntematon laskeuma-aika). Geeliteipillä kerätystä laskeutuneesta pölystä lasketaan mikroskoopin avulla kaikki yli 20 µm kokoiset teolliset mineraalikulut. Tulos ilmoitetaan pinta-alayksikköä kohden. Laskenta suoritetaan tuntemattoman ajan laskeutuneesta pölystä. Menetelmällä saadaan selville teollisten mineraalikulujen kokonaismäärä, mutta ei niiden kuitutyyppiä. (Tossavainen, 2006.)

**Analyysipvm:**

2.7.2020

**Analysoija(t):**

Sirkku Häkkinen, Marika Viljanen

**Tulosten tulkinta ja esitystapa:**

Näytekohtainen havaintoraja perustuu mikroskopoituun pinta-alaan. Mikäli kuitupitoisuus on korkea, mikroskopoidaan näyteteipin pinta-alasta osanäyte. Tuntemattoman laskeuma-ajan laskeutuneelle pölylle ei ole toimenpiderajoja. Työterveyslaitoksen arvion mukaan teollisten mineraalikulujen keskimääräinen pitoisuus tuloilmakanavan pinnalla on 10-30 kuitua / cm<sup>2</sup> (Työterveyslaitoksen kooste, 2016).

**Tulokset:**

Näytekoodi (lab.tunniste)	Mittauskohde	Tulos		Huom.
		kpl/cm <sup>2</sup>	(hav.raja)	
KT1 (BM252)	TK-1 Äänenvaimentimen jälkeen	-	-	1
KT2 (BM253)	PK-5 Poistokone palautusilmakanava	6,3	(0,07)	*
KT3 (BM254)	TK-4 Raitisilmakammio/palautusilma	7,1	(0,07)	
KT4 (BM255)	TK-4 Puhallinkammio	> 143	(0,29)	x
KT5 (BM256)	OT 3 tuloilmakanava	41	(0,29)	φ
KT6 (BM257)	OT 1 tuloilmakanava	9,6	(0,07)	
KT7 (BM258)	PKH tuloilmakanava	21	(0,07)	
KT8 (BM259)	Ruokasali tuloilmakanava	16	(0,07)	

**Laboratorion huomioita:**

- \* Geeliteipille tarttunut runsas pölymäärä vaikeutti kuitupitoisuuden tarkkaa määrittämistä.
- x Laskenta on tehty näytepinta-alaa pienemmältä pinta-alalta. Pitoisuus on määritetty alle 3,5 cm<sup>2</sup> pinta-alalta.
- φ Laskenta on tehty näytepinta-alaa pienemmältä pinta-alalta. Pitoisuus ja näytekohtainen havaintoraja on määritetty analysoidun pinta-alan mukaisena.

Testatulokset pätevät ainoastaan testatuille näytteille.

Testausselosteen osittainen kopioiminen on kielletty ilman laboratorion lupaa.



<sup>1</sup> Näyteteippiä ei voitu laskea mikroskooppisesti, koska siihen oli tarttunut hyvin runsaasti pölyä. Kuituja kuitenkin havaittiin.

## Tulosten tulkinta

Näytteistä ei anneta tulkintaa.

### Rakennuksessa esiintyvien teollisten mineraalikuitujen merkitys

Menetelmälle (kuitupitoisuus laskeutuneessa pölyssä, tuntematon laskeuma-aika) ei ole määritetty toimenpiderajaa. Keskimääräinen kuitupitoisuus tuloilmakanavien pinnalla on 10 – 30 kuitua/cm<sup>2</sup> (Työterveyslaitos, 2016), ja tuloilmakanavien kohdalla tämän pitoisuuden ylittävät kuitupitoisuudet on tulkittu poikkeaviksi. Tulkinta perustuu työterveyslaitoksen koosteeseen toimistoympäristöjen sisäilman epäpuhtauksien ja olosuhteiden viitearvoista. Tulokinnassa ei ole huomioitu näytteenottoon liittyviä virhelähteitä.

Teolliset mineraalikuidut ovat ensisijaisesti muiden oleskelutilojen kuin asuinympäristöjen olosuhteita heikentävä tekijä. Kuitujen lähteitä sisäympäristössä ovat esimerkiksi ilmanvaihtolaitteistojen rikkoutuneet äänenvaimentimet, vanhentuneet tai rikkoutuneet akustiikkalevyt sekä avonaiset mineraalivillaeristeet tai lämmöneristekerroksen kautta kulkevat ilmuuodot. (Valvira, 2016).

Tulosten merkitystä pohdittaessa on tärkeää nähdä kokonaiskuva näytteenottokohteesta ja harkita sen perusteella toimenpiteitä. Korjaavia toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- mineraalivillojen pinnoitus lasikuitukankaalla tai sideaineella
- ilmastointi- ja ilmanvaihtoputkien puhdistaminen
- mineraalivillojen poistaminen tai korvaaminen

Lopullinen analyysitulosten tulkinta, jossa on huomioitu siihen vaikuttavat tekijät (virhelähteet ja tilan erityispiirteet) sekä muuna ajankohtana tehdyt mittaukset ja muut tutkimukset, on näytteenottosuunnitelman tekijän, näytteenottajan tai tutkimuksen teettäjän vastuulla.

### Viitteet

Tossavainen, A. ym. 2006. Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt: terveyshaitat, mittaaminen ja tuotekehitys. Teoksessa FINE – Pienhiukkaset – Teknologia, ympäristö ja terveys 2002–2005 loppuraportti. Teknologia-ohjelmaraaportti 9/2006. Helsinki: Tekes, 153-163.

Työterveyslaitos, 2016. Kooste toimistoympäristöjen sisäilman epäpuhtauksien ja olosuhteiden viitearvoista. <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>

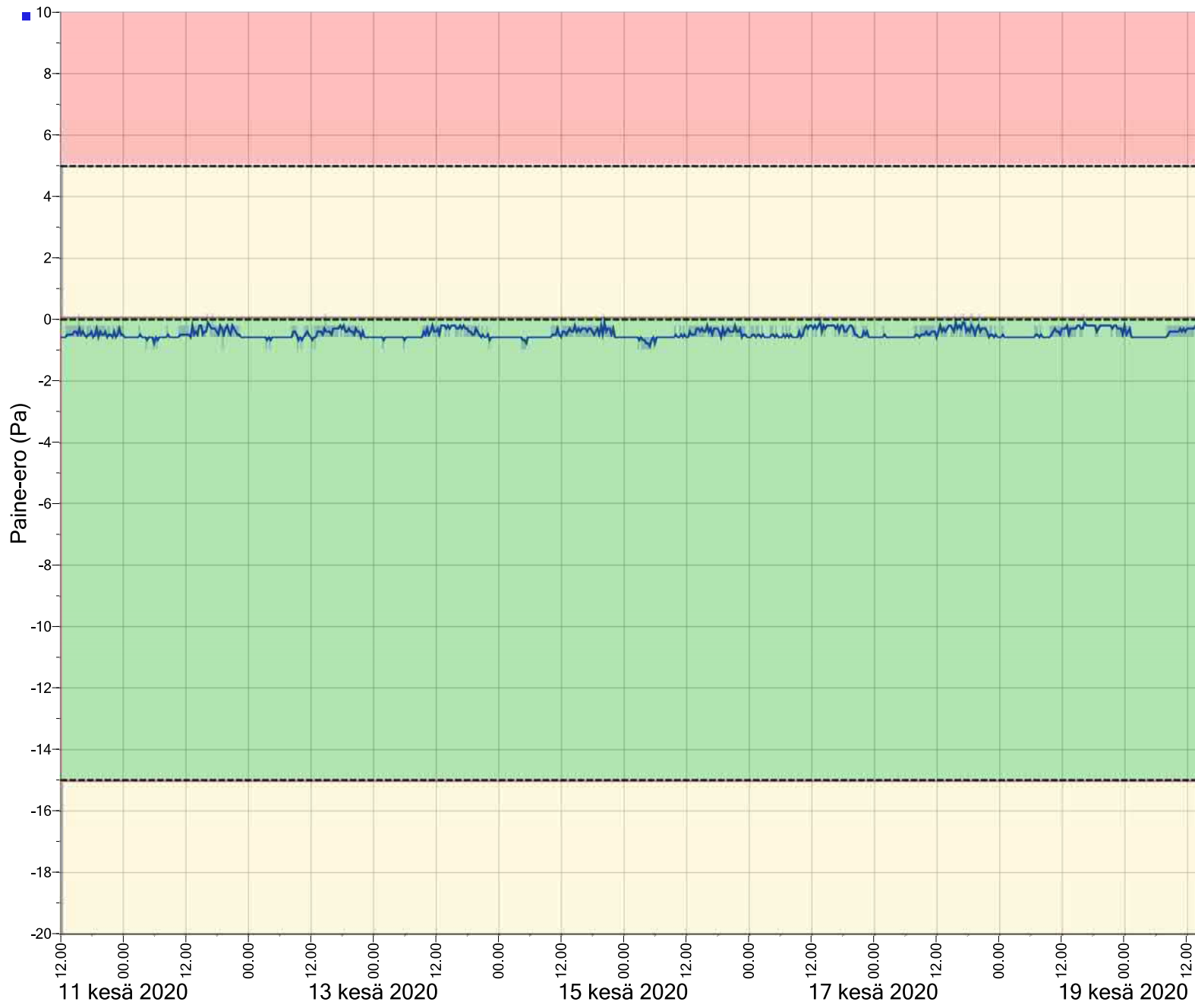
Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa III, Asumisterveysasetuksen pykälä 19, Valvira 8/2016

Turussa, 6.7.2020

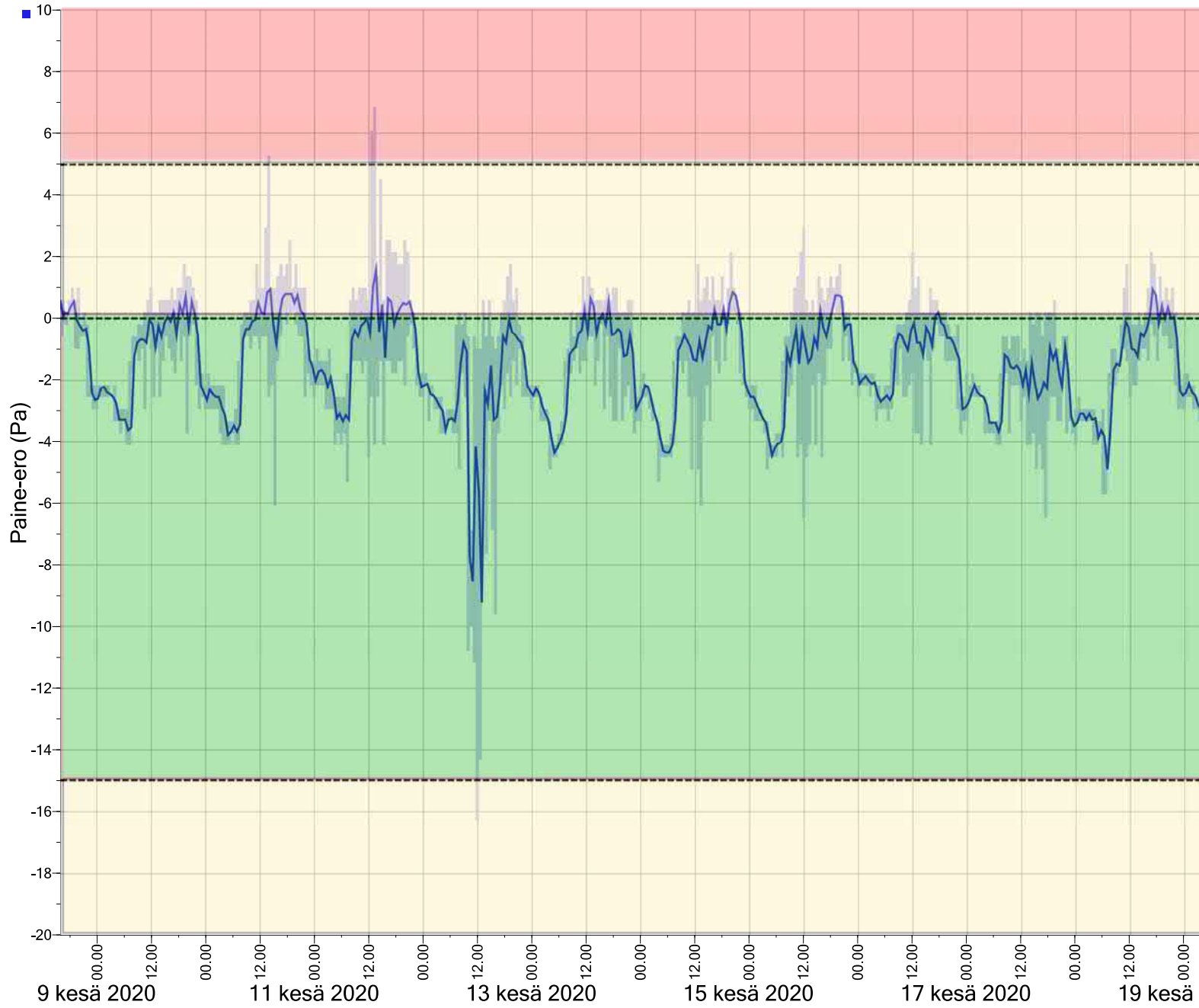
Raisa Ilmanen  
 FM, projektitutkija

Sirkku Häkkinä  
 FM, rakennusterveysasiantuntija,  
 projektitutkija

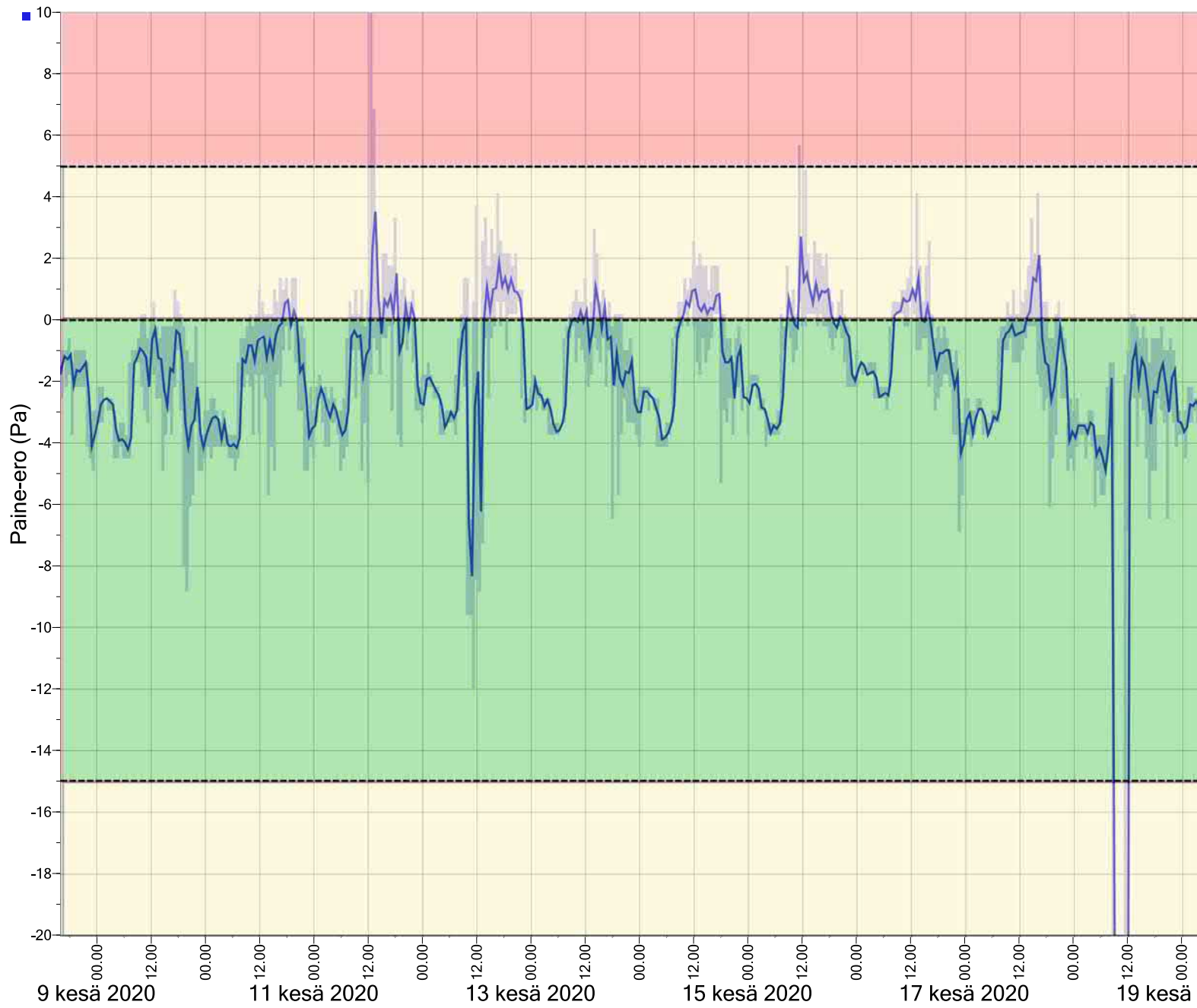
PE1 (60) Väestönsuoja K2 - ulkoilma koilliseen, 10. - 22.6.2020



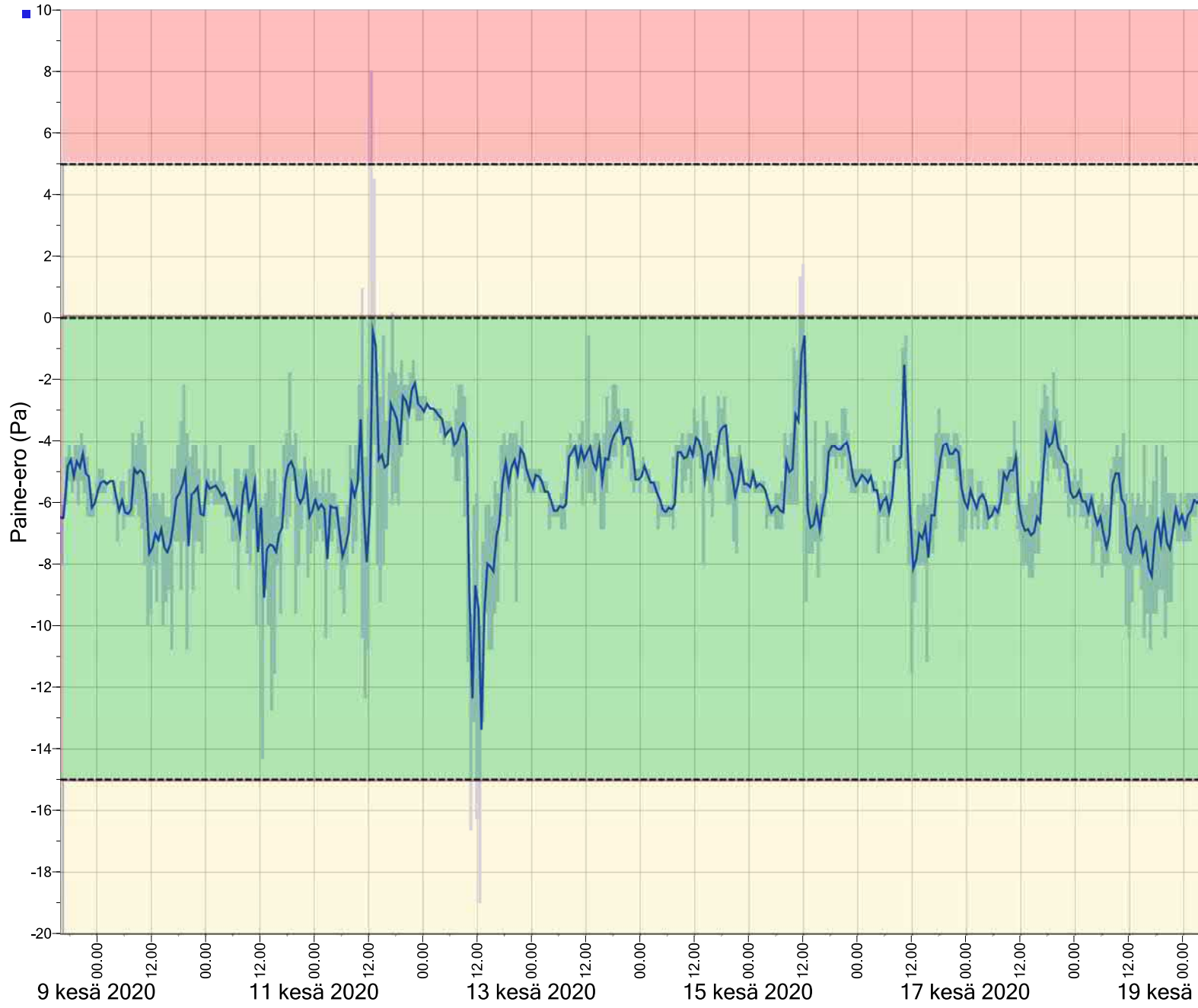
PE2 (51) Ruokasali P02 - ulkoilma kaakkoon, 8. - 22.6.2020



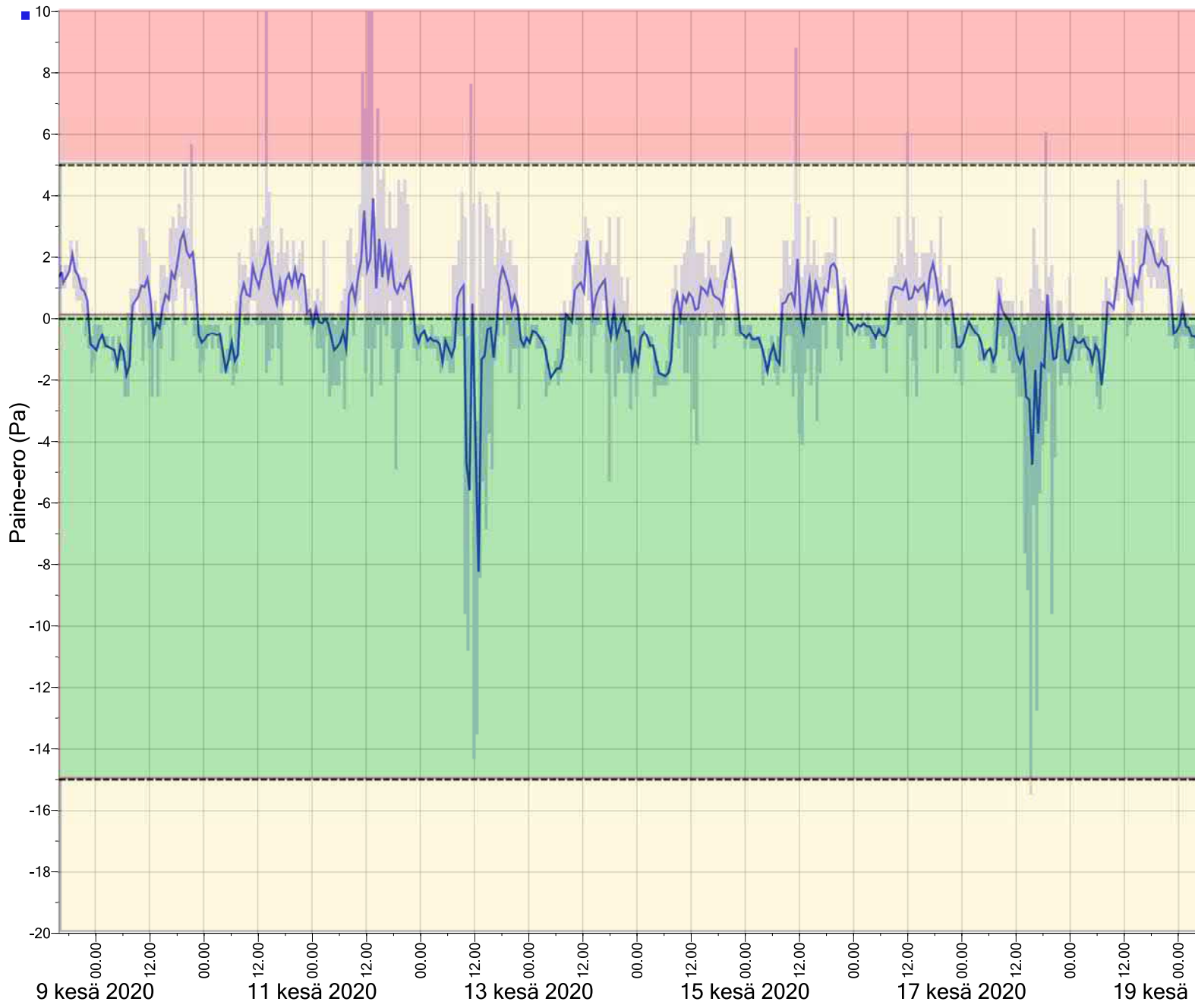
PE4 (21) Käytävä P09 - ulkoilma lounaaseen, 8. - 22.6.2020



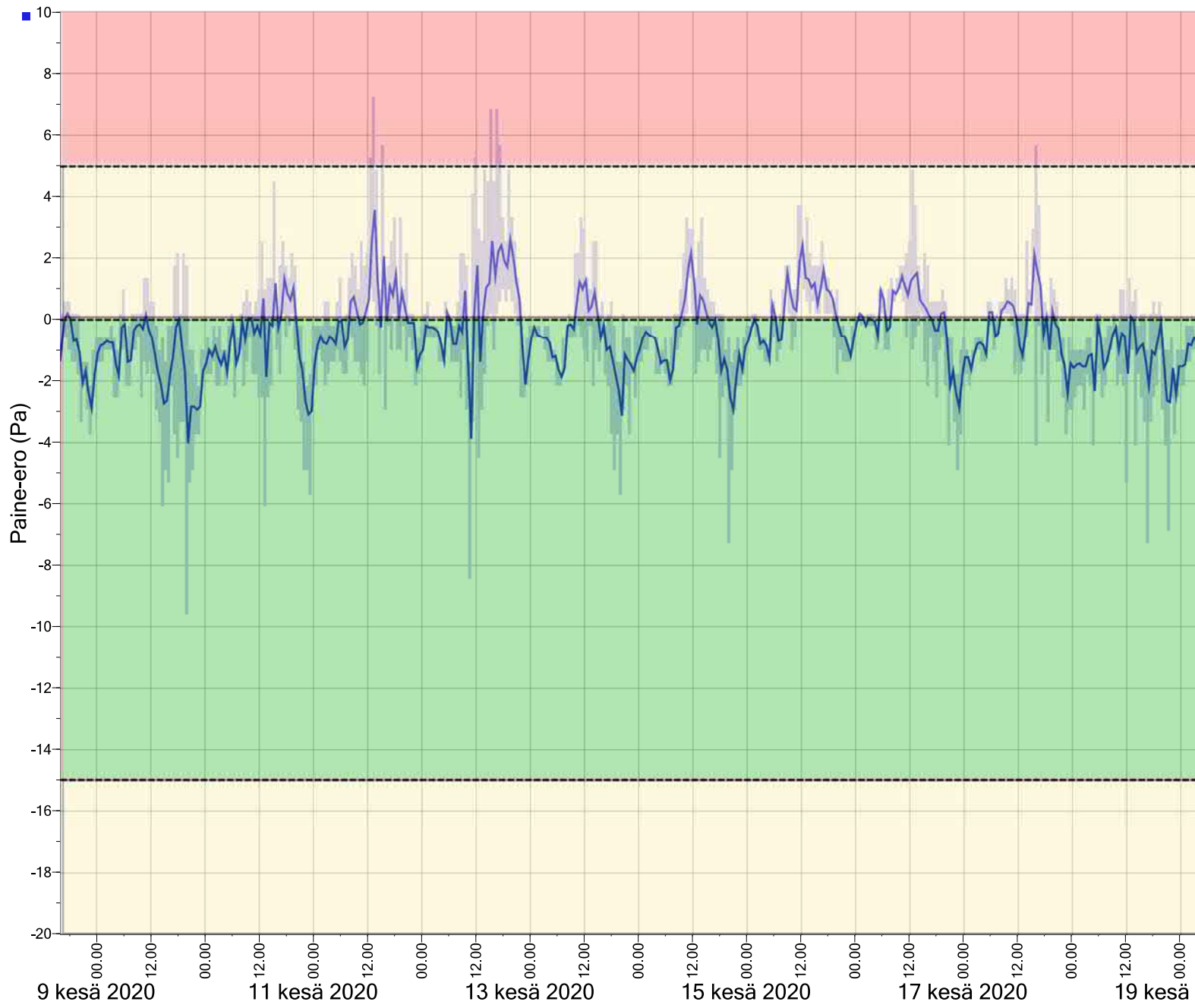
PE5 (13) IP-kerhohuone 109 - ulkoilma luoteeseen, 8. - 22.6.2020



PE6 (32) Opetustila 104 - ulkoilma kaakkoon, 8. - 22.6.2020

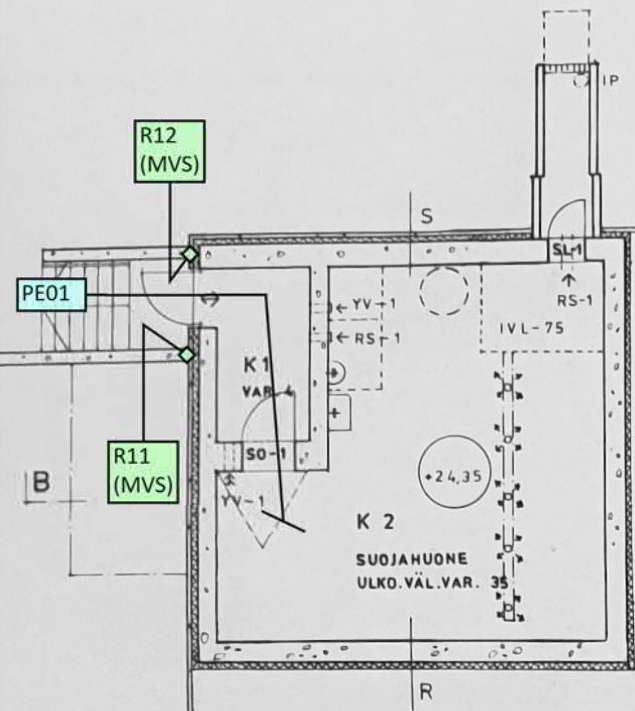


PE7 (05) Tekninen työ 107 - ulkoilma lounaaseen, 8. - 22.6.2020

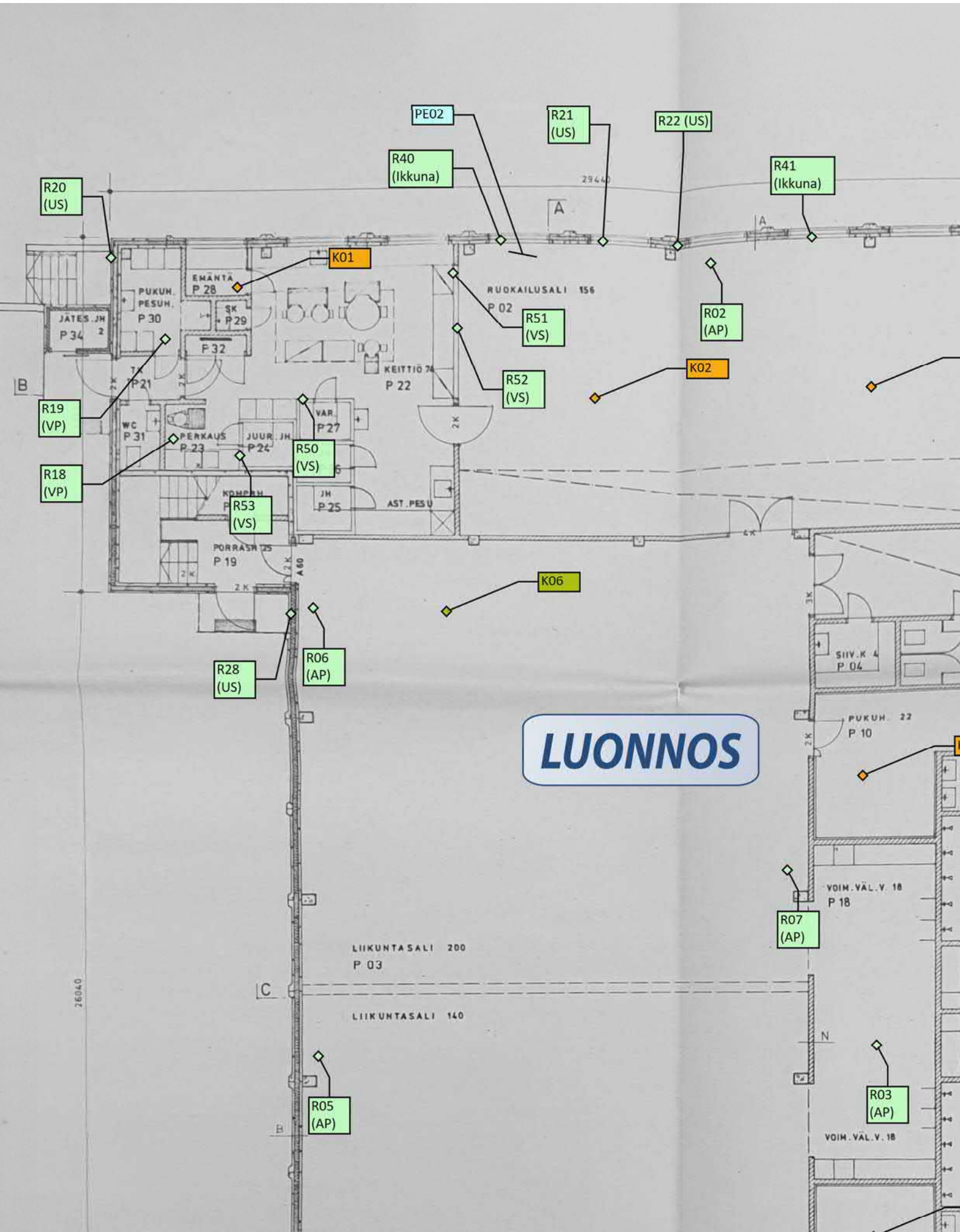




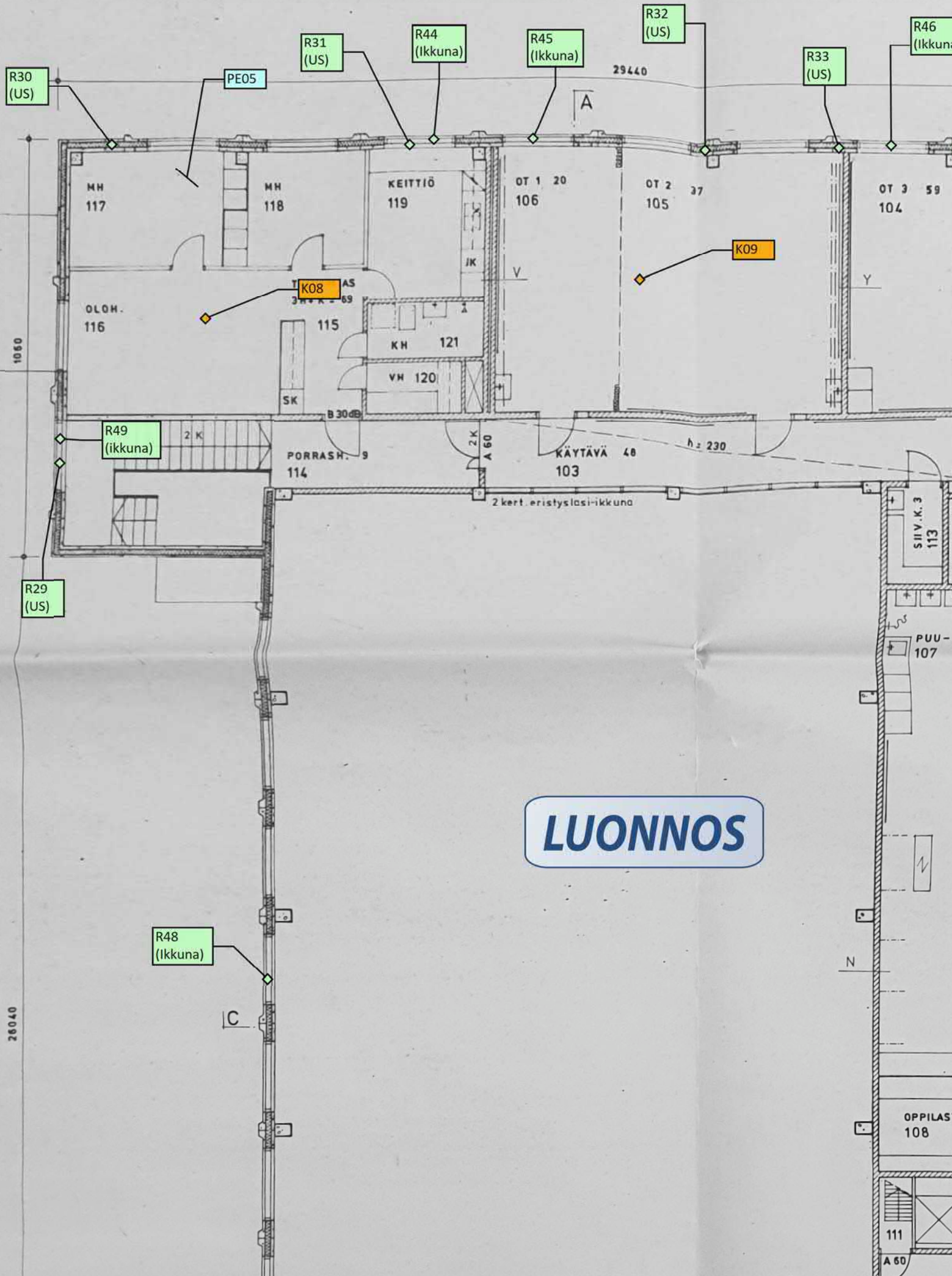




**LUONNOS**



**LUONNOS**



**LUONNOS**

R48  
(Ikkuna)

R31  
(US)

R44  
(Ikkuna)

R45  
(Ikkuna)

R32  
(US)

R33  
(US)

R46  
(Ikkuna)

R30  
(US)

PE05

K09

K08

R49  
(Ikkuna)

R29  
(US)

SIV. K. 3  
113

PUU-  
107

OPPILAST  
108

111

A 60

1060

29440

26040

MH 117

MH 118

KEITTIÖ 119

OT 1 20  
106

OT 2 37  
105

OT 3 59  
104

OLOH. 116

115

KH 121

VH 120

SK

PORRASH. 9  
114

KÄYTÄVÄ 48  
103

h = 230

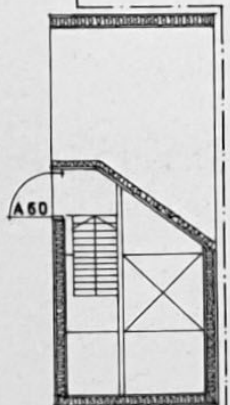
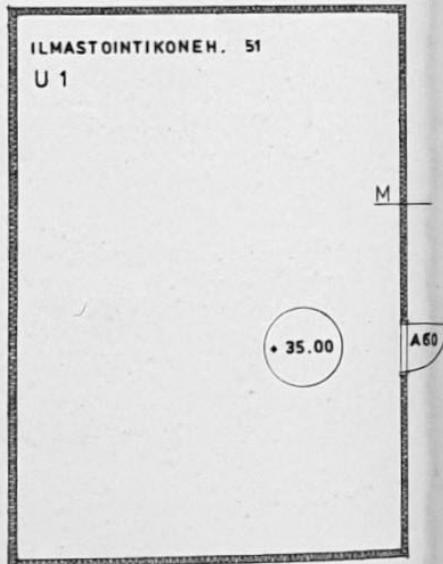
2 kert. eristyslasi-ikkuna

N

A

**LUONNOS**

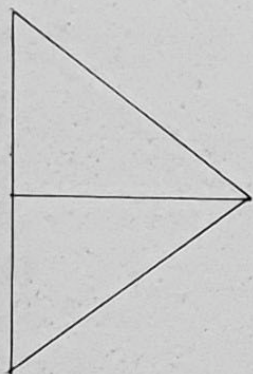
C



A

**LUONNOS**

C



# LVI-RAKENNUSTAPASELOSTUS

20413310-008

RAUNISTULAN KOULU  
OIKOTIE 1  
20300 TURKU

HANKESUUNNITTELU



**Asiakirjanumero:** L00003  
**Laadittu:** 27.02.2021  
**Laatija** FILAMU  
**Muutostunnus:** A  
**Muutos pvm:** 28.4.2021  
**Muutoksen tekijä**

Sweco Talotekniikka Oy

## Sisältö

<b>1</b>	<b>RAKENNUSKOHDE JA YHTEYSTIEDOT</b>	<b>3</b>
1.1	Rakennuskohde	3
<b>2</b>	<b>YLEISTÄ</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>KOULUN UUEMPI OSA</b>	<b>3</b>
3.1	Suunnittelun tavoitteet	3
3.2	Mitoitusolosuhteet	4
3.4	Liittymistiedot	4
3.5	Olevat järjestelmät	4
3.6	Rakennusaikaiset LVI-järjestelmät	5
<b>4</b>	<b>LVI-PERUSJÄRJESTELMÄT</b>	<b>5</b>
4.1	Lämmitysjärjestelmät	5
4.2	Jäähdytysjärjestelmät	6
4.3	Vesi- ja viemärijärjestelmät	7
4.4	Ilmanvaihtojärjestelmät	9
4.5	Palontorjuntajärjestelmät	12
4.6	Väestönsuojan LVI-järjestelmät	12
4.7	Savunpoistojärjestelmät	12
4.8	Eristys	13
<b>5</b>	<b>LVI-ERITYISJÄRJESTELMÄT</b>	<b>13</b>
5.1	Paineilmajärjestelmät	13
5.2	Kaasujärjestelmät	13
<b>6</b>	<b>KOULUN VANHEMPI OSA</b>	<b>14</b>
6.1	Suunnittelun tavoitteet	14
6.2	Mitoitusolosuhteet	14
6.4	Liittymistiedot	14
6.5	Ilmanvaihtojärjestelmät	15
6.6	Väestönsuojan LVI-järjestelmät	17
6.7	Eristys	17

## 1 RAKENNUSKOHDE JA YHTEYSTIEDOT

### 1.1 Rakennuskohde

Rakennuskohde:	Raunistulan koulu
Rakennustyyppi:	koulu
Rakennustoimenpide:	muutos/saneeraus
Paikkakunta:	Turku
Kaupunginosa:	81
Kortteli:	5
Tontti:	11
Postiosoite:	20300 Turku

## 2 YLEISTÄ

Rakennuskohteena toimii Raunistulan koulu. Koulussa on kaksi osaa, joista vanhempi osa on rakennettu 1930 luvulla ja toinen uudempi osa 1980 luvulla. Kohteessa on tarkoitus peruskorjata koko uusi osa sekä uusia ilmanvaihtojärjestelmä uudelle osalle kokonaisuudessaan. Vanhemmalle osalle, joka on jo peruskorjattu, rakennetaan koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä. Vanhemman osan ilmanvaihtojärjestelmä toteutetaan, joko keskitetyllä järjestelmällä tai luokkakohdaisen ja keskitetyn järjestelmän yhdistelmällä.

Ilmanvaihtojärjestelmien osalta raportti koostuu eri vaihtoehtomahdollisuuksien toteuttamisista sekä tehdään vertailu sisäilmastoluokan S2 sekä YM asetusten välillä.

Raportti koostuu kahdesta osasta, jossa vertaillaan ilmanvaihtojärjestelmiä koulun uudemmalla osalla sekä vanhemmalla osalla. Ilmavirtojen laskenta perustuu pääsääntöisesti neliöperusteiseen mitoitukseen. Niissä tiloissa missä henkilömäärät ovat ilmoitettu on mitoitus tehty henkilöperusteisesti.

Uudemman osan muut LVI-järjestelmät, kuten vesi- ja lämpöjohdot uusitaan peruskorjauksen yhteydessä. Viemärijärjestelmät ja pohjaviemärit uusitaan kokonaan. Lisäksi uusitaan rakennuksen ulkopuoliset samassa kaivannossa olevat rasvanerotuskaivo, perusvesikaivo, viemäri- ja sadevedentarkastuskaivot.

## 3 KOULUN UUDEMPI OSA

### 3.1 Suunnittelun tavoitteet

Ilman laadun, lämpöolojen, melutason ja teknisten kriteerien tavoitetasoina pidetään;

- sovitusti joko YM asetukset tai sisäilmastoluokka 2018 S2
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka P1
- Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokka M1



## 3.2 Mitoitusolosuhteet

### LVI-suunnittelun jäähdytys- ja lämmitystehon mitoitusolosuhde laitemitoitukseen

LVI-laitteiden lämmitys- ja jäähdytystehot mitoitetaan kokonaistehoina. Talvella ulkoilman mitoituslämpötila kohteen säävyöhykkeen mukaisesti (vyöhyke 1 -26°C). Kesällä ulkoilman mitoitusolosuhteina pitkän keskiarvon kesäkuu ja heinäkuu, päivän ylin lämpötila +25°C ja suhteellinen kosteus 64% (entalpia 57 kJ/kg).

## 3.4 Liittymistiedot

Kiinteistö on liitetty alueen kaukolämmitysverkostoon. Lämmönjakokeskus sijaitsee vanhan osan kellarin lämmönjakohuoneessa.

Rakennus on liitetty alueen käyttövesiverkostoon.

Rakennus on liitetty alueen jätevesi- ja sadevesiverkostoon.

## 3.5 Olevat järjestelmät

Kaikki olemassa olevat läpiviennit tarkastettava ja tarvittaessa tiivistettävä rakenteen mukaisesti.

### Haitta-ainepurku

Haitta-ainepurku suoritetaan asbesti-/haitta-ainekartoituksen osoittamilta osin.

### Ulkopuoliset LVI-asennukset

Ulkopuoliset kaukolämpöjohdot säilytetään.

Ulkopuolinen tonttivesijohto säilytetään.

Ulko- ja pohjaviemärit sekä kaivot ja erottimet / pohjalaatan alapuoliset kaivot ja pohjalaatan alapuoliset erottimet pyritään säilyttämään ja ne uusitaan tarvittavilta osin. Erottimet huolletaan/uusitaan tarvittaessa.

Pohjaviemärit pestään ja videokuvataan ja ne uusitaan vain tarvittavilta osin.

### Lämmitysjärjestelmät

Lämmitys- ja IV-lämmityksen tehot mitoitetaan uudelleen, sekä lämmönjakokeskus, pumput ja paisuntajärjestelmä varusteineen uusitaan. Vanha keskus vuodelta 1998.

Sulkuventtiilit, linjasäästöventtiilit ja ilmanpoistimet uusitaan.

Patterit uusitaan. Lämmitysverkoston linjat uusitaan kokonaisuudessaan. Linjat pyritään sijoittamaan nykyisten linjojen läheisyyteen uusiin/vanhoihin hormeihin/alakattoon/näkyville.

IV-verkosto uusitaan. Uusille iv-koneille rakennetaan uudet linjat uusiin/vanhoihin hormeihin/ullakolle. Urakan valmistuttua vesivirrat säädetään linja- ja patterikohtaisesti.

## **Vesi- ja viemärijärjestelmät**

KL-alajakokeskus uusitaan kokonaan.

Vesi- ja viemärijohdot uusitaan, paitsi alapohjan viemärit pyritään säilyttämään ja ne kuvataan ja uusitaan tarpeen mukaan.

Sulkuventtiilit, linjasäätöventtiilit ja väestönsuojan sulkuventtiilikaivo uusitaan.

Vesijohto- ja viemärikalusteet varusteineen uusitaan.

Erottimet huolletaan/uusitaan tarvittaessa.

Vesijohdot koepainetaan ja kiertovesivirrat säädetään.

Viemäriverkostot painehuuhdellaan ja videokuvataan.

## **Ilmastointijärjestelmät**

Ilmanvaihtokoneet uusitaan.

Ilmanvaihtokanavat uusitaan.

Kanavavarusteet uusitaan ja päätelaitteet uusitaan.

Ilmanotto/jäteilmalaitteet uusitaan.

Ilmavirrat mitataan ja säädetään urakan valmistuttua.

## **Jäähdytys- ja liuosjärjestelmät**

Tarvittavat laitetilat ym. varustetaan uusilla paikallisjäähdyttimillä. Tarkentuu myöhemmin tilaajan tarpeiden mukaan.

Keittiön kylmälaitteet ja järjestelmät uusitaan kokonaisuudessaan. Lauhduttimet sijoitetaan ulkotilaan.

## **LVI-eristykset**

Uusittavien kanavistojen/putkistojen eristykset uusia.

Nykyisten käyttöön jäävien eristysten kunto tarkastetaan. Vahingoittuneet osuudet korvataan uusilla.

## **3.6 Rakennusaikaiset LVI-järjestelmät**

Urakoitsija huolehtii rakennuksen rakennusaikaisesta lämmityksestä.

## **4 LVI-PERUSJÄRJESTELMÄT**

### **4.1 Lämmitysjärjestelmät**

#### **Lämmöntuotanto**

Päälämmöntuotantomuotona on kaukolämpö.

#### **Lämmönjakelu**

Runkoputkisto terästä puristusliitoksin. Kytentä johdot terästä puristusliitoksin. Tarkempi määrittely suunnitteluvaiheessa toteutettavan materiaali luettelon mukaisesti.

## **Pumput**

Pumpuiksi valitaan EC-moottoreilla varustettuja A-energialuokan pumppuja. IV-koneiden pumput 3-vaiheisia vakionopeuspumppuja.

Lämmityksen pääverkostojen pumppuja ohjataan paine-erolähtetimen perusteella. Paine-erolähtetin asennetaan meno- ja paluuputken väliin.

Lämpimän käyttöveden kiertopumppu on lämpötilan mukaan pyörimisnopeudeltaan portaattomasti säädettävä pumppu pronssipesällä.

## **Lämmönlouutus**

Pääasiallisena lämmönlouvutustapana käytetään vesikiertoista patterilämmitysverkostoa.

Lämmitysverkostot jaetaan seuraaviin säätöryhmiin:

- patteriverkosto esim. +70/ +40 °C , huomioidaan vanhan osan olemassa oleva patteriverkosto. Rakennepaine 600 kPa. Verkoston lämpötila valitaan lämpöhäviölaskelmien ja käytettävissä olevien tilojen perusteella, jotta patterit saadaan mahtumaan olemassa oleville paikoilleen. Nykyinen verkosto +70 / +40 °C
- ilmanvaihtoverkosto esim. +60 / +30 °C Rakennepaine 600 kPa. Ilmanvaihtokoneiden pattereiden mitoituslämpötila +50 / +30 °C.

Tuulikaapeissa on ilmalämmitys kierrätysilmakoneilla.

## **Puhallinpatterit**

Tuulikaappeihin asennetaan oviverhopuhaltimet.

## **Patterilämmitys**

Patterit ovat teräksisiä, polttomaalattuja ja pintakäsiteltyjä. Kaikkien pattereiden on oltava samanlaisia samassa huonetilassa.

Patterit ovat radiaattoreita / konvektoreita.

## **4.2 Jäähdytysjärjestelmät**

### **Jäähdytyksentuotanto**

Tarvittava jäähdytys hoidetaan paikallisesti suorahöyrysteisillä paikallisjäähdyttimillä.

### **Jäähdytyksenlouutus**

Sähkö- ja teletilojen ym. jäähdytyksellä varustettavien tilojen jäähdytyksenlouutus toteutetaan suorahöyrysteisenä kiertoilmajäähdytyksenä.

## **Puhallinpatterit**

ATK-/AV-laitetilat, joissa on suuret lämpökuormat, toteutetaan suorahöyrysteisellä jäähdytysjärjestelmällä.

## Konvektorit

Konvektorit ovat katto- tai seinäasenteisia.

## 4.3 Vesi- ja viemärijärjestelmät

### Vesijohdot

Verkostot tehdään kuparista tai komposiitista pinta-asenteisina ja tarvittaessa maalataan. Kaikkien tilojen pinta-asenteiset vesijohdot ovat kromattuja kupariputkia tai komposiittia.

Piiloon asennettavat vesijohdot ovat pääosin muoviputkea suojaputkessa/muovitetua kuparia/komposiittiputkea.

Vesijohtokalusteet ovat pääosin valkoista posliinia, tasapohja-altaat ja pesupöydät ovat ruostumatonta terästä.

Sekoittajat ovat yksiotesekoittajia, tarvittaessa hygieniasyistä käytetään elektronisia automaattisekoittajia.

Siivouskomeroiden kuivaustelineet ovat sähkökäyttöisiä.

Pikapalopostit liitetään kylmään käyttövesiverkostoon.

Keittiön edellisessä remontissa uusitut vesijohdot liitetään sopivassa paikassa uusittavaan vesijohtoverkoston esim. lähellä keittiöalueen rajaa 1. kerroksessa. Keittiön vesijohtokalusteet jäävät käyttöön.

Käytettävissä oleva kaupunginvesijohtoverkoston painetaso selvitetään ja huomioidaan verkoston mitoituksessa, tarvittaessa käytetään paineen alennusventtiiliä.

### Jätevesiviemärit

Rakennuksen sisäpuoliset jätevesiviemärit ovat pääosin äänenvaimennettua muoviviemäriä/muovia, keittiössä HST-viemäriä. Viemäreiden palokatkot, palomansetit, paloeristykset sekä kannakoinnit toteutetaan valitun viemärijärjestelmän ja rakenteiden mukaisesti.

Rakennuksen ulkopuoliset jätevesiviemärit koot DN 160→ muoviviemäriputkea kumirengasliitoksin/betoniviemäriä.

### Sadevesiviemärit

Sisäpuoliset sadevesiviemärit muovia. Sisäpuoliset sadevesiviemärit koeponnistetaan.

Maahan asennettavat/betonivaluun sadevesiviemärit ovat muoviviemäriputkea kumirengasliitoksin. Rakennuksen ulkopuoliset sadevesiviemärit ovat muoviviemäriä kumitiivistein.

### Viemärikaivot

Sadevesikaivot ovat tehdasvalmisteisia ja muovia halkaisijaltaan 560 mm.

Tarkastuskaivot ovat tehdasvalmisteisia ja muovia halkaisijaltaan 560 mm.

Märkätilojen lattiakaivot ovat muovia. Siivouskomeroihin asennetaan hiekanerottimet.

Väestönsuojaan asennetaan padotusventtiilillä varustettu venttiilikaivo tai väestönsuojassa olevien WC-tilojen viemäriin asennetaan sulkuventtiilillä varustettu sulkuventtiilikaivo.

Erottimet ovat tehdasvalmisteisia.

#### 4.4 Ilmanvaihtojärjestelmät

Koneet ovat täysin toimintavarusteltuja ja sisältävät tarvittavat lämmöntalteenottolaitteet oheislaitteineen, puhaltimet, patterit, lamelliäänenvaimentimet, peltiosat ja tarvittavat rakenneosat asennustarvikkeineen sekä sähköistyksen. Koneille rakennetaan fyysiset liittynät rakennusautomaatiojärjestelmään.

Moduulikoneet ovat 2-tasoisia koneita. Ne sijoitetaan ullakon harjan kohdalle rakennettaviin uusiin konehuoneisiin. Vesikatolle rakennetaan uusi /laajennetaan raitsilmanottoa sekä jäteilmojen ulospuhallukset.

Luokkakohtaiset koneet esim. Swegon Compact Air varustetaan sisäisellä sähkölämmityspatterilla.

Nykyiset hormit voidaan purkaa tai poistaa käytöstä ja avonaiset yhteen ummistaa ilmatiiviisti. Kerroksiin rakennetaan käytäville/luokkahuoneisiin uusia pystyhormeja kanavoiteja ja lisäksi uusia putkinousuja varten.

Nykyiset painovoimaisen/poistoilmanvaihdon raitisilmaventtiilit poistetaan käytöstä ja ummistetaan ilmatiiviisti.

Alustava konejako (VE1, moduulikoneet, kaikki tilat):

kone	vaikutusalue	ilmamäärä  [l/s] YM (s2=lisäilma- virta s2[%])	lto- tekniikka	jäähdytys	tilavaraus/ kanavakoko pystyhormeille/ vaakavedoille ullakolla ym.-ilmamäärillä
TK01	Opetus-, toimisto-, käytävä ja sosiaalitilat	2032 (2231=+ 9%)	levy	ei	2xØ630mm tai 4xØ500mm
TK02	Tekninen työ	1207 (1376=+ 14%)  ilmavirrassa huomioitu kohdepoisto- jen korvausilma	levy	ei	2xØ500mm tai 4xØ400mm
TK03	Keittiö ja ruokala	926 (1088= +15%)	neste	ei	2xØ500mm tai 4xØ400mm
TK04	Liikuntasali	847 (852+1%)	levy	ei	2xØ500mm tai 4xØ400mm

(VE1, ilmanvaihtojärjestelmän tilavarauksia ja muita tietoja perustuen asetuksen määräyksiin):

kone	IV-verkoston lämmöntarve [kW]	raitisilmasäleikön koko [m <sup>2</sup> ]	ulospuhalushajottajan koko [Ø mm]
TKO 1	28	2,9	630
TKO 2	17	1,7	500
TKO 3	15	1,3	500
TKO 4	12	1,2	500
Yhteensä	72	7	

Raitisilmasäleikön koko perustuu otsapintanopeuden mitoitusarvoon 0,7 m/s. Raitisilmasäleikön koko nousisi S2 luokassa 7 → 8 m<sup>2</sup>.

S2 luokassa IV-verkoston lämmöntarve nousisi 72 → 80kW.

Asetuksen mukaisen ilmanvaihtokonehuoneen pinta-alan tarve olisi 84 m<sup>2</sup> ja S2 mitoituksen mukaisesti noin 92 m<sup>2</sup> perustuen LVI-kortin 06-10105 laskukaavaan.

Alustava konejako (VE2, moduulikoneet yleisille tiloille ja luokkakohtaiset koneet):

kone	vaikutusalue	ilmamäärä  [l/s] YM (s2=lisäilma- virta s2[%])	lto- tekniikka	jäähdytys	tilavaraus/ kanavakoko pystyhormeille/ vaakavedoille ullakolla ym.-ilmamäärillä
TK01	Toimisto-, käytävä ja sosiaalitilat	1438 (1438=+0%)	levy	ei	2xØ630mm tai 4xØ500mm
TK02	Tekninen työ	1207 (1376=+ 14%)  ilmavirrassa huomioitu kohdepoisto- jen korvausilma	levy	ei	2xØ500mm tai 4xØ400mm
TK03	Keittiö ja ruokala	926 (1088= +15%)	neste	ei	2xØ500mm tai 4xØ400mm
TK04	Liikuntasali	847 (852+1%)	levy	ei	2xØ500mm tai 4xØ400mm
TK05 -8	Opetustilat (4kpl luokkakohtaisia koneita)	594 (792=33%)  6 l/hlö (8l/hlö)	levy tai roottori	ei	ei kanavointi tarvetta



## Yhteenveto

S2 mukaisten ilmamäärien valinta voi aiheuttaa kanavakokojen kasvattamista ja näin ollen ongelmia pystyhormien ja kanavointien mahtumisen kanssa sekä mahdollisia ääniongelmia jos kanava koot joudutaan mitoittamaan liian tiukoiksi.

Luokkakohtaisten IV-koneiden sijoittamisessa ongelmaksi tulevat tilanahtaus luokkahuoneissa sekä ulkoseinille sijoitettavat yhdistetty raitisilmanotto/jäteilmasäleikkö.

Lämmönjakohuone varustetaan ylälämpöpuhaltimella tai liitetään ilmanvaihtoverkoston.

Alapohjantuuletus/radonpoiston tarve tarkistetaan ja tarvittaessa toteutetaan huippuimurilla, joka sijaitsee vesikatolla.

Jätehuoneen poistoilma varustetaan huippuimurilla, joka sijaitsee vesikatolla.

Porrashuoneet varustetaan tulo/poistoilmakoneilla, jotka sijaitsevat konehuoneessa/porrashuoneessa.

Teknisen työn nykyinen purunpoistolaitteisto ulkona sisäpihalla jää oletettavasti käyttöön, tarkentuu myöhemmin.

Teknisen työn kohdepoistot varustetaan huippuimureilla, jotka sijaitsevat vesikatolla.

## Kanavistot ja kanavavarusteet

Pyöreät kanavat ovat sinkittyjä kierresaumakanavia.

Suorakaidekanavat ovat sinkittyjä teräslevykanavia.

## Päätelaitteet

Tuloilmalaitteina käytetään pääosin alakattoasenteisia kattohajottajia tasauslaatikoin/venttiilein/pyörrevirtahajoittimin. Poistoilmalaitteet ovat yhteiskanavaventtiileitä ja tasauslaatikolla varustettuja säleikköjä.

Ulkoilmaelimet ovat ilmanottokatoksia ja ne sijoitetaan vesikatolle.

Jäteilmalaitteina käytetään ulospuhallushajoittajia ja ne sijoitetaan vesikatolle.

Luokkakohtaisten koneiden yhdistelmäsäleiköt ovat tehdasvalmisteisia ja ne sijoitetaan luokan ulkoseinälle.

## Palopellit

Palopellit kuuluvat luokkaan EI60/E60. Palopellit liitetään palopeltien ohjauskeskukseen, josta jatkohälytykset liitetään VAK:iin.

### 4.5 Palontorjuntajärjestelmät

Rakennus varustetaan jauhesammuttimilla ja pikapaloposteilla.

### 4.6 Väestönsuojan LVI-järjestelmät

Väestönsuoja varustetaan kriisinajan sekä rauhanajan ilmanvaihdolla.

### 4.7 Savunpoistojärjestelmät

Tehdään palosuunnitelmien mukaan, tarkentuu myöhemmin.

#### **4.8 Eristys**

Eristys suoritetaan voimassa olevien asetusten ja ohjeiden mukaisesti.

### **5 LVI-ERITYISJÄRJESTELMÄT**

#### **5.1 Paineilmajärjestelmät**

Nykyiset järjestelmät jäävät alustavasti käyttöön teknisissä tiloissa, tarkentuu myöhemmin.

#### **5.2 Kaasujärjestelmät**

Nykyiset järjestelmät jäävät alustavasti käyttöön teknisissä tiloissa, tarkentuu myöhemmin.

## 6 KOULUN VANHEMPI OSA

Vanhemmalle osalle, joka on jo peruskorjattu, rakennetaan koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä. Vanhemman osan ilmanvaihtojärjestelmä toteutetaan, joko keskitetyllä järjestelmällä tai luokkakohtaisen ja keskitetyn järjestelmän yhdistelmällä. Muut järjestelmät jäävät ennalleen.

### 6.1 Suunnittelun tavoitteet

Ilman laadun, lämpöolojen, melutason ja teknisten kriteerien tavoitetasoina pidetään;

- sovitusti joko YM asetukset tai sisäilmastoluokka 2018 S2
- Ilmanvaihtojärjestelmän puhtausluokka P1
- Ilmanvaihtotuotteiden puhtausluokka M1

### 6.2 Mitoitusolosuhteet

#### LVI-suunnittelun jäähdytys- ja lämmitystehon mitoitusolosuhde laitemitoitukseen

LVI-laitteiden lämmitys- ja jäähdytystehot mitoitetaan kokonaistehoina. Talvella ulkoilman mitoituslämpötila kohteen säävyöhykkeen mukaisesti (vyöhyke 1 -26°C). Kesällä ulkoilman mitoitusolosuhteina pitkän keskiarvon kesäkuu ja heinäkuu, päivän ylin lämpötila +25°C ja suhteellinen kosteus 64% (entalpia 57 kJ/kg).

### 6.4 Liittymistiedot

Ks. uuden osan liittymistiedot

#### Lämmitysjärjestelmät

Lämmitysjärjestelmä jää ennalleen, kaukolämmön alajakokeskus uusitaan. Katso uuden osan mukaan.

#### Vesi- ja viemärijärjestelmät

Vesi- ja viemärijärjestelmät jäävät ennalleen.

#### Ilmastointijärjestelmät

Ilmanvaihtokoneet uusitaan.  
Ilmanvaihtokanavat uusitaan.  
Kanavavarusteet uusitaan ja päätelaitteet uusitaan.  
Ilmanotto/jäteilmalaitteet uusitaan.  
Ilmavirrat mitataan ja säädetään urakan valmistuttua.

#### LVI-eristykset

Uusittavien kanavistojen eristykset uusia.

## 6.5 Ilmanvaihtojärjestelmät

Koneet ovat täysin toimintavarusteltuja ja sisältävät tarvittavat lämmöntalteenottolaitteet oheislaitteineen, puhaltimet, patterit, lamelliäänenvaimentimet, peltiosat ja tarvittavat rakenneosat asennustarvikkeineen sekä sähköistyksen. Koneille rakennetaan fyysiset liittynät rakennusautomaatiojärjestelmään.

Moduulikoneet ovat 2-tasoisia koneita. Ne sijoitetaan ullakon harjan kohdalle rakennettaviin uusiin konehuoneisiin. Vesikatolle rakennetaan uusi raitisilmanotto sekä jäteilmojen ulospuhallukset.

Luokkakohtaiset koneet esim. Swegon Compact Air varustetetaan sisäisellä sähkölämmityspatterilla.

Nykyiset hormit voidaan purkaa tai poistaa käytöstä ja avonaiset yhteen ummistaa ilmatiiviisti. Kerroksiin rakennetaan käytäville/luokkahuoneisiin uusia pystyhormeja kanavoiteja ja lisäksi uusia putkinousuja varten.

Nykyiset painovoimaisen/poistoilmanvaihdon raitisilmaventtiilit poistetaan käytöstä ja ummistetaan ilmatiiviisti.

Alustava konejako (VE1, moduulikoneet, kaikki tilat):

kone	vaikutusalue	ilmamäärä  [l/s] YM (s2=lisäilma- virta s2[%])	lto- tekniikka	jäähdytys	tilavaraus/ kanavakoko pystyhormeille/ vaakavedoille ullakolla ym.-ilmamäärillä
TK01	Opetus-, sosiaali-, käytävä ja toimistotilat	2616 (3370=+29%)	levy	ei	2xØ800mm/ 4xØ630mm/ 6xØ500mm/ 8xØ500mm
TK02	Opetus-, sosiaali-, käytävä ja toimistotilat	2964 (3507=+18%)	levy	ei	2xØ800mm/ 4xØ630mm/ 6xØ500mm/

(VE1, ilmanvaihtojärjestelmän tilavarauksia ja muita tietoja perustuen asetuksen määräyksiin):

kone	IV-verkoston lämmöntarve [kW]	raitisilmasäleikön koko [m <sup>2</sup> ]	ulospuhalushajottajan koko [Ø mm]
TKO 1	36	3,7	800
TKO 2	41	4,2	800
Yhteensä	77	8	

Raitisilmasäleikön koko perustuu otsapintanopeuden mitoitusarvoon 0,7 m/s. Raitisilmasäleikön koko nousisi S2 luokassa 8 → 10 m<sup>2</sup>.

S2 luokassa IV-verkoston lämmöntarve nousisi 77 → 95kW.

Asetuksen mukaisen ilmanvaihtokonehuoneen pinta-alan tarve olisi 93 m<sup>2</sup> ja S2 mitoituksen mukaisesti noin 115 m<sup>2</sup> perustuen LVI-kortin 06-10105 laskukaavaan.

Alustava konejako (VE2, moduulikoneet yleisille tiloille ja luokakohtaiset koneet):

kone	vaikutusalue	ilmamäärä [l/s] YM (S2=lisäilmavirta S2[%])	LTO-tekniikka	Jäähdytys	Tilavaraus/kanavakoko pystyhormeille/ vaakavedoille ullakolla YM-ilmamäärillä
TKO 1	Parvi-sosiaali-, käytävä ja toimistotilat	678 (1008=+48%)	levy	ei	2xØ500mm tai 4xØ400mm
TKO 2	Sosiaali-, käytävä ja toimistotilat	1710 (1835=+8%)	levy	ei	2xØ630mm tai 4xØ500mm
TKO 3-19	Opetustilat (19kpl luokakohtaisia koneita)	3024 (4034=+33%)	levy tai roottori	ei	ei kanavointi tarvetta

## Yhteenveto

S2 mukaisten ilmamäärien valinta voi aiheuttaa kanavakokojen kasvattamista ja näin ollen ongelmia pystyhormien ja kanavointien mahtumisen kanssa sekä mahdollisia ääniongelmia jos kanava koot joudutaan mitoittamaan liian tiukoiksi.

Luokkakohtaisten IV-koneiden sijoittamisessa ongelmaksi tulevat tilanahtaus luokkahuoneissa sekä ulkoseinille sijoitettavat yhdistetty raitisilmanotto/jäteilmasäleikkö.

Lämmönjakohuone varustetaan ylälämpöpuhaltimella.

Alapohjantuuletus/radonpoiston tarve tarkistetaan ja tarvittaessa toteutetaan huippuimurilla, joka sijaitsee vesikatolla.

Jätehuoneen poistoilma varustetaan huippuimurilla, joka sijaitsee vesikatolla.

Porrashuoneet varustetaan tulo/poistoilmakoneilla, jotka sijaitsevat konehuoneessa/porrashuoneessa.

## Kanavistot ja kanavavarusteet

Pyöreät kanavat ovat sinkittyjä kierresaumakanavia.

Suorakaidekanavat ovat sinkittyjä teräslevykanavia.

## Päätelaitteet

Tuloilmalaitteina käytetään pääosin alakattoasenteisia kattohajottajia tasauslaatikoin/venttiilein/pyörrevirtahajoittimin. Poistoilmalaitteet ovat yhteiskanavaventtiileitä ja tasauslaatikolla varustettuja säleikköjä.

Ulkoilmaelimet ovat ilmanottokatoksia ja ne sijoitetaan vesikatolle.

Jäteilmalaitteina käytetään ulospuhallushajoittajia ja ne sijoitetaan vesikatolle.

Luokkakohtaisten koneiden yhdistelmäsäleiköt ovat tehdasvalmisteisia ja ne sijoitetaan luokan ulkoseinälle.

## Palopellit

Palopellit kuuluvat luokkaan EI60/E60. Palopellit liitetään palopeltien ohjauskeskukseen, josta jatkohälytykset liitetään VAK:iin.

## 6.6 Väestönsuojan LVI-järjestelmät

Väestönsuoja varustetaan kriisinajan sekä rauhanajan ilmanvaihdolla.

## 6.7 Eristys

Eristys suoritetaan voimassa olevien asetusten ja ohjeiden mukaisesti.

---

# LVI-RAKENNUSTAPASELOSTUKSEN LIITE 1

---

**20413310-008**

**RAUNISTULAN KOULU  
OIKOTIE 1  
20300 TURKU**

HANKESUUNNITTELU



<b>Asiakirjanumero:</b>	L00003 LIITE 1
<b>Laadittu:</b>	26.02.2021
<b>Laatija</b>	FISMER
<b>Muutostunnus:</b>	REV A
<b>Muutos pvm:</b>	28.04.2021
<b>Muutoksen tekijä</b>	SMER

Sweco Talotekniikka Oy

## 1 IV-koneiden lämmitysenergian kulutus

- IV-koneiden lämmitysenergiankulutus vuodessa 77% vuosihyötysuhteella (Roottori- ja Levy-LTO). Käyntiaikakertoimen ollessa IV-koneilla 0,5.
  - Asetusten mukaisilla minimi ilmavirroilla: 141 MWh/a
  - S2-mukaisilla ilmavirroilla: 165 MWh/a
  - S2-ilmavirton energiankulutus verrattuna minimi-ilmavirtojen mukaiseen energiankulutukseen n.+30,5%
  - Nestekiertoisten LTO-IV-koneiden valinta 70% vuosihyötysuhteella roottori- ja levy-LTO-koneiden sijasta, vaikutus energiankulutukseen n. +30%

## 2 IV-koneiden budjettihinnat eri toteutusvaihtoehdoilla

- IV-koneiden budjettihinnat
  - Uudisosa
    - VE1, moduulikoneet, kaikki tilat.
    - IV-koneet yhteensä: 100 000 e
    - VE2, moduulikoneet yleisille tiloille ja luokkakohtaiset koneet
    - IV-koneet yhteensä:140 000 e
  - Vanhaosa
    - VE1, moduulikoneet, kaikki tilat.
    - IV-koneet yhteensä: 50 000 e
    - VE2, moduulikoneet yleisille tiloille ja luokkakohtaiset koneet
    - IV-koneet yhteensä:240 000 e