

**KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS
JUUPAJOEN KOULUKESKUS – ALA-ASTE**



SISÄLLYSLUETTELO

1	Yleiset tiedot kohteesta.....	4
1.1	Tutkimuskohde	4
1.2	Tutkimuksen tausta ja tavoite	4
1.3	Tutkimuksen aikataulu	4
1.4	Lähtötiedot.....	5
1.5	Tutkimuksen tekijä ja vastuuhenkilöt.....	6
2	Suoritettut tutkimukset.....	7
2.1	Rakennuksen ulkopuoliset kuivatusrakenteet.....	7
2.1.1	Tutkimukset ja havainnot	7
2.1.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	7
2.2	Alapohjarakenteet.....	8
2.2.1	Tutkimukset ja havainnot	8
2.2.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	13
2.3	Kellarin seinärakenteet	14
2.3.1	Tutkimukset ja havainnot	14
2.3.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	17
2.4	Välipohjarakenteet.....	17
2.4.1	Tutkimukset ja havainnot	17
2.4.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	19
2.5	Ulkoseinärakenteet	20
2.5.1	Tutkimukset ja havainnot	20
2.5.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	23
2.6	Yläpohjarakenteet.....	24
2.6.1	Tutkimukset ja havainnot	24
2.6.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	26
2.7	Ilmanvaihtojärjestelmä	27
2.7.1	Tutkimukset ja havainnot	27
2.7.2	Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksset.....	29
2.8	Sisäilmaan ja olosuhteisiin kohdistuneet tutkimukset	30

2.8.1	Aistihavainnot ja VOC-päästöt.....	30
2.8.2	Paine-ero rakennusvaipan ylitse	30
2.8.3	Merkkikaasututkimukset	31
2.8.4	Lämpökamerahavainnot	32
2.8.5	Rakenneliittymien ilmatiheys.....	35
3	Asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen tarkastelu.....	36
4	Altistumisolosuhteen arviointi.....	37
4.1	Yleiset tiedot altistumisolosuhteen arvioinnista	37
4.2	Johtopäätös kohteen altistumisolosuhteesta	37
5	Yhteenveto ja toimenpidesuosituksset	39
	Liite 1 – Käytetyt mittalaitteet.....	42
	Liite 2 – Käytetyt tutkimusmenetelmät	44
	Liite 3 – Sovelletut asetukset ja ohjeet	45

1 YLEISET TIEDOT KOHTEESTA

1.1 TUTKIMUSKOHDE

Alla olevassa taulukossa on esitetty kohteen keskeiset perusominaisuudet.

Kohteen nimi	Juupajoen koulukeskus – ala-aste
Kohteen osoite	Koulutie 1, 35500 Korkeakoski
Käyttötarkoitus	peruskoulu
Rakennusvuosi	1965
Kerrosluke	1 + osittaiset kellaritilat
Runkomateriaalit kantava runko	betoni
Alapohjan rakennetyyppi	maanvastainen
Julkisivumateriaali	tiili, levyverhous, betoni
Kattomuoto ja katemateriaali	harjakatto, pelti
Ilmanvaihto	koneellinen tulo ja poisto, lämmöntalteenotto
Lämmitysjärjestelmä	kaukolämpö

1.2 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITE

Tutkimuskohteena oli Juupajoen koulukeskukseen kuuluva erillinen ala-asterakennus. Koulukeskuksen muut rakennukset eivät sisältyneet tutkimukseen.

Kohteessa on sattunut syyskuussa 2024 kellaritiloja koskeva vesivahinko sadevesien tulvittua sisälle molempiin kellaritiloista. Kohteessa on kuitenkin ollut jo pidempään määrittelemätöntä sisäilmaongelmaa. Opetus on siirretty vesivahingon jälkeen väistötiloihin ja rakennus ei tällä hetkellä siten ole enää käytössä. Terveysturvallisuuden on velvoittanut korjaamaan kellaritilat ennen käyttöönottoa siten, ettei terveysturvallisuutta aiheudu. Kunnan tekninen johtaja on pyytänyt tällä perusteella tarjoustusta koko rakennuksesta koskevasta kosteus- ja sisäilmateknisestä kuntotutkimuksesta. Tarkoituksena on ollut selvittää millä korjauksilla rakennus voidaan ottaa uudelleen käyttöön.

1.3 TUTKIMUKSEN AIKATAULU

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus suoritettiin 4.-5.12.2024.

1.4 LÄHTÖTIEDOT

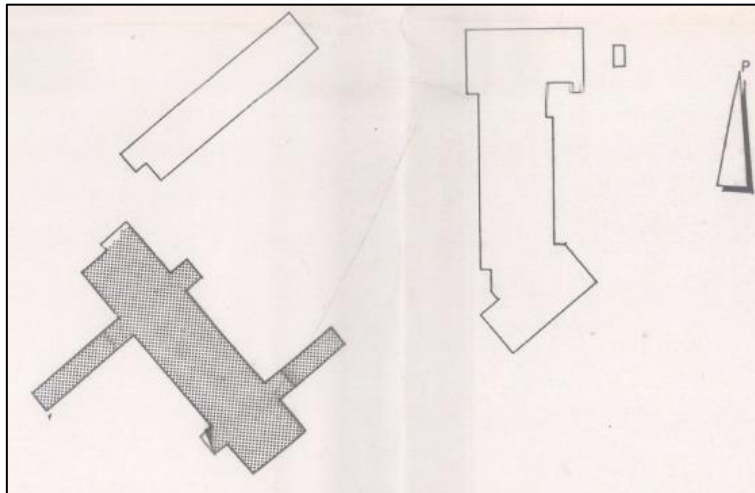
Kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen lähtötietoina oli käytössä seuraavat asiakirjat:

- Conmer Oy: PTS-kuntoarvio, 25.10.2022, 37 sivua.
- Tampereen kaupunki, ympäristöterveys: Tarkastuskertomus, 27.11.2024, 6 sivua.
- LVI-pohjakuva, muutostyöt, 29.11.1991.

Kohteessa on suoritettu LVISR-peruskuntoarvio kaksi vuotta sitten. Kuntoarviossa on suositeltu lyhyellä aikavälillä mittavaa korjaushanketta erityisesti rakennetekniikan osalta. Tätä suositeltua hanketta voidaan pitää peruskorjaushankkeena. Hankkeen kustannusarvioksi on arvioitu noin 2,2 miljoonaa euroa. Suositus koskee koko koulukeskusta, ei vain tähän kuntotutkimukseen sisältynyttä ala-asteen osuutta.

Syyskuussa 2024 rankkasateiden yhteydessä kellaritiloihin on tulvinut sadevesiä. Vesivahingon myötä rakennus on poistettu käytöstä ja opetus on siirtynyt väistötiloihin. Kohteessa on saadun tiedon mukaan ollut sisäilmaongelmaa jo ennen kyseistä vesivahinkoa. Aiempia sisäilmaan liittyviä selvityksiä ei ollut käytössä eikä kuntotutkimuksen suorituksen yhteydessä tehty havaintoja aiemmista kuntotutkimustoimista tai rakennavauksista.

Terveydensuojelu on suorittanut kohteessa valvontasuunnitelman mukaisen tarkastuksen marraskuussa 2024. Vesivahingosta kärsineiden tilojen osalta veloitteena on ollut korjata tilat siihen kuntoon, ettei terveyshaittaa aiheudu.



Kuva 1.1. Tutkimus rajautui Juupajoen koulukeskuksen ala-aste nimiseen rakennukseen, joka on kuvassa merkitty harmaalla.

Mitään kohteen rakennekuvia tai muita rakentamiseen liittyviä asiakirjoja ei ollut käytettävissä tutkimuksen suorituksen yhteydessä. Asiakirjojen saatavuutta on vielä hyvä selvittää varsinkin, jos hankesuunnittelussa päädytään rakennuksen korjaamiseen.

1.5 TUTKIMUKSEN TEKIJÄ JA VASTUUHENKILÖT

Tutkimuksen vastuuhenkilö

Petri Annila

Rakennusterveysasiantuntija C-26347-26-21

Johtava asiantuntija, tekniikan tohtori

0400 934 893

petri.annila@terveetalot.fi

Tutkimuksessa suoritettavat rakenneavaukset on suorittanut tilaajan nimeämä rakennusurakoitsija. Rakennusavauksien sijainti ja sisältö on määritetty rakennusterveysasiantuntijan toimesta ja tämä on valvonut rakennusavauksien suorittamisen. Rakennusterveysasiantuntija on suorittanut itse kaikki tutkimukseen liittyvät mittaukset ja näytteenotot.

2 SUORITETUT TUTKIMUKSET

2.1 RAKENNUKSEN ULKOPUOLISET KUIVATUSRAKENTEET

2.1.1 Tutkimukset ja havainnot

Kohteen pohjatutkimusta, perustamistapalausuntoa tai vastaavia asiakirjoja ei ollut käytössä kuntotutkimuksen lähtötietona. Geologian tutkimuskeskus GTK:n Maankamara-palvelun mukaan alueen perusmaa on karkeaa hietaa (raekoko 0,2...0,06 mm).

Saadun tiedon mukaan maaperän kantavuuden kanssa on ollut haasteita rakennusvaiheessa ja viereisen sahan tärinät ovat mahdollisesti aiheuttaneet maaperän häiriintymistä.

Rakennuspaikan pohjaolosuhteita voidaan siten pitää suhteellisen haastavana.

Rakennuksen ulkopuolisten kuivatusrakenteiden aiemmista korjauksista ei ollut tietoa kuntotutkimuksen yhteydessä. Kellarista tehtyjen havaintojen perusteella rakennukseen on kohdistunut ulkopuolelta ja maaperästä pitkäkestoisesti koholla olevaa kosteusrasitusta, eikä kellarin vesivahinko siten todennäköisesti ole ollut kellarin ainoa kosteustekninen ongelma. Kellarista tehtyjen havaintojen mukaan kosteutta nousee kellarin maanvastaisiin rakennusosiin kapillaarisesti. Lisäksi maaperän suunnasta diffuusiolla liikkuva kosteus rasittaa maanvastaisia rakennusosia.



Kuva 2.1. Yleiskuvia piha-alueesta: tontti rakennuksen ympärillä on melko tasainen. Nykyisellään kattovesiä ohjataan vaihtelevan mittaisilla putkilla etäämmäksi sokkeleista.

2.1.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Mikäli rakennukseen kohdistetaan peruskorjaushanke, jossa sisäilman riittävä laatu halutaan varmistaa pitkällä tähtäimellä, tulee rakennuksen ulkopuolisten kuivatusrakenteiden korjaus sisällyttää hankkeeseen. Alkuperäisten asennusten tekninen käyttöikä on ylittynyt. Sadevesiä on voinut johtua salaojajärjestelmään myös vesivahinkoa ennen, mikä voi olla yksi syy maanvastaisten rakennusosien vaurioitumisen taustalla. Suositellaan

rakennuksen ulkopuolisten kuivatusrakenteiden kokonaisvaltaista korjaamista ohjeiden *RIL 107-2022 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet* sekä *RIL 126-2020 Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus* esittämien periaatteiden mukaisesti.

Pohjaolosuhteet ja näiden vaikutus korjaushankkeen sisältöön on syytä tarkastella tarkemmin viimeistään tulevan hankkeen suunnitteluvaiheessa.

2.2 ALAPOHJARAKENTEET

2.2.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakennetyypit

Suoritettujen rakenneavausten perusteella alapohjarakenteessa on käytetty kahta rakennetyyppiä. Kellarikerroksessa on maanvarainen betonilaatta, jossa rakenteen keskellä on paksu bitumisively kahden valukerroksen välissä.

Kellarittomalla osuudella alapohjarakenne on kaksoislaattarakenne: pintabetonilaatta, lämmöneriste ja pohjabetonilaatta. Lämmöneristeenä kaksoislaattarakenteessa on tojalevyä (sementtilastulevyä) sekä kevytsoraa. Suoritettujen rakenneavausten perusteella ei pystytä varmuudella päättämään eristemateriaalin jakoa, mutta syntynyt käsitys on, että pääasiallinen lämmöneriste olisi tojalevy ja kevytsoralla on eristetty esimerkiksi lämmitysverkoston putkien ympäristöä ulkoseinien läheisyydestä.

Rakenneavaus AV1

Rakenneavaus AV1 suoritettiin talon luoteispäädyn kellariin. Rakenneavauksen kohdalla alapohjarakenne oli seuraava:

- pintabetonilaatta n. 60 mm
- paksu bitumisively
- pohjabetonilaatta n. 90 mm
- hiekka.

Hiekka oli aistinvaraisesti arvioiden märkää. Timanttiporaus suoritettiin märkäporauksena, mutta hiekassa havaittu kosteus ei kuitenkaan johtunut arviolta yksinomaan porauksessa hiekkaan päässeestä vedestä.

Bitumisivelyä rikottaessa ei havaittu PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua. Bitumisivelystä ei otettu PAH-materiaalinäytettä asian varmistamiseksi.



Kuva 2.2. Yleiskuvia kellarin alapohjarakenteen porauslieriöistä. Bitumisively erottui rakenteesta selkeästi.

Rakenneavaukset opetustiloissa

Maanpinnan yläpuolella oleviin opetustiloihin suoritettiin rakenneavaukset AV12, AV14, AV16 ja AV18. Rakenneavauksen AV12 kohdalla alapohjarakenne oli seuraava:

- muovimatto
- betonilaatta
- tojalevy (sementtilastulevy)
- bitumisively
- pohjabetonilaatta.

Rakenneavausta ei ulotettu maatayttöihin asti pohjabetonilaatan läpi.

Alapohjan lämmöneristemateriaali vaihteli rakenneavausten välillä. Rakenneavausten kohdalla alapohjan lämmöneriste oli seuraava:

- tojalevyt: rakenneavaukset AV12, AV18
- kevytsora: rakenneavaukset AV14, AV16.

Rakenneavauksista otettujen mikrobinäytteiden tulokset on koostettu oheiseen taulukkoon. Rakenneavauksen AV12 kohdalla rakenneavaus suoritettiin timanttiporauksella märkäporauksena, jolloin eristekerrokseen pääsi pieni määrä vettä. Näytteenotto suoritettiin kuivasta kohdasta eristettä, eikä poraustapa siten vaikuta tuloksiin. Loput rakenneavaukset suoritettiin varmuuden vuoksi iskuporauksella.

Kaikista rakenneavauksista havaittiin poikkeavaa mikrobikasvustoa, joskin rakenneavauksessa AV12 toimenpiderajan ylitystä ei tapahtunut. Mikrobinäytteiden perusteella alapohjarakenteen lämmöneristekerros eristemateriaalista riippumatta arvioidaan kauttaaltaan mikrobivaurioituneeksi.

Taulukko 2.1. Alapohjarakenteesta otettujen mikrobinäytteiden tulokset.

Avaus	Näyte	Tila	Tutkittu materiaali	Tulos
AV12	N7	1029	tojalevy	epäily mikrobikasvusta
AV14	N9	1027	putkieristeen pintapahvi	selvä mikrobikasvu materiaalissa
AV14	N10	1027	kevytsora	selvä mikrobikasvu materiaalissa
AV16	N12	1021	kevytsora	selvä mikrobikasvu materiaalissa
AV18	N14	1017	tojalevy	selvä mikrobikasvu materiaalissa

Kosteusmittaukset

Alapohjarakenteeseen suoritettiin kosteusmittauksia kaksoislaattarakenteen eristekerrokseen sekä yksittäisellä viiltomittauksella muovimaton alle. Lisäksi suoritettiin pintakosteuskartoitus, joka kohdistettiin satunnaisten vesipisteiden (kattavuus noin 25 %) sekä muiden yksittäisten poikkeamien, kuten irronneen muovimaton tai betonilaatan halkeamien kohdalle. Pintakosteusmittauksessa ei havaittu viitteitä alapohjarakenteen pintabetonilaatan poikkeavasta kosteuspitoisuudesta.

Suhteellisen kosteuden mittauksissa tasaantumisaikana käytettiin vähintään yhtä tuntia. Mittausten kokonais-tarkkuudeksi arvioidaan ± 5 %RH. Tulokset on esitetty oheisessa taulukossa.

Suhteelliset kosteudet jäävät kosteusmittauksissa alhaisiksi, eivätkä viittaa alapohjarakenteessa tapahtuvaan jatkuvaan kosteus- ja mikrobivaurioitumiseen. Mittaustulosten (kosteussisällön) arvioidaan kuitenkin viittaavan siihen, että ajoittain alapohjarakenteeseen kohdistuu suurempaa kosteusrasitusta, joka todennäköisesti nostaa suhteellista kosteutta merkittävästi mitattuihin arvoihin nähden. Viiltomittausten osalta on hyvä huomioida myös vertailu välipohjarakenteen viiltomittauksiin.

Taulukko 2.2. Alapohjarakenteeseen kohdistettujen kosteusmittausten tulokset.

Mittapiste	Sijainti	Tila	Lämpötila	Suhteellinen kosteus	Kosteussisältö
RH1 (AV14)	alapohja eriste	1027	+18,7 °C	34,7 %RH	5,6 g/m ³
SISÄ2	sisäilma, lattiataso	1027	+18,7 °C	17,1 %RH	2,7 g/m ³
RH2 (AV16)	alapohja, eriste	1021	+19,3 °C	48,0 %RH	8,0 g/m ³
VM3	viiltomittaus	1025	+18,4 °C	51,3 %RH	8,1 g/m ³
SISÄ3	sisäilma, lattiataso	1025	+18,5 °C	21,2 %RH	3,4 g/m ³

*Tilat 1036 ja 1037 ovat sisäilmaltaan samaa tilaa väliseinän ollessa avoinna, kuten tutkimuspäivinä oli.



Kuva 2.3. Yleiskuva rakenneavauksesta AV12.

Muita havaintoja

Kellarin lattiassa havaittiin muutamassa kohdin runsaasti kalkkihärmää. Tämä kertoo kosteuden kapillaarisesta noususta maaperästä ja viittaa kohteen alkuperäisen vedeneristeen vuotamiseen ja kapillaarikatkon puuttumiseen. Alapohjan betonilaatan pintaan muodostuva kalkkihärmä aiheuttaa betonilattian maalin hilseilyä. Kellarista mitattiin puun kosteusmittarilla muutamia väliovien karmeja ja kynnyksiä. Mittaustulokset olivat:

- välioven karmit: 11,1 p-%, 14,4 p-% ja 15,0 p-%
- kynnykset, yläpinta: 16,7 p-% ja **29,9 p-%**.

Mittausten perusteella kosteuspuitoisuudet ovat paikoin koholla ja mahdollistavat kosteusvaurioitumisen.



Kuva 2.4. Kellarissa alapohjan betonilaatan pintaan on muutamissa kohdin muodostunut runsaasti kalkkihärmää. Tämä korkea kosteusrasitus mahdollistaa osassa kynnyksistä ja karmeista puurakenteiden kosteusvaurioitumisen.

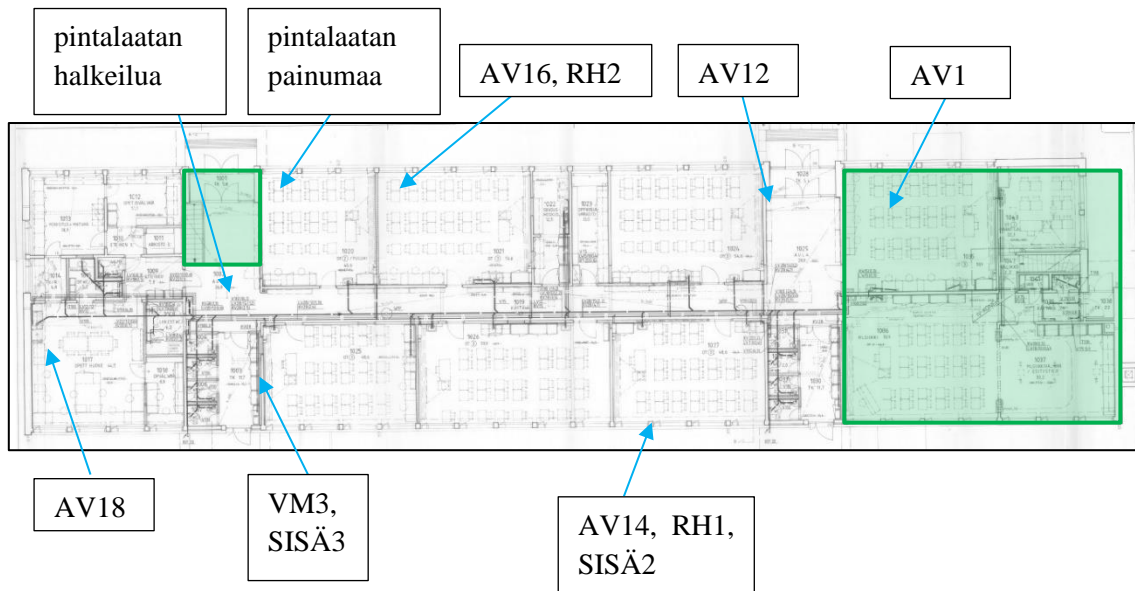
Pienemmän kellaritilan läheisyydessä havaittiin viitteitä pintabetonilaatan painumasta tilassa 1020 sekä pintabetonilaatan halkeilusta tilassa 1002. Halkeilun yhteydessä muovimatto on revennyt paikoin rikki.



Kuva 2.5. Vasemmalla on yleiskuva mahdollisesta alapohjan painumasta ja oikealla esimerkki muovimaton repeämästä keskilattialla.

Rakenneavausten sijainti

Alapohjarakenteeseen kohdistuneiden rakenneavausten sijainti on merkitty oheiseen pohjakuvaan. Pohjakuvaan on rajattu vihreällä rakennuksen kellaritilojen sijainti.



Kuva 2.6. Alapohjarakenteeseen suoritettujen rakenneavausten ja mittausten sijainti. Rakennuksen luoteispääty on pohjakuvaan oikealla. Vihreällä on merkitty kellaritilojen sijainti. Rakenneavaus AV1 sijaitsee kellarissa.

2.2.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Tutkimuksessa suoritettiin ensimmäisen kerroksen alapohjarakenteeseen (maanpinnan yläpuolella) yhteensä neljä rakenneavausta. Kaikista näistä havaittiin poikkeavaa mikrobikasvua kaksoislaattarakenteen lämmöneristekerroksen eristemateriaalista riippumatta. Rakenneavausten sijaitessa eri puolilla rakennusta, tulkitaan alapohjarakenne kauttaaltaan mikrobivaurioituneeksi. Suoritettujen kosteusmittausten tulosten arvioidaan viittaavan alapohjan ajoittaiseen korkeaan kosteusrasitukseen ja tämän aiheuttamaan kosteuskertymään, vaikka mittaushetkellä suhteelliset kosteuden jäivät alhaisiksi. Alapohjarakenteen vaurioitumisen syyksi tulkitaan maaperän suunnasta aiheutuva kosteusrasitus (diffuusio) ja tämän rasitustason nähden soveltumaton rakennetyyppi.

Alapohjarakenteen rakenneliittymien ilmatiiveys on huono. Lisäksi kohteessa on useissa rakennusosissa halkeilua, joka kertoo rakennuksen rungon liikkeistä. Alapohjarakenteen tiivistyskorjauksen onnistumisen edellytykset arvioidaan näin heikoiksi. Suositellaan alapohjarakenteen korjaamista vaurioituneiden materiaalien purkamisen avulla seuraavin yleisperiaattein:

- pintabetonilaatta ja vanha lämmöneristekerros puretaan
- pohjabetonilaatan vanha bitumisively puretaan
- varmistetaan, että pohjabetonilaatan alla on toimiva kapillaarikatkerros, jos näin on, voidaan pohjabetonilaatta jättää purkamatta
- pohjabetonilaataan kohdistetaan tarvittavat tiivistyskorjaukset
- pohjabetonilaatan pintaan asennetaan uusi höyrynsulkukerros
- alapohja lämmöneristetään solumuovieristeellä ja valetaan uusi pintabetonilaatta.

Estettä alapohjarakenteen uusimiseksi nykyaikaiseksi alapuolelta eristetyksi rakenteeksi ei ole. Esimerkki rakennetyypistä lattiamateriaali, betonilaatta, lämmöneristys, kapillaarikatkerros, perusmaa.

Kellarikerroksen (molemmat kellaritilat) osalta suositellaan pohjatutkimusta pohjaveden pinnan määrittämiseksi. Tarve alapohjarakenteen vedenpaine-eristeelle tulee selvittää, vaikka tämä ei vaikuta olevan kellarin kosteusongelmien juurisyy. Tilojen tuleva käyttötarkoitus vaikuttaa merkittävästi korjaustarpeeseen, yleisperiaatteena voidaan pitää seuraavaa:

- a) tekniset tilat: nykyrakenteeseen soveltuva lattiapinnoite, joka mahdollistaa kosteuden kuivumisen kellarisiin rakenteita tai pintamateriaaleja vaurioittamatta
- b) opetustilat tai muut oleskelutilat: lämmöneristetty rakenne, kuten esimerkiksi lattiamateriaali, betonilaatta, lämmöneristys, kapillaarikatkerros ja perusmaa.

Nykyisen rakenteen säilyttävässä korjauksessa tulee ottaa huomioon alapohjarakenteen nykyisen vedeneristeen teknisen käyttöiän ylittyminen. Tähän liittyvään korjaustarpeeseen tulee varautua joka tapauksessa, jos pääasiallinen korjaustapa on nykyisen rakenteen säilyttäminen (a). Korjaamista voidaan kuitenkin mahdollisesti pystyä lykkäämään siihen asti, kun lämmönjakohuoneen tekniikka tulee uusia.

Mikäli hankesuunnittelu päättyy nykyisen rakennuksen korjaamiseen pitkällä käyttöikätaimalla, on kellarin teknisten tilojen (pääsähkökeskus ja lämmönjakohuone) lattiarakenteen uusiminen alapuolelta eristetyksi nykyaikaiseksi maanvastaiseksi alapohjaksi perusteltua talotekniikan uusimisen tai muiden siirtojen yhteydessä.

2.3 KELLARIN SEINÄRAKENTEET

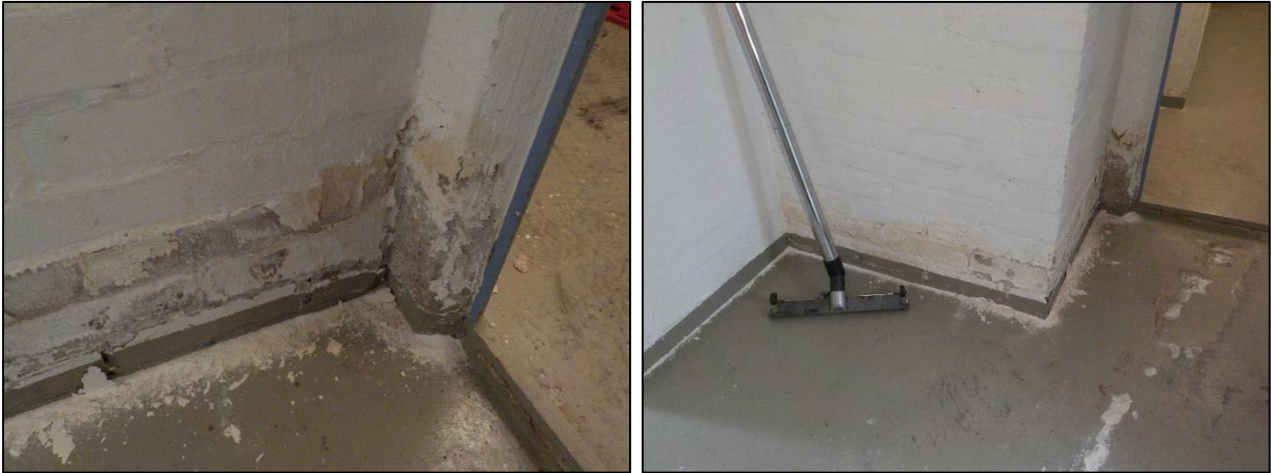
Tässä luvussa käsitellään kellarikerroksen maanvastaista ulkoseinää sekä kellarikerroksen väliseinää.

2.3.1 Tutkimukset ja havainnot

Kellarikerroksen maanvastaissa ulkoseinissä ja väliseinissä esiintyy useissa kohdissa laaja-alaisia kosteusvaurioita, jotka ylittävät asumisterveysasetuksen toimenpiderajan. Pintakosteusmittauksessa maanvastaisten ulkoseinien alaosa on kauttaaltaan märkiä. Väliseinärakenteissa poikkeavat pintakosteushavainnot koskevat osaa väliseinistä. Paikoin rakenteiden pinnalla on muodostunut runsaasti kalkkihärmää, joka voi vaikuttaa pintakosteusmittauksen tuloksiin, vaikka mittauksia ei suoritettu suoraan näiden kohtien päältä. Vastaavat havainnot koskevat molempaa kellaritilaa.



Kuva 2.7. Esimerkkejä kellarin seinärakenteiden kosteusvaurioista.



Kuva 2.8. Esimerkkejä kellarin seinärakenteiden kosteusvaurioista.

Rakenneavaus AV2

Rakenneavaus suoritettiin kellarin maanvastaiseen ulkoseinään. Rakenneavauksen kohdalla rakenne oli seuraava:

- maali ja tasoite
- tiilimuuraus n. 130 mm
- ilmaväli n. 40 mm
- bitumisively
- betonirakenne n. 450 mm
- perusmuurilevy.

Perusmuurilevy on lisätty ulkopuolelle ulkonäöstä päätellen mahdollisesti 80- tai 90-luvulla.

Tutkimusreiästä havaittiin naftaleeniin ja PAH-yhdisteisiin viittaavaa hajua. Syynä on mahdollisesti bitumisivelyn hiertyminen (ns. palaminen) porattaessa. Mahdollista hajun lähdettä tai PAH-yhdisteiden esiintymistä ei selvitetty materiaalinäyttein.



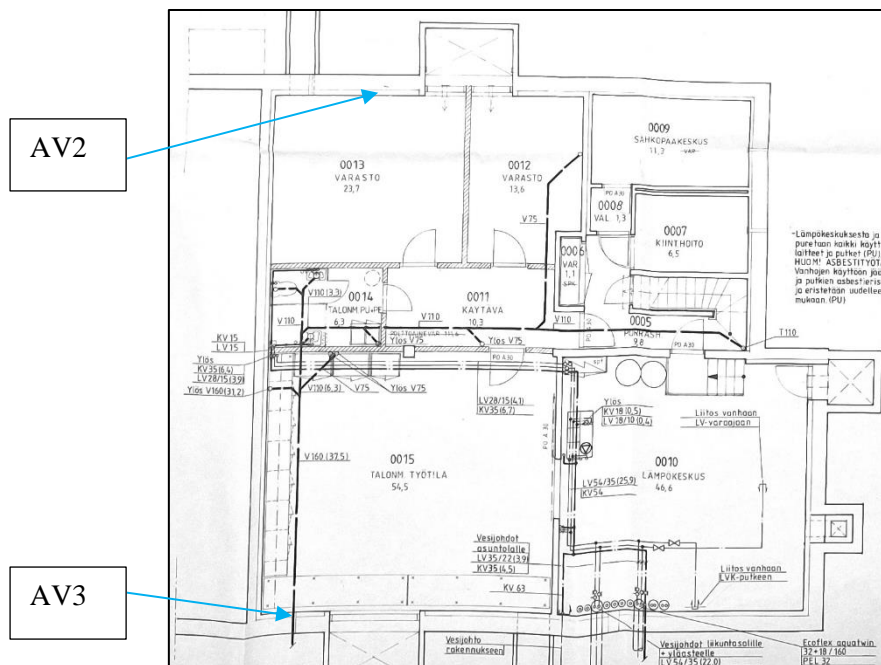
Kuva 2.9. Yleiskuva rakenneavauksesta AV2.

Rakenneavaus AV3

Rakenneavauksen AV3 kohdalla rakenne vastasi rakenneavausta AV2. Rakenneavausta ei ulotettu kantavan betonirakenteen läpi asti.

Rakenneavausten sijainti

Kellarin maanvastaisia seinärakenteita koskevien rakenneavausten sijainti on esitetty oheisessa pohjakuvasssa.



Kuva 2.10. Maanvastaisten ulkoseinärakenteiden rakenneavausten sijainti.

2.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Maanvastaisiin ulkoseinärakenteisiin suoritettiin kaksi rakenneavausta, jolla kartoitettiin tiilimuurauksen ja kantavan betonirakenteen välissä mahdollisesti olevien lämmöneristeiden esiintymistä. Suoritetuissa rakenneavauksissa lämmöneristystä ei havaittu.

Kellarikerroksen seinärakenteissa (maanvastaiset ulkoseinät ja väliseinät) suurimpana ongelmana on ulkopuolelta tuleva kosteusrasitus ja ainakin osittain kosteuden kapillaarinen nousu rakenteisiin. Tämä on johtanut laaja-alaiseen ja selkeästi havaittavaan vaurioitumiseen.

Suosittelaa kellarin seinärakenteiden korjaamista seuraavin yleisperiaattein:

- Maanvastaisten ulkoseinien lämmöneristys sekä vedeneristys siirretään kantavan rakenteen ulkopintaan. Vanha sisäpuolinen vedeneristys puretaan tarvittaessa.
- Muurattuihin seinärakenteisiin injektoidaan kapillaarikatko, jos kosteuden kapillaarista nousua ei voida estää muilla tavoin esimerkiksi alapohjarakenteen korjaamisen yhteydessä.
- Seinäpinnoilta puretaan maali- ja tasoitepinnat puhtaaseen kivipintaan asti. Uudet pintamateriaalit valitaan rasitusolosuhteeseen soveltuviksi. Kosteuden on hyvä muista korjaustoimista huolimatta päästä haihtumaan esteettä kellarin sisäilmaan pintamateriaaleja vaurioittamatta. Turvallisin ratkaisu on jättää kivistä rakenteet pinnoittamatta.
- Suositellaan väliovien karmien ja muiden kellarin kivistä rakenteisiin liittyvien kosteudelle herkkien materiaalien purkamista. Uusissa rakenteissa puu- ja kivistä rakenteiden välissä tulee olla toimiva ja jatkuva kosteuskatko, kuten esimerkiksi bitumihuopakaista.

Mikäli hankesuunnittelussa päädytään rakennuksen osittaiseen purkamiseen, jossa kellarin tekniset tilat säilytetään vielä käytössä, suositellaan vähimmäistoimena kosteusvaurioituneiden materiaalien purkamista puhtaaseen kivipintaan asti.

2.4 VÄLIPOHJARAKENTEET

2.4.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakenneavaus AV10

Rakenneavaus AV10 suoritettiin tilaan 1035. Rakenneavauksen kohdalla välipohjarakenne oli seuraava:

- muovimatto, liima ja tasoite
- pintabetonilaatta, n. 60 mm
- tojalevy 100 mm
- betoni.

Rakenneavausta ei ulotettu välipohjarakenteen läpi asti. Rakenneavauksesta otettiin mikrobinäyte N5. Näyte otettiin tojalevystä. **Näytteessä havaittiin epäily mikrobikasvusta.** Timanttiporaus suoritettiin

märkäporauksena, jolloin eristekerrokseen pääsi pieni määrä vettä. Näytteenotto suoritettiin kuivasta kohdasta eristettä, eikä poraustapa siten vaikuta tuloksiin.

Kosteusmittaukset

Välipohjarakenteeseen suoritettiin kosteusmittauksia viiltomittauksina. Suhteellisen kosteuden mittauksissa tasaantumisaikana käytettiin vähintään yhtä tuntia. Mittausten kokonaistarkkuudeksi arvioidaan ± 5 %RH. Tulokset on esitetty oheisessa taulukossa.

Mittapisteen VM1 kohdalla muovimatto oli irronnut lattiasta. Muovimaton irtoamisen syy ei ole tunnettu. Mittapiste VM2 toimi vertailupisteenä mittapisteelle VM1. Mittapisteessä VM1 kosteussisältö on selkeästi suurempi kuin mittapisteessä VM2. Molemmissa mittapisteissä kosteussisältö oli myös selkeästi sisäilman kosteussisältöä suurempi.

Mittaukset suoritettiin kuivaan vuodenaikaan, mutta tämä ei todennäköisesti yksistään selitä tuloksia. Tulosten arvioidaan viittaavan välipohjarakenteen ainakin paikalliseen kostumiseen ulkopuolisesta kosteuslähteestä. Tämä voi olla kellarin suunnasta johtuva kosteusrasitus tai rakennuksen käyttöön liittyvä rasitus, kuten vesipisteillä oleva rasitus. Mitatut kosteuspitoisuudet eivät kuitenkaan viittaa akuuttiin ja jatkuvaan välipohjarakenteen kosteusvaurioitumiseen.

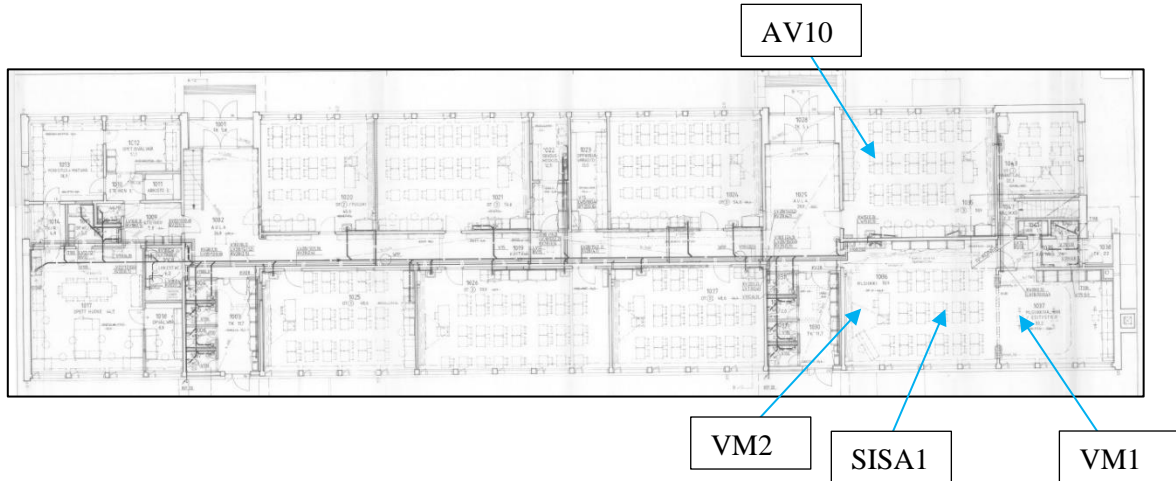
Taulukko 2.3. Välipohjarakenteeseen liittyvien kosteusmittausten tulokset.

Mittapiste	Sijainti	Tila	Lämpötila	Suhteellinen kosteus	Kosteussisältö
VM1	viiltomittaus	1037*	+20,1 °C	61,4 %RH	10,7 g/m ³
VM2	viiltomittaus	1036*	+19,6 °C	44,6 %RH	7,5 g/m ³
SISÄ1	sisäilma, 1 m	1036*	+19,7 °C	21,0 %RH	3,6 g/m ³

*Tilat 1036 ja 1037 ovat sisäilmaltaan samaa tilaa väliseinän ollessa avoinna, kuten tutkimuspäivinä oli.

Rakenneausten sijainti

Välipohjarakenteen rakenneausten sijainti on merkitty ohaiseen pohjakuvaan.



Kuva 2.11. Välipohjarakenteen rakenneausten sijainti. Rakennuksen luoteispääty on pohjakuvaossa oikealla.

2.4.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Suoritetussa tutkimuksessa havaittiin viitteitä välipohjarakenteen poikkeavasta kosteusrasituksesta sekä viitteitä poikkeavasta mikrobikasvusta lämmöneristeessä (tojalevyissä). Mikäli hankesuunnittelussa päädytään rakennuksen korjaamiseen pitkällä käyttöikätaimotteella ei välipohjaa suositella jättämään korjaamatta. Tämän päätöksen tueksi katsotaan ainakin tarvittavan huomattavasti laajempaa tutkimusnäyttöä siitä, ettei ongelmia löydy mistään kohdin välipohjaa ja että rakenne voidaan tosiasiallisesti jättää korjaamatta.

Välipohjarakennetta suositellaan korjaamaan yhtenevin periaattein muiden rakennusosien tavoin (ks. erityisesti alapohjarakenne). Korjaamista suositellaan seuraavin yleisperiaattein:

- Lattiamateriaalit, pintabetonilaatta ja välipohjan lämmöneristys (tojalevyt) puretaan kantavan betonirakenteen puhtaaseen betonipintaan asti.
- Säilytettävään rakenteeseen kohdistetaan tiivistyskorjaus. Huomio on kohdistettava erityisesti sokkeliliittymiin.
- Rakenteeseen asennetaan uusi solumuovipohjainen tai esimerkiksi kevytsoraan perustuva lämmöneristys.
- Valetaan uusi pintabetonilaatta ja asennetaan lattiamateriaalit.

2.5 ULKOSEINÄRAKENTEET

2.5.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakennetyypit

Julkisivumateriaalina kohteessa on betonia (korotetut sokkelit), tiiltä (päätyseinät) sekä levyverhousta (ikkunoiden ympärystät). Sisäkuori vaihtelee betonin ja tiilen välillä. Ulkoseinien lämmöneristeenä kaikissa rakennetyypeissä oli mineraalivillaa.



Kuva 2.12. Yleiskuvia julkisivurakenteista.

Rakenneavaukset

Ulkoseinärakenteisiin suoritettiin rakenneavaukset (8 kpl) AV4, AV5, AV8, AV9, AV11, AV13, AV15 ja AV17. Kaikki rakenneavaukset suoritettiin poraamalla sisäkuoren läpi näytteenottoreikä, josta otettiin mikrobinäytteet ulkoseinän lämmöneristeestä mineraalivillasta. Otettujen mikrobinäytteiden tulokset on koostettu oheiseen taulukkoon.

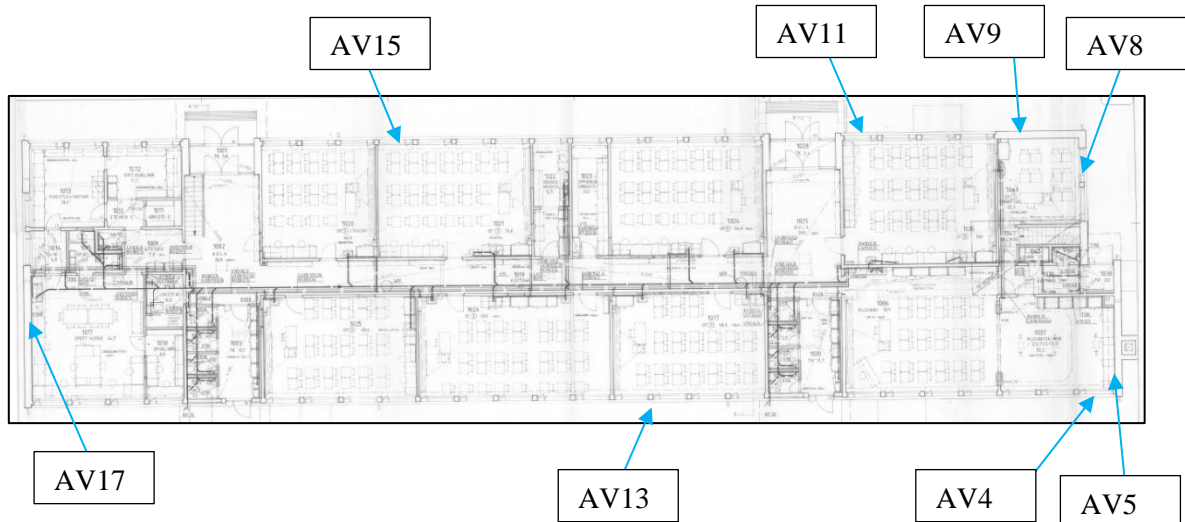
Tuloksien perusteella ulkoseinärakenteessa esiintyy mikrobivaurioitumista eri puolilla rakennusta. Vaurioitumista ei voida näytteenoton ja tulosten perusteella kytkeä yksittäiseen rakennetyyppiin tai tiettyyn julkisivumateriaaliin liittyväksi. Suoritettujen näytteenoton perusteella ulkoseinärakenteita pidetään kauttaaltaan mikrobivaurioituneena. Rakenteessa on toki kohtia, jossa vaurioitumista ei esiinny, mutta näiden jättämisistä korjaushankkeen ulkopuolelle ei pidetä mahdollisena.

Taulukko 2.4. Ulkoseinärakenteista otettujen mikrobinäytteiden tulokset.

Avaus	Näyte	Tila	Tulos
AV4	N1	1037	ei mikrobikasvua materiaalissa
AV5	N2	1037	selvä mikrobikasvu materiaalissa
AV8	N3	1043	selvä mikrobikasvu materiaalissa
AV9	N4	1043	selvä mikrobikasvu materiaalissa
AV11	N6	1035	selvä mikrobikasvu materiaalissa
AV13	N8	1027	epäily mikrobikasvusta materiaalissa
AV15	N11	1021	selvä mikrobikasvu materiaalissa
AV17	N13	1017	ei mikrobikasvua materiaalissa

Rakenneavausten sijainti

Ulkoseinän rakenneavausten sijainti on merkitty ohaiseen pohjakuvaan.



Kuva 2.13. Ulkoseinien rakenneavausten sijainti. Rakennuksen luoteispääty on pohjakuvassa oikealla.

Muita havaintoja

Paikalla valetussa betonisokkelissa esiintyy noin joka toisen pilarin kohdalla pystysuuntainen halkeama. Lisäksi halkeamia esiintyy seinäpinnoilla (ulkoseinät ja väliseinät) sekä yksittäisissä kohdin pilari-palkkirungon liitoksissa.



Kuva 2.14. Sokkelin betonirakenteessa esiintyy noin joka toisen pilarin kohdalla pystysuuntainen halkeama. Vasemmalla kuvassa oleva sauma on liikuntasäuma, jossa elastinen saumamassa on revennyt irti auki.



Kuva 2.15. Esimerkkejä halkeilusta: vasemmalla on pilari-palkkirungon liitosta ulkoseinällä ja vasemmalla väliseinän halkeama.

Julkisivurakenteessa erityisesti ikkunoiden ympärillä rakenneliittymät ja liitokset eivät ole kosteusteknisesti toimivia. Viistosade ajaa herkästi sadevesiä ulkoseinän lämmöneristekerrokseen.



Kuva 2.16. *Julkisivun liitokset ikkunoiden ympärillä ei ole vesitiiviitä viistosaderasitusta vastaan.*

2.5.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Ulkoseinärakenteiden näytteenotto suoritettiin satunnaisotantana jakamalla näytteenottoa eri puolille rakennusta. Näytteenoton perusteella ulkoseinärakenteiden lämmöneristekerroksen mikrobivaurioituminen on laaja-alaista eikä yksittäisiä rakennetyyppejä tai osaa rakennuksesta voida jättää korjausten ulkopuolelle. Vaurioiden syntymisessä keskeisenä tekijänä pidetään ikkunoiden ympäristöstä ulkoseinärakenteeseen vuotanutta vettä.

Ulkoseinärakenteiden tiivistyskorjausten onnistumisen edellytykset ovat rajalliset, vaikka rakenteen ilmatiiveys sisäkuoren osalta nykyisin on paikoin varsin hyvä. Halkeilun estäminen ja tiivistyskorjausten yhtenäisyyden säilyminen pitkällä aikavälillä on teknisesti hankalaa. Noin puolet julkisivusta joudutaan purkamaan, jotta julkisivurakenteen kosteustekninen toimivuus erityisesti ikkunoiden ympäristöissä saadaan varmistettua. Edellä mainituin perustein suositellaan ulkoseinärakenteiden korjaamista seuraavin yleisperiaattein:

- Julkisivurakenteet ja ulkoseinien lämmöneristeet puretaan ulkopuolelta vähintään maanpinnan tasoon asti.
 - Mahdollisen sokkelihalkaisun korjaustarve tarkastellaan erikseen.
- Sisäkuoreen kohdistetaan tiivistyskorjaus.
- Rakenteeseen asennetaan uusi lämmöneristys sekä toteutetaan uusi julkisivuverhous. Julkisivuverhous voisi olla esimerkiksi kokonaisuudessa tuulettuva levyrakente.

Tutkimuksessa ei ole suoritettu rakenneavauksia sokkelirakenteeseen. Sokkelirakenteissa mahdollisesti esiintyvien sokkelihalkaisujen materiaalia ja kuntoa ei siten tunneta. Kohteen rakennetyypeillä tojalevyjen käyttö sokkelihalkaisuisissa on mahdollista. Kun otetaan huomioon lisäksi maaperän suunnasta vaikuttava kosteusra-
situs sekä ulkoseinärakenteiden laaja-alainen vaurioituminen, voidaan sokkelihalkaisujen

mikrobivaurioitumista pitää todennäköisenä, vaikka lämmöneriste olisikin tojalevyä paremmin kosteutta kestävä. Sokkelihalkaisujen kunto ja soveltuvat korjaustavat tulee määrittää, mikäli hankesuunnittelussa päädytään nykyisen rakennuksen korjaamiseen.

2.6 YLÄPOHJARAKENTEET

2.6.1 Tutkimukset ja havainnot

Yleisiä havaintoja

Sisäkattopinnoilla on muutamien kohdin nähtävissä kosteusjälkiä, jotka viittaavat vanhoihin kattovuotoihin tai alaslaskussa kulkevat tekniikan aiheuttamiin vesivahinkoihin, kuten esimerkiksi kosteuden tiivistyminen poistoilmakanavaan. **Korjaamattomat vanhat kosteusvauriot ylittävät asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.**



Kuva 2.17. Esimerkki sisäkattorakenteen kosteusjäljistä.

Sisäkattomateriaalina (akustiikkalevynä) osassa tiloista on tojalevyt. Tojalevyt on kiinnitetty lautoihin, joita on havaintojen mukaan käytetty muottilautoina. Muottilautojen mukana rakenteisiin on voinut kulkeutua mikrobiperäisiä epäpuhtauksia. Kohteen alaslaskujen sisään kertyy herkästi niin sanottuja yläpölyjä, joiden puhdistaminen on käytännössä mahdotonta.



Kuva 2.18. Yleiskuvia alaslaskujen sisältä: tojalevyjen kiinnitykseen on käytetty likaisia lautoja, jotka ovat todennäköisesti olleet työmaalla aiemmin käytössä muottilautoina.

Peltikatteen alla ei ole aluskatetta. Yläpohjan lämmöneristeiden pinta-annosten jälkien perusteella peltikatteen alapintaan tiivistyvä kosteus tiputtaa runsaasti vesipisaroita lämmöneristeeseen.



Kuva 2.19. Yläpohjan lämmöneristeissä on selkeät jäljet vesipisaroista, joita syntyy, kun kosteus tiivistyy peltikatteen alapintaan.

Rakenneavaukset AV19-AV21

Yläpohjarakenteeseen suoritettiin kolme rakenneavausta, josta otettiin mikrobinäytteet yläpohjan lämmöneristekerroksesta (mineraalivillasta). Näytteitä ei otettu suorasta ulkoilmakontaktista. Rakenneavaus AV20 ja näyte N16 kohdistuivat silmämääräisesti selkeimmän vaurion kohdalle. Näytetulokset olivat:

- AV19 ja N15: epäily mikrobikasvusta materiaalissa
- AV20 ja N16: selvä mikrobikasvu materiaalissa

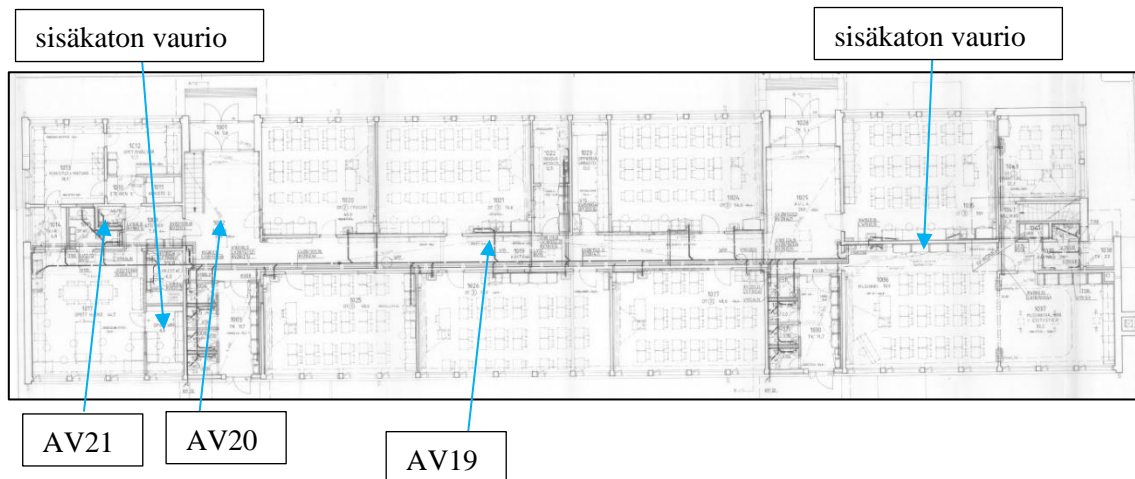
- AV21 ja N17: ei mikrobikasvua materiaalissa.

Suoritetun näytteenoton perusteella yläpohjarakenteessa esiintyy ainakin paikallista kosteus- ja mikrobivaurioitumista. Kosteusjälkiä yläpohjassa on kauttaaltaan ja siten korjausalueen rajaaminen katsotaan käytännössä mahdottomaksi.

Yläpohjan lämmöneristekerros muodostuu kahdesta mineraalivillalevystä: 50 mm tuulensuojapintainen ja 100 mm normaali kivivillalevy. Rakenteen energiatehokkuus on heikko ja lämpöhukka merkittävä. Toisaalta tämä karkaava lämpö on varmasti auttanut rakenteen kuivumisessa ja on siten voinut estää kosteus- ja mikrobivaurioiden muodostumista.

Rakenneavausten sijainti

Yläpohjan rakenneavausten sekä muutamien keskeisten havaintojen sijainti on merkitty oheiseen pohjakuvaan.



Kuva 2.20. Yläpohjan rakenneavausten sekä keskeisimpien havaintojen sijainti.

2.6.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Vesikattorakenne ei nykyisellään ole kosteusteknisesti toimiva, sillä peltikatteen alapintaan tiivistyvä kosteus kastelee lämmöneristeitä jälkien perusteella varsin runsaasti ja käytännössä kauttaaltaan. Suoritetun näytteenoton perusteella ei voida luotettavasti päätellä yläpohjan lämmöneristeiden vaurioitumisen laajuutta, mutta kastumista oli havaittavissa käytännössä kauttaaltaan ja poikkeavaa mikrobikasvua useammasta kohdasta. Yläpohjarakenteen lämmöneristys tulkitaan näin kauttaaltaan vaurioituneeksi, eikä osaa siitä voida jättää korjauksen ulkopuolelle.

Yläpohjarakenteeseen ei kohdistettu rakenteen läpi ulottuvia rakenneavauksia. Mikäli hankesuunnittelussa päädytään rakennuksen korjaamiseen, on yläpohjan betonirakenteen läpi syytä ulottaa vielä muutamia rakenneavauksia, jotta varmistutaan, ettei rakenne ole kerroksellinen ja sisällä lämmöneristeitä tai muita materiaali-kerroksia, jotka pitäisi ottaa huomioon rakennusta korjattaessa.

Suosittelaaan yläpohja- ja vesikattorakenteen korjaamista seuraavin yleisperiaattein:

- Vesikattorakenteen kosteusteknisen toimivuuden varmistaminen asennettavan aluskatteen avulla.
- Yläpohjan lämmöneristeiden ja muiden vaurioituneiden materiaalien, kuten muun muassa lämmöneristyksen sisään jäävien vesikaton puurakenteiden, purkaminen tai mekaaninen puhdistaminen tarvittavassa laajuudessa. Biosidien käyttöä ei suositella.
- Yläpohjarakenteen tiivistyskorjaus.
- Sisäkattorakenteiden (mm. tojalevyt ja kiinnityslaudat) purkaminen. Uusissa sisäkattorakenteissa otetaan huomioon yläpölyjen siivottavuus.
- Yläpohjarakenteen jakaminen pienempiin palo-osastoihin on todennäköisesti perusteltua.
- Yläpohjan lisälämmöneristäminen. Yläpohjan riittävä tuuletus räystäiden kautta voidaan varmistaa esimerkiksi tuulenojaimien avulla, vaikka yläpohjan lämmöneristekerrosta kasvatettaisiin merkittävästi nykyisestä.
- Alipainetuulettimien lisäys tai yläpohjarakenteen tuuletuksen parantaminen vesikaton harjalta muilla menetelmillä.

2.7 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

2.7.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto. Rakennus ei ollut käytössä, joten tulo- ja poistoilmapuhaltimien asennot oli säädetty asentoon 'käsi 1/2'. Ilmanvaihtoon liittyvät tarkastelut eivät siten vastaa normaalissa käyttötilassa tehtäviä tarkasteluja.

Ilmamääriä mitattiin kuitenkin pistokokeena muutamalta venttiililtä. Mittaukset suoritettiin huppumittarilla poistoilmaventtiileiltä. Mittaustarkkuudeksi arvioidaan $\pm 0,8$ l/s. Mittaustulokset olivat:

- tila 1036: mitattu poistoilmavirta -64 l/s, suunnitteluarvo -90 l/s
- tila 1037: mitattu poistoilmavirta -40 l/s, suunnitteluarvo -75 l/s
- tila 1029: mitattu poistoilmavirta -36 l/s, suunnitteluarvo -70 l/s.

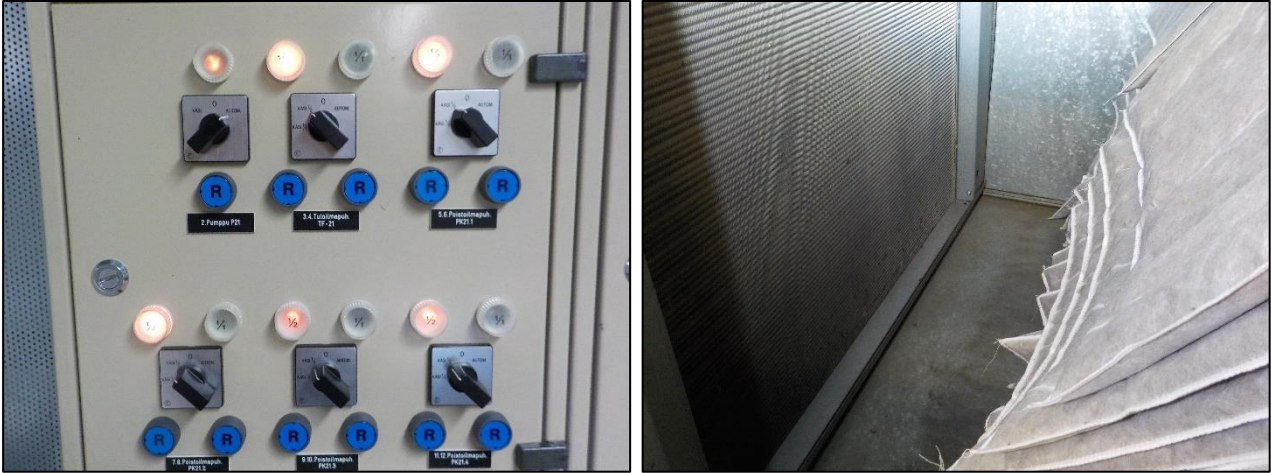
Mitatut ilmamäärät jäävät siten noin 30-50 % suunnitteluarvoja pienemmiksi, mutta tämä todennäköisesti selittyy ilmanvaihtokoneen normaalista käytöstä poikkeavalla tehoasetuksella (puoliteho).

Ilmanvaihtokoneelle oli kirjattu vain yksittäisiä suodattimien vaihtoja. Luotettavaa arvioita toteutuneesta vaihtovälistä ei voida tehdä hajanaisten kirjausten perusteella tehdä. Vaihtoja osuu talvelle, kesälle ja syksyyn, joten esimerkiksi säännöllinen vaihto kaksi kertaa vuodessa ei vaikuta toteutuvan. Pidetään mahdollisena, että suodattimien vaihtovälit ovat olleet varsin pitkiä.

Tuloilmasuodattimien luokat vaihtelevat. Käytössä oli ePM10 55 % (vanha M5) ja ePM10 60 % (vanha M6) mallin pussisuodattimia. Viereisen sahan johdosta korkeampi suodatusluokka olisi kohteessa todennäköisesti perusteltu.

Ilmanvaihtokoneen tuloilmakanavistossa ja koneen tuloilmakammiossa oli jonkin verran pölykertymää.

Ilmanvaihtokoneet ovat tyyppikilpien mukaan vuodelta 1992. Vesikatolla sijaitsevien huippumurien (poistoilmakoneiden) iät vaihtelevat. Kuntotutkimuksen yhteydessä kolmessa huippumurissa oli selkeää laakerivikaa, joka tärisytti myös huippumurien lisäksi vesikattoa. Näiden vaihtaminen on ajankohtaista.



Kuva 2.21. Vasemmalla on yleiskuva ilmanvaihdon ohjauspaneelistä: ilmanvaihto on käännetty käsi käyttöle ja puolitehoon. Oikealla esimerkki tuloilmakammioista ja tuloilman pussisuodattimesta.



Kuva 2.22. Yleiskuvia huippumureihin liittyen: ikä vaihtelee ja kolmessa huippumurissa havaittiin selkeä laakerivika.



Kuva 2.23. Tuloilman lämmityksen kiertovesipumpun ja tämän yhteydessä olevan sulun putkiliitos vuotaa ja valuttaa vettä lattialle. Tuentaa lattialla seisovan kiinnittämättömän puutolpan varaan ei pidetä hyvän asentamistavan mukaisena.

2.7.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksukset

Ilmanvaihtokoneen keskeisten osien (esimerkiksi puhaltimet) käyttöikäarvio on ylittynyt. Vuonna 2022 kuntoarviossa on katsottu, että nykyistä ilmanvaihtojärjestelmää voidaan edelleen ylläpitää tarpeen mukaan toteutettavien korjauksin. Tälle ei katsota olevan selkeää estettä. Mikäli rakennukseen kohdistetaan laaja peruskorjaus pitkällä käyttöikätaivoitteella, on ilmanvaihdon laajempi uusiminen kuitenkin syytä tarkastella yhtenä vaihtoehtona korjaushankkeessa. Tämä tarkoittaisi valmistelevia toimenpiteitä, joilla mahdollistettaisiin ilmanvaihtokoneen myöhempi uusiminen ilman laajoja purkutöitä.

Joka tapauksessa ilmanvaihtojärjestelmään tulee suorittaa seuraavia korjauksia ja toimenpiteitä rakennuksen peruskorjauksessa:

- Rikkinäisten tai rikkoutumassa olevien huippuimureiden uusinnat. Muut tarpeen mukaiset korjaukset, esimerkiksi kiertovesipumpun tuenta ja vuoto.
- Ilmamäärien säätö suunnitelmien mukaiseen tasoon.
- Ilmanvaihtojärjestelmän tasapainotuksen tarkastaminen. Ohjeistettu paine-ero rakennusvaiipan ylitse 0...-5 Pa. Paine-erotavoitteen tulee toteutua ilmanvaihdon kaikilla käyttötehoilla.
- Ilmanvaihtokanavien puhdistus.
- Ilmanvaihtokanaviin ja ilmanvaihtosuunnitelmiin tarvitsee tehdä tarvittavat muutokset, mikäli tilajako tai tilojen käyttötarkoituksia muutetaan.
- Mikäli yläpohjarakenne jaetaan useampaan palo-osastoon, tulee ilmanvaihtokanaviin lisätä palopellit tai muu rakenteellinen palosuojaus.

2.8 SISÄILMAAN JA OLOSUHTEISIIN KOHDISTUNEET TUTKIMUKSET

2.8.1 Aistihavainnot ja VOC-päästöt

Erityisesti suuremmassa kellaritullassa havaittiin voimakas mikrobiperäinen haju.

Opetustiloissa käytännössä koko rakennusta koskien havaittiin voimakas normaalista poikkeava haju. Haju syntyy todennäköisesti viereisellä tontilla sijaitsevalla sahalla. Hajuhavainto oli niin voimakas, että todennäköisesti Työterveyslaitoksen tai THL:n julkaisemat P90-viitearvot ylittyisivät. Myös TVOC-kokonaispitoisuuden tai yksittäisen yhdisteen $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ toimenpiderajojen ylittyminen voisi olla mahdollista. Pääasiallista hajun aiheuttavaa yhdistettä ei tunnistettu varmuudella, mutta se voisi olla alfa-pineeni.

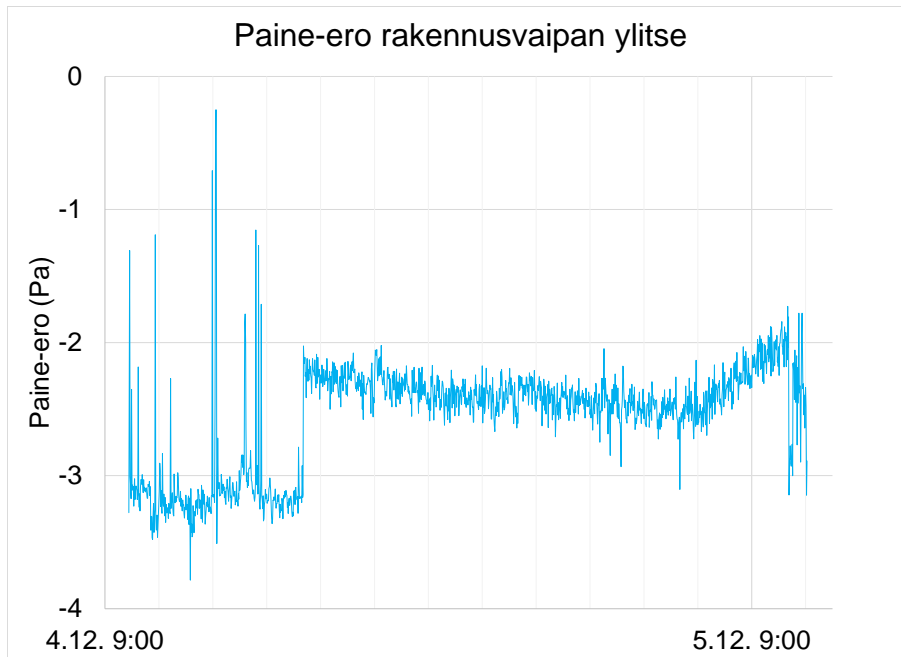
Mikäli hankesuunnittelussa päädytään nykyisen rakennuksen korjaamiseen, on sisäilman VOC-pitoisuutta ja esiintyviä yhdisteitä syytä selvittää tarkemmin ennen korjaussuunnittelua. Tuloilman tehokkaampaa suodattamista esimerkiksi aktiivihiilisuodattimien tai ilmanpuhdistimien avulla voi olla tarpeen arvioida.

Kuntotutkijan aistein sisäilma tuntui määrittelemättömällä tavalla huonolta, mikäli käytössä ei ollut hengityksensuojain (suodatinluokka ABEK1P3). Kokemusperäisesti yksistään tämä yleensä kertoo rakennuksen merkittävästä sisäilmaongelmasta, vaikka tarkempaa luokittelua yksin tämän pohjalta ei voidakaan tehdä.

2.8.2 Paine-ero rakennusvaipan ylitse

Paine-eroa rakennusvaipan ylitse seurattiin kenttätutkimuspäivien ajan. Pidempään seurantamittaukseen ei arvioitu olevan perustetta, koska ilmanvaihto oli säädetty käsisäätötilaan. Mittaus suoritettiin tilasta 1035 ikkunan kautta noin metrin korkeudelta lattiatasosta.

Seurantamittauksessa paine-eron keskiarvo oli -2,6 Pa ja keskihajonta 0,4 Pa. Paine-ero on ohjeistuksen mukaisella tasolla ja lievästi alipaineinen. Paine-eron säädöllä ei arvioida saavutettavan merkittävää vaikutusta sisäilmatilanteeseen.



Kuva 2.24. Paine-ero rakennusvaipan ylitse.

2.8.3 Merkkikaasututkimukset

Merkkikaasututkimukset suoritettiin käyttötilaa vastaavassa paine-erossa $-2,6 \text{ Pa} \pm 0,4 \text{ Pa}$. Merkkikaasu syötettiin rakenteeseen siihen poratusta reiästä nopeudelle 10 l/min ja kaasun vuotamista rakenteen läpi mitattiin merkkikaasuanturilla noin parin metrin etäisyydelle syöttöpisteestä.

Merkkikaasututkimus MA1

Merkkikaasututkimus MA1 suoritettiin rakenneavausta AV4 (ulkoseinä) hyväksi käyttäen. Merkkikaasututkimuksessa ei havaittu ilmavuotoreittejä. Rakenneliittymien tiivistys vaikuttaa onnistuneelta.

Merkkikaasututkimus MA2

Merkkikaasututkimus MA2 suoritettiin rakenneavausta AV8 (ulkoseinä) hyväksi käyttäen. Merkkikaasututkimuksessa ei havaittu ilmavuotoreittejä. Rakenneliittymien tiivistys vaikuttaa onnistuneelta.



Kuva 2.25. Vasemmalla on yleiskuva merkkikaasututkimuksen suorituksesta. Oikealla on esimerkki ikkunalaudan tiivistyksestä elastisella tiivistysmassalla. Tästä ikkunaliitoksesta ei havaittu vuotoja merkkikaasulla.

Merkkikaasututkimus MA3

Merkkikaasututkimus MA3 suoritettiin rakenneavausta AV14 (alapohja) hyväksi käyttäen. Merkkikaasu virtasi nopeasti sisäilmaan jalkalistan takaa ja alta.



Kuva 2.26. Yleiskuva merkkikaasututkimuksesta MA3. Merkkikaasu virtasi nopeasti kokeen aloittamisen jälkeen muovisen jalkalistan alta huonetilaan. Listan alla on silminnähtävä rako.

2.8.4 Lämpökamerahavainnot

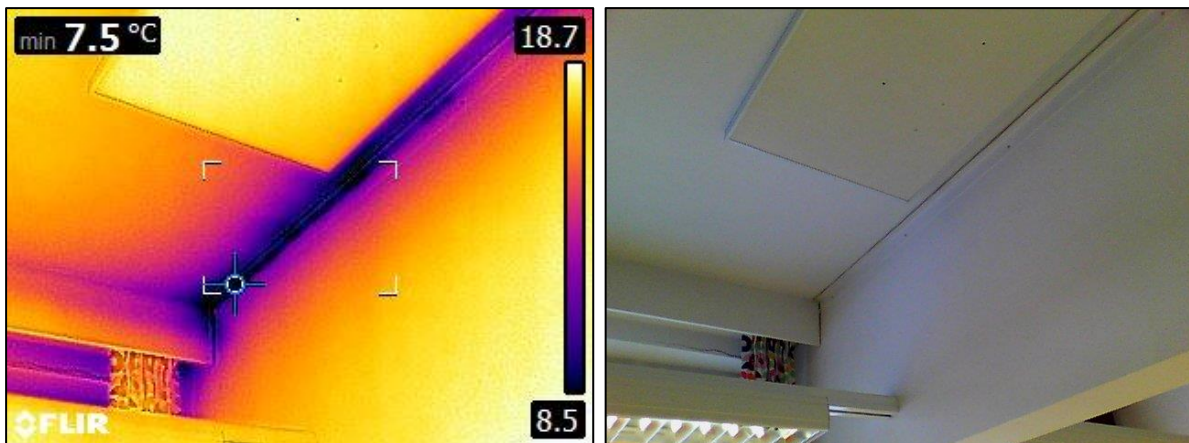
Rakennusvaippaa tarkasteltiin lämpökameraa apuna käyttäen. Tarkoituksena oli kartoittaa rakennusvaipan ilmatiiveyttä ja saada viitteitä rakenteiden piilevistä ongelmista. Kokonaisvaltaista rakennusvaipan lämpökamerakuvausta ei siten suoritettu.

Lämpökameratarkastelu suoritettiin käyttötilaa vastaavissa olosuhteissa, jotka olivat:

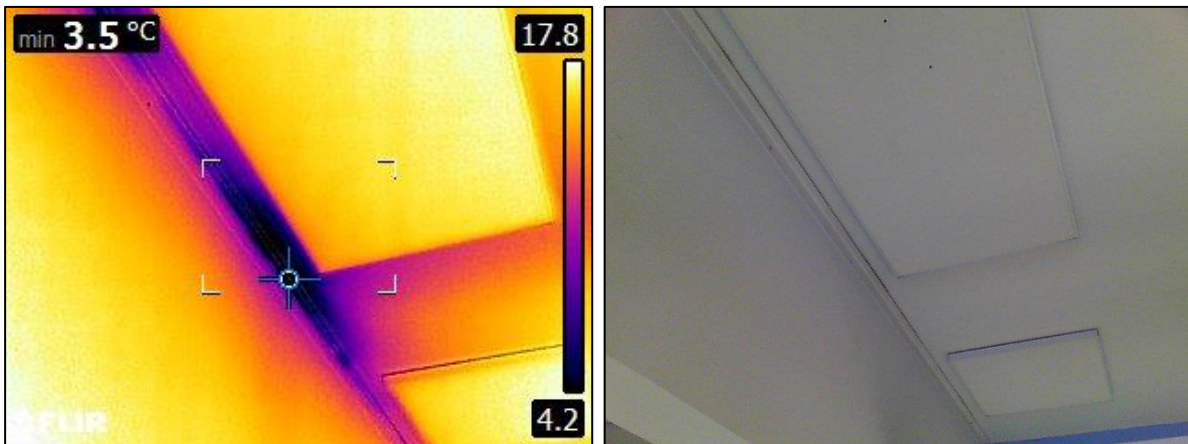
- sisäilma lämpötila +18,9 °C, suhteellinen kosteus 20,2 % RH, kosteussisältö 3,3 g/m³
- ulkoilma lämpötila -4,9 °C, suhteellinen kosteus 90,9 % RH, kosteussisältö 3,0 g/m³
- paine-ero rakennusvaipan ylitse -2,6 Pa ± 0,4 Pa.

Rakennusvaippaan liittyvien halkeamien kohdalla lämpötilaindeksin arvo laskee mittaustarkkuus huomioon ottaen alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan muutamissa kohdin. Lisäksi lämpökameralla tehtiin seuraavia havaintoja:

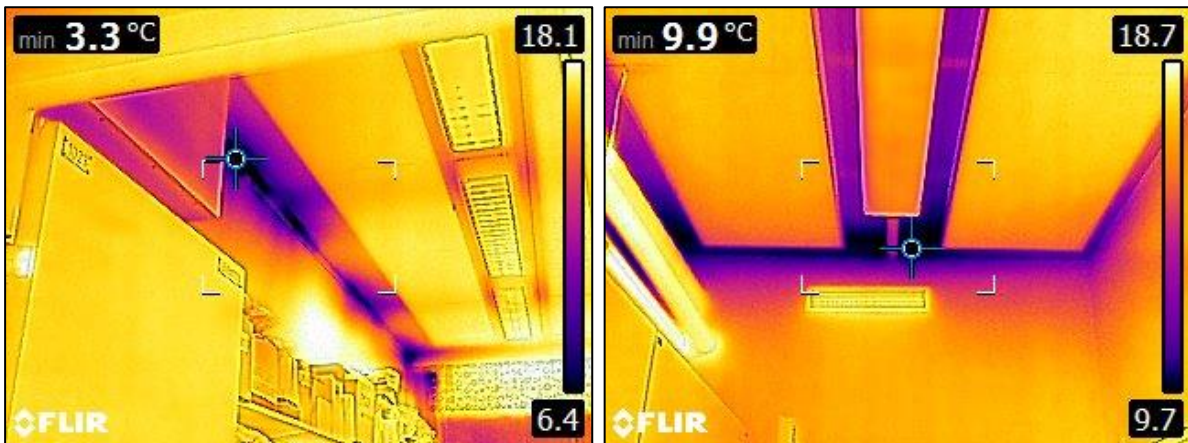
- Rakennuksessa esiintyvien halkeamien läheisyydessä sisäpinnan pintalämpötilat tippuvat paikoin alhaiseksi. Erityisen ongelmallinen tuntuu olevan yläpohja ja yläpohjan palkkien ympäristö.
 - Näitä kohtia on ilmeisesti yritetty korjata lisäämällä yksittäisiin ongelma-kohtiin listoituksia. Hyöty näyttää kuitenkin jääneen vähäiseksi.
- Yläpohjan liitoksissa seinärakenteisiin esiintyy runsaasti ilmavuotoja.
- Yläpohjassa on määrittelemättömiä kylmäsiltoja sekä vanhoja läpivientejä, joiden kohdalla esiintyy kylmäsiltoja.
- Alapohjan ja ulkoseinän liitoksissa esiintyy ilmavuotoa.



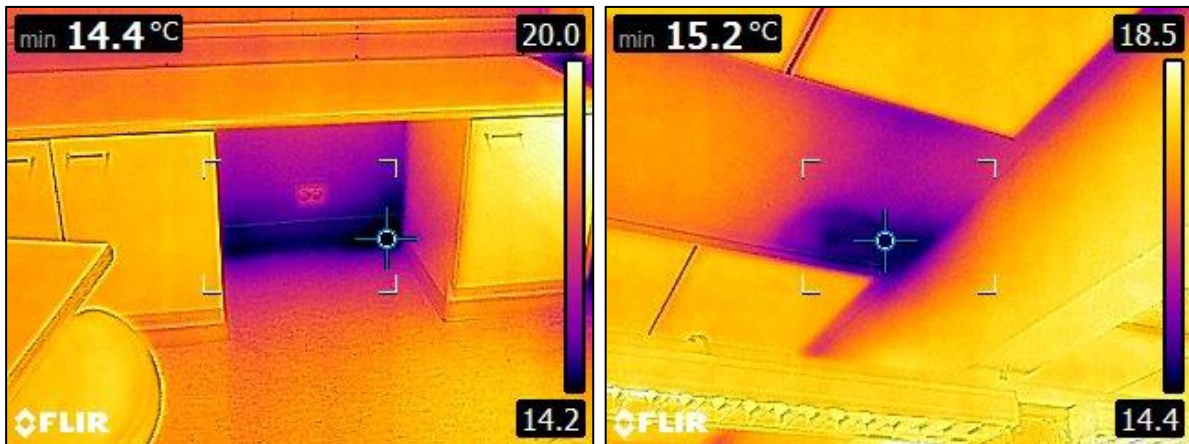
Kuva 2.27. Ilmavuotoa yläpohjan kantavan palkin ja yläpohjan liitoksessa.



Kuva 2.28. Ilmavuotoa yläpohjan kantavan palkin ja yläpohjan liitoksessa.



Kuva 2.29. Ilmavuotoa väliseinien ja yläpohjan liitosalueilla.



Kuva 2.30. Vasemmalla on esimerkki ilmavuodosta alapohjan ja ulkoseinän liitosalueella ja oikealla on esimerkki määrittelemättömästä kylmäsillasta yläpohjassa.

2.8.5 Rakenneliittymien ilmatiiveys

Rakenneliittymien ilmatiiveyttä tarkasteltiin pistemäisesti muutamista kohdin pienten rakenneavausten avulla. Päähuomio näissä kohdistettiin alapohjan pintabetonilaatan ja ulkoseinien sisäkuoren väliseen liittymään. Rakennepöytäperusteella ilmavuotoreitit ovat jatkuvia ja johtuvat pintabetonilaatan kuivumiskutistumasta.



Kuva 2.31. Pistokokein tehtyjen rakenneavausten perusteella ilmavuotoreitti alapohjan pintabetonilaatan ja ulkoseinän sisäkuoren välillä on jatkuva. Liitosta peittävän muovilistan osalta tiiveys vaihtelee.

3 ASUMISTERVEYSASETUKSEN TOIMENPIDERAJOJEN TARKASTELU

Alla olevassa taulukossa on suoritettu keskeisimpien mittauksen osalta tarkastelu asumisterveysasetuksen toimenpiderajojen ylittymisestä/alittumisesta*. Taulukossa on käsitelty vain Terveet talot Oy:n suorittamien tutkimusten tulokset.

Rakennusosa	Toimenpiderajojen ylittymisen/alittumisen tarkastelu*
Maanvastainen alapohja	Kellarin maanvastaisessa alapohjassa esiintyy kosteuden kapillaarisen nousun aiheuttamaa paikallista pinnoitteiden kosteusvaurioitumista. Maantasokerroksen kaksoislaatta-alapohjassa lämmöneristekerros on näytteenottojen perusteella laaja-alaisesti mikrobivaurioitunut.
Maanvastaiset ulkoseinät	Kellarin maanvastaisissa ulkoseinärakenteissa esiintyy laaja-alaisesti maalipintojen kosteusvaurioitumista.
Ulkoseinät ja sokkelit	Ulkoseinärakenteen lämmöneristekerros on näytteenottojen perusteella laaja-alaisesti mikrobivaurioitunut.
Väliseinät	Kellarikerroksen väliseinärakenteissa esiintyy useissa kohdin kosteuden kapillaarisen nousun aiheuttamaa pinnoitteiden ja ovien karmirakenteiden kosteusvaurioitumista.
Välipohjarakenteet	Välipohjarakenteen rakenneavauksessa havaittiin viite poikkeavasta mikrobikasvustosta, mutta toimenpideraja ei ylittynyt otetussa näytteessä. Kokonaisuus huomioon ottaen pidetään todennäköisenä, että myös välipohjarakenteessa olisi ainakin lievää tai paikallista kosteus- ja mikrobivaurioitumista.
Yläpohja- ja vesikattorakenteet	Yläpohjarakenteen lämmöneristeiden kastuminen on laaja-alaista ja toimenpiderajan ylittävää tai poikkeavaan viittaavaa mikrobikasvua havaittiin useammassa kohdassa. Vesikattorakenne ei ole nykyisellään kosteusteknisesti toimiva puuttuvan aluskatteen ja peltikatteen alapintaan tiivistyvän runsaan kosteuden johdosta.
Sisäilma ja sisätilat	Kellaritiloissa havaittiin selkeä mikrobiperäinen haju. Sisäilman TVOC-kokonaispitoisuus poikkeaa aistinvaraisesti arvioiden keskimääräisestä kohteesta ja kokonaispitoisuuden tai yksittäisen yhdisteen 50 µg/m ³ toimenpiderajan ylittymistä pidetään mahdollisena. Lisäksi sisäilman laatu tuntuu aistinvaraisesti arvioiden määrittelemättömällä tavalla huonolta. Ilmanvaihdon käyttö puoliteholla ja tämän mahdollinen vaikutus sisäilmaa koskeviin havaintoihin tulee ottaa huomioon.
Lämpötilat	Lämpötilaindeksin arvo laskee muutamissa kohdin alle asumisterveysasetuksen toimenpiderajan.
Ilmanvaihto	Ilmanvaihto oli käännetty puoliteholle, eikä havainnot ja mitaustulokset vastaa siten normaalia käyntitehoa.

* Toimenpideraja ylittymisellä tai alittumisella tarkoitetaan tilannetta, jossa olosuhde tai epäpuhtauspitoisuus ei enää ole hyväksyttävällä tasolla. Mittasuureesta riippuu, onko ylittyminen tai alittuminen korjauksia vaativa tilanne. Esimerkiksi

mikrobikasvun osalta puhutaan toimenpiderajan ylittymisestä eli mikrobikasvua esiintyy enemmän kuin se on sallittua tai normaalia. Lämpötilojen osalta voidaan puhua ylittymisestä (korkeat lämpötilat) ja alittumisesta (alhaiset lämpötilat), jos lämpötilat ovat liian alhaiset tällöin alimman sallitun lämpötilan toimenpideraja alittuu.

4 ALTISTUMISOLOSUHTEN ARVIOINTI

4.1 YLEISET TIEDOT ALTISTUMISOLOSUHTEN ARVIOINNISTA

Sisäilman epäpuhtauksille altistumisen todennäköisyyden arviointi kosteus- ja mikrobivaurioiden yhteydessä perustuu alla esitettyyn taulukkoon. Muiden sisäilman epäpuhtauksien osalta taulukkoa sovelletaan tarpeen mukaisesti. Taulukko perustuu Valviran ohjeeseen *Ohje asunnon terveyshaitan selvittämismenettelyyn* (23.7.2017). Vastaava ohjeistus on myös Työterveyslaitoksen *Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen* -julkaisussa (2017). Altistumisolosuhteen sijasta Työterveyslaitoksen ohjeessa puhutaan *tavanomaisesta poikkeavan olosuhteen* esiintymisen todennäköisyydestä.

Haitallinen altistumisolosuhde on epätodennäköinen

- Rakennuksessa ei ole todettu mikrobivaurioituneita rakenteita.
- Epäpuhtauslähteistä ei ole ilmavuotoreittejä oleskelutiloihin.

Haitallinen altistumisolosuhde on mahdollinen

- Rakenteissa on helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita, vauriokorjaukset ovat alle 1 m².
- Epäpuhtauslähteistä on todettu ilmavuotoreittejä oleskelutilojen sisäilmaan.

Haitallinen altistumisolosuhde on todennäköinen

- Rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita, korjauslaajuus on merkittävä ja se koskee koko rakennusosaa tai suurta osaa siitä (esim. alapohjarakenne)
- Vaurioituneista rakenteista tai epäpuhtaammasta tilasta on säännöllisiä ja useita ilmavuotoreittejä oleskelutilan sisäilmaan.
- Sisäilman laadun toimenpiderajat ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.

Haitallinen altistumisolosuhde on erittäin todennäköinen

- Rakennuksessa on useita eri rakenteita, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus on merkittävä useassa rakennusosassa (esim. julkisivu, alapohja).
- Ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä ovat järjestelmällisesti toistuvia ja niitä on useita. Tilat ovat merkittävästi alipaineisia tai rakenteen ilmanpitävyys on erittäin riskialtis.
- Sisäilman laadun toimenpiderajat ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.

Huom! Valvira ei enää uusimmassa ohjeessaan (Ohje asunnon terveyshaittaepäilyn käsittelyyn viranomaisessa, 11.1.2024) viittaa vastaavaan luokitteluun. Uutta parempaa menetelmää haitallisen altistumisolosuhteen vakavuuden arviointiin ei kuitenkaan ole esitetty, jolloin tutkimuksessa ja arvioinnissa sovelletaan tätä aiempaa ohjetta.

4.2 JOHTOPÄÄTÖS KOHTEEN ALTISTUMISOLOSUHTEESTA

Kuntotutkimuksen perusteella kosteus- ja mikrobivaurioituminen on laaja-alaista ja useaa rakennusosaa koskevaa. Rakennusvaipassa on jatkuvia ilmavuotoreittejä ja vaikka alipaine on alhainen, mahdollistaa se epäpuhtauksien leviämisen sisäilmaan. Sisäilman laadun heikentyminen on todettavissa myös aistinvaraisesti. Haitallinen altistumisolosuhde rakennuksessa on erittäin todennäköinen. Selkeitä perusteita erotella

rakennuksen eri osia toisistaan ei ole, sillä myös niin sanotusti parhaimmassa kunnossakin olevia tiloja koskee alapohja-, ulkoseinä- ja yläpohjarakenteiden vaurioituminen.

5 YHTEENVETO JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Suoritettuna kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella kosteus- ja mikrobivaurioituminen rakennuksessa on laaja-alaista. Vaurioita havaittiin kellarin alapohjarakenteessa, maantasokerroksen alapohjarakenteessa, maanvastaisissa ulkoseinissä, kellarin väliseinissä, ulkoseinissä sekä yläpohjassa. Vaurioituminen on lisäksi useassa rakennusosassa laaja-alaista ja sitä voidaan pitää laadullisesti vakavana (mm. kosteusvaurioindikaattorimikrobien runsas esiintyminen).

Rakennusvaipassa on rakennuksen halkeiluun liittyviä yksittäisiä merkittävämpiä ilmavuotoja sekä rakennustapaan liittyen normaalia luonteeltaan jatkuvaa ilmavuotoreittiä, jota syntyy esimerkiksi betonilaattojen kuivumiskutistumien seurauksena. Koneellinen ilmanvaihto on säädetty rakennusvaipan ylitse ohjeiden mukaisesti alipaineiseksi ja epäpuhtauksien leviäminen sisäilmaan on mahdollista. Sisäilman laadun heikentyminen on kohteessa todettavissa myös aistinvaraisesti. Haitallinen altistumisolosuhde rakennuksessa arvioidaan erittäin todennäköiseksi. Rakennukseen kohdistuva laaja-alainen peruskorjaustarve on selkeä.

Kosteus- ja mikrobivaurioiden lisäksi rakennuksessa on rungon liikkeiden aiheuttamiin halkeiluun liittyvää korjaustarvetta. Lisäksi korjaamisessa tulee ottaa useissa kohdin huomioon rakenteiden ja järjestelmien normaaliin ikääntymiseen liittyvä korjaustarve.

Suosittelaa hankesuunnittelua, jossa kriittisesti arvioidaan rakennuksen korjaamisen edellytyksiä.

Hankesuunnittelu (2025)

Keskeisimpänä toimenpidetarpeena voidaan pitää hankesuunnittelua ja tämä suositellaan toteuttamaan riittävän perusteellisesti. Hankesuunnittelussa määritetään korjaushankkeen tavoitteet sekä voidaan vertailla eri korjausvaihtoehtojen elinkaarikustannuksia. Vertailuun suositellaan ottamaan vähintään seuraavat vaihtoehdot:

- 1) Nykyinen rakennus puretaan kellarin teknisiä tiloja lukuun ottamatta.
 - a. Mikäli opetusta ei voida siirtää olemassa oleviin muihin rakennuksiin, korvataan käytöstä poistuvat tilat soveltuvien siirrettävien tilaratkaisujen avulla.
 - b. Tekniset tilat (lämmönjakohuone ja pääsähkökeskus) siirretään eri rakennukseen tai uuteen rakennukseen nykyisten järjestelmien teknisen käyttöiän täytyttyä. Talotekniikkaa ei todennäköisesti ole järkevää uusia enää nykyiseen kellaritilaan.
 - c. Purettuja tiloja korvaamaan rakennetaan uudisrakennus (periaate: yksi suurempi yhtenäiskoulu), johon siirretään tarvittaessa opetusta myös muista koulurakennuksista.
- 2) Nykyiseen rakennukseen suoritetaan peruskorjaus pitkällä 30-50 vuoden käyttöikätaimalla.
- 3) Nykyiseen rakennukseen suoritetaan kevyempiä väliaikaiseksi tarkoitettuja korjauksia. Käyttöikätaimavoite voi olla esimerkiksi 5-10 vuotta.

Jotta vaihtoehto 2 olisi kokonaistaloudellisesti kannattava, vaatii tämä todennäköisesti sitä, että tarve juuri vastaaville opetustiloille säilyy vuosikymmeniä eteenpäin, eikä korvaavia tiloja voida toteuttaa muualla kustannustehokkaammin. Korjausvaihtoehdossa tulee ottaa huomioon tilojen toiminnallisuus ja arvioida miten nykyinen tilajako vastaa tulevaisuuden opetustarpeisiin.

Mikäli tilatarpeen arvioidaan vähentyvän tulevaisuudessa, voi väliaikaisemmat tilaratkaisut olla järkevämpiä (vaihtoehto 1a). Mahdollista uudisrakennusta (vaihtoehto 1c) kannattaa todennäköisesti mitoittaa siten, että sinne voidaan keskittää myös sellaista opetusta, mitä ala-asterakennuksessa ei ole toistaiseksi ollut.

Nykyisen rakennuksen korjaamista väliaikaiseen käyttöön (vaihtoehto 3, esimerkiksi 5-10 vuoden käyttöikätaavoite) ei arvioida kokonaistaloudellisesti kannattavaksi, koska sisäilman laadun varmistamisesta muodostuva korjauskustannus on joka tapauksessa merkittävä. Tarvittaessa tämäkin vaihtoehto voidaan kuitenkin ottaa mukaan vertailuun.

Korjaussuunnittelu (2025-)

Suosittelaa tarvittavien korjaussuunnitelmien laatimista rakennuksen korjaamiseksi. Korjaamisen yleisperiaatteita on käsitelty tarkemmin kunkin rakennusosan kohdalla. Esitetyt korjausperiaatteet soveltuvat parhaiten vaihtoehdon 2 mukaiseen toteutukseen. Korjausperiaatteiden soveltuvuus hankesuunnittelussa asetettuihin tavoitteisiin nähden tuleekin aina arvioida.

Osana korjaussuunnittelua tulee arvioida jatkotutkimusten tarve, mikäli valittu korjaustapa ei automaattisesti estä potentiaalisen epäpuhtauden sisäilmahaittaa korjausten jälkeen. Tarve koskee kohteessa lähinnä sisäilmassa esiintyviä VOC-yhdisteitä, mahdollista sokkelihalkaisua sekä välipohjarakennetta.

Korjaussuunnittelussa tulee ottaa huomioon rakenteiden, materiaalien ja järjestelmien normaaliin ikääntymiseen liittyvät korjaustarpeet, joita on käsitelty tarkemmin vuoden 2022 LVISR-peruskuntoarviossa.

Tampere 10.1.2025

Petri Annila

Rakennusterveysasiantuntija C-26347-26-21
Johtava asiantuntija, tekniikan tohtori

0400 934 893
petri.annila@terveettalot.fi

LIITTEET

- Labroc: Tutkimusraportti, 19.12.2024, 8 sivua.

Raportissa havaituista virheistä tai puutteista pyydämme huomauttamaan viipymättä kohtuullisen ajan kuluessa (1 kuukausi) raportin vastaanottamisen jälkeen tiedon korjaamiseksi. Kuntotutkija pidättää oikeuden korjata ja oikaista raportissa olevat virheet.

LIITE 1 – KÄYTETYT MITTALAITTEET

Mittalaitteiden kalibrointi suoritetaan valmistajan antamien ohjeiden mukaisesti.

Puurakenteiden kosteusmittaukset

Käytössä oleva mittalaite Gann Hygromette BL H40 mittari ja Gann M 18 tai M 20 puuanturi.

- mittausalue 5...40 p-%
- resoluutio 0,1 p-%
- mittaustarkkuus $\pm 0,5$ p-%

Mittaukset on suoritettu poikittain syysuuntaan nähden, mikäli raportissa ei ole erikseen mainittua muuta.

Hetkelliset paine-eromittaukset

Käytössä oleva mittalaite Miran DP-100.

- paine-eromittaus
 - mittausalue -100...3 500 Pa
 - resoluutio 0,1 Pa ($< 1\ 000$ Pa)
 - mittaustarkkuus $\pm 0,5$ Pa (< 15 Pa), ± 2 Pa (< 30 Pa), 3,0 % mitatusta arvosta
- lämpötilamittaus
 - mittausalue -200...+1 250 °C
 - resoluutio 0,1 °C
 - mittaustarkkuus $\pm 0,5$ °C

Sääolosuhteen (mm. tuulenpaineen) vaikutus mittaustarkkuuteen arvioidaan ja esitetään raportissa. Arvio perustuu lyhyeen (yleensä alle 1 minuutti) seurantaan, jossa nähdään painesuhteen vaihteluväli. Mittaustuloksena esitetään arvio keskimääräisesti paine-erosta.

Paine-erojen seurantamittaukset

Käytössä oleva mittalaite Miran DL-P1.

- mittausalue -500...+500 Pa
- resoluutio 0,1 Pa
- mittaustarkkuus $\pm 0,3$ Pa (< 15 Pa), $\pm 0,5$ Pa (< 30 Pa), 3,0 % mitatusta arvosta

Olosuhdemittaukset, kosteusmittaukset, porareikämittaukset

Käytössä olevat mittalaitteet Tinytag View 2 TV-4505 ja TV-5506

- lämpötilamittaus
 - mittausalue -25...+85 °C
 - resoluutio 0,02 °C, näytön resoluutio 0,1 °C
 - mittaustarkkuus $\pm 0,35...0,5$ °C (< 0 °C), $\pm 0,35$ °C (0...+ 75 °C), $\pm 0,35...0,4$ °C ($> +75$ °)
- suhteellinen kosteus
 - mittausalue 0...100 % RH
 - resoluutio 0,1 % RH
 - mittaustarkkuus $\pm 3,0$ % RH (+25 °C)

Mittapisteet ja porareiät valmistellaan yleisten mittaohjeiden (mm. RT-kortit) mukaisesti. Porareiät puhdistetaan imurin ja ilmapumpun avulla. Mittareikiin asennetaan sähköputki, joka tiivistetään rakenteen pintaa vasten. Mittapää asennetaan mittaputkeen tiiviisti. Porareikämittausten kokonaismittaustarkkuus on lähtökohtaisesti $\pm 5\%$ RH, ellei raportissa toisin mainita.

Lämpökamera

Käytössä oleva mittalaite FLIR E8-XT

- IR-resoluutio 320 x 240
- mittaalue $-20\dots+550\text{ °C}$
- lämpötilaherkkyys 0,05 °C
- mittaustarkkuus $\pm 2\text{ °C}$ tai $\pm 2\%$ (+10...+35 °C)

Vuodonilmaisin

Käytössä oleva mittalaite Inficon XRS9012

- Herkkyys 0,7 ppm H₂

Merkkikaasututkimuksissa varmistetaan aina ensimmäisenä, että syöttöreiän tiivistys on onnistunut. Varsinainen tutkimus suoritetaan, kun tiivistys on varmistettu onnistuneeksi.

Virtausnopeusmittari

Käytössä oleva mittalaite Testo 417

- ilmavirtaus
 - mittaalue 0,3-20 m/s
 - resoluutio 0,01 m/s
 - mittaustarkkuus $\pm (0,1\text{ m/s} + 1,5\%$ mittaustarkkuudesta)
- lämpötila
 - mittaalue $0\dots+50\text{ °C}$
 - resoluutio 0,1 °C
 - mittaustarkkuus $\pm 0,5\text{ °C}$.

Olosuhteiden vaikutus mittaustarkkuuteen arvioidaan ja esitetään raportissa. Arvio perustuu lyhyeen (yleensä alle 1 minuutti) seurantaan, jossa nähdään virtausnopeuden vaihteluväli. Mittaustuloksena esitetään arvio keskimääräisesti ilmavirtauksesta. Raportissa tuloksina esitetään lähtökohtaisesti aina ilmamäärä (l/s) ja myös mittaustarkkuus muutetaan ilmamääräksi.

Laboratorionäytteet

Laboratorionäytteet otetaan analysoivan laboratorion näytteenotto-ohjeita noudattaen. Näyttemateriaaliin koskevat työkalut puhdistetaan näytteenottojen välillä. Näytteenotoissa käytetään puhtaita kertakäyttöhanskoja ja näytteet pakataan näytteenotto-ohjeiden mukaisesti. Näytteet toimitetaan viipymättä laboratorioon näytteenoton jälkeen tai niitä säilytetään ohjeiden mukaisesti ennen laboratorioon toimittamista. Terveet talot Oy ei postita näytteitä, joten näytteiden säilytysolosuhde on hallinnassa laboratorioon luovuttamiseen asti.

LIITE 2 – KÄYTETYT TUTKIMUSMENETELMÄT

Suoritettussa kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa käytetään standardoituja mittaus- ja näytteenottomenetelmiä. Käytettäviä mittausmenetelmiä on esitelty mm. ympäristöministeriön ohjeessa *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus* (Ympäristöopas 2016).

Kosteusmittaukset

Kuntotutkimuksessa käytetään tarpeen mukaan seuraavia kosteusmittauksia:

- pintakosteusosoittimella tehtävä kosteuskartoitus
- porareikämittaukset
- viiltomittaukset
- näytepalamittaukset
- puurakenteiden kosteusmittaukset.

Suoritettujen mittausten yksityiskohdat esitellään raportissa. Käytetyt tasaantumisaajat ja mittapisteiden valmistelu ja muut mittaustarkkuuteen vaikuttavat mittaustapahtumatiedot on yksilöity raportissa.

Epäpuhtauksien leviämisen arviointi

Epäpuhtauksien leviämistä arvioidaan lämpökamerakuvausten, merkkisavun, merkkikaasun, ilmavirtaus- ja paine-eromittausten sekä rakenneavauksista tehtävien aistinvaraisten havaintojen perusteella. Käytetyt tarkastelumenetelmät ja niiden mittaustarkkuuteen vaikuttavat mittaustapahtumatiedot on yksilöity raportissa.

Paine-eromittaukset

Paine-eromittauksilla selvitetään ilmavirtausten suuntaa rakennusvaipan tai rakennusosien ylitse sekä eri tilojen välillä. Mittauksina käytetään hetkellisiä paine-eromittauksia tai paine-eron seurantamittauksia. Käytetyt mittausmenetelmät ja niiden mittaustarkkuuteen vaikuttavat mittaustapahtumatiedot on yksilöity raportissa.

Näytteenotot

Näytteenottojen analysoinnissa käytetään Ruokaviraston hyväksymiä asumisterveyslaboratorioita. Näytteenotot suoritetaan laboratorioiden näytteenotto-ohjeiden mukaisesti puhdistetuin näytteenottovälinein. Näytteet käsitellään, pakataan ja toimitetaan laboratorioon näytteenotto-ohjeiden mukaisesti. Käytetyt näytteenottomenetelmät ja mittaustarkkuuteen vaikuttavat mittaustapahtumatiedot on yksilöity raportissa.

LIITE 3 – SOVELLETUT ASETUKSET JA OHJEET

Suoritettussa kosteus- ja sisäilmateknisessä kuntotutkimuksessa on sovellettu seuraavia ohjeita ja asetuksia:

- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista 545/2015
 - raportissa viittaukset 'asumisterveysasetus'
- Terveydensuojelulaki 19.8.1994/763
 - raportissa viittaukset 'terveydensuojelulaki'
- Valviran (Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto) Asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet
 - raportissa viittaukset 'asumisterveysasetuksen soveltamisohjeet'
- Valviran julkaisu *Ohje asunnon terveyshaitan selvittämismenettelyyn*.
- Ympäristöministeriön julkaisu *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*
 - raportissa viittaukset 'kuntotutkimusohje'
- Ympäristöministeriön julkaisu *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus*.
 - raportissa viittaukset 'korjausopas'