
KOSTEUS- JA SISÄILMATEKNINEN KUNTOTUTKIMUS RUOVEDEN PALOASEMA

1 YLEISTIEDOT KOHTEESTA JA TUTKIMUKSESTA

1.1 TUTKIMUSKOHDE

Tutkimuskohteena oli Ruoveden paloasema, joka sijaitsee osoitteessa Kuruntie 26, 34600 Ruovesi. Rakennus on valmistunut 1980-luvulla. Hallin rakennetyypit on esitetty raportista löytyvien leikkauskuvien yhteydessä.

1.2 TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITE

Paloasemalla on koettu sisäilmaan liittyvää oireilua ja tiedossa on myös vanhoja vesivahinkoja. Ongelmia on selvitelty jonkin verran viimeisen noin 10 vuoden aikana, mutta selkeää koontia tai kokonaiskuvaa rakennuksen tilanteesta ei ole.

Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus käynnistettiin suppealla kuntotutkimuksella, jonka tarkoituksena oli kartoittaa karkealla tasolla rakennuksen tilannetta ja arvioida jatkotoimenpidetarvetta. Suoritettu ensivaiheen tarkastelu yksistään ei toimi riittävänä lähtötietona korjaussuunnittelua varten.

1.3 TUTKIMUKSEN AIKATAULU

Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus suoritettiin 22.6.2022.

1.4 TUTKIMUKSEN TEKIJÄ JA VASTUUHENKILÖT

Tutkimuksen vastuuhenkilö

Petri Annila

Rakennusterveysasiantuntija C-26347-26-21

Johtava asiantuntija, diplomi-insinööri

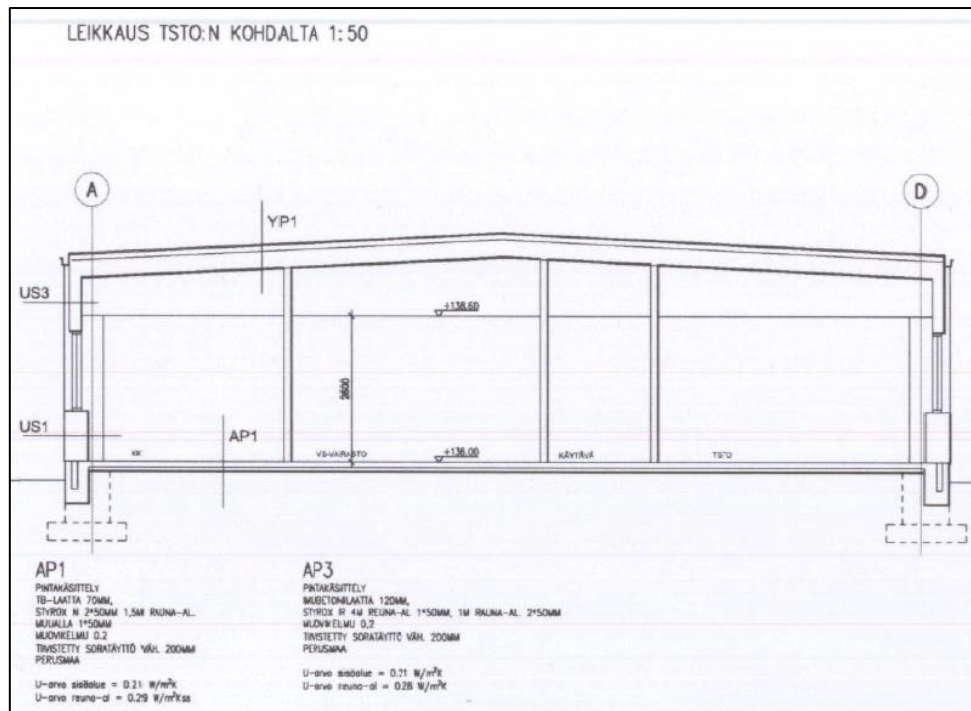
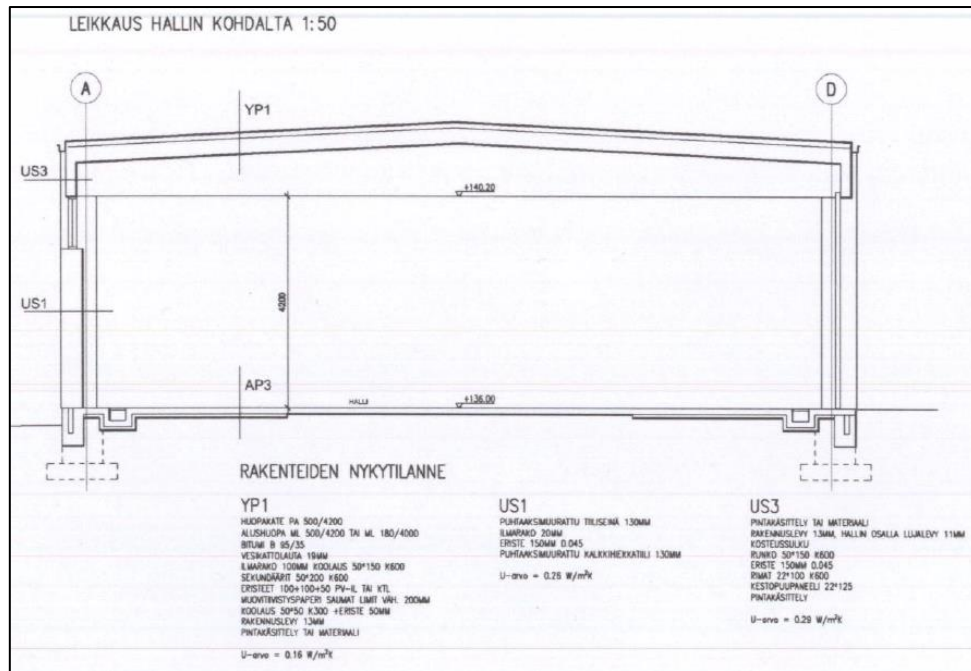
0400 934 893

petri.annila@terveetalot.fi

2 RAKENNETEKNISET TUTKIMUKSET

2.1 LEIKKAUSKUVAT

Paloaseman leikkauskuvat ja rakennetyypit on esitetty ohessa.



2.2 ULKOSEINÄT

2.2.1 Tutkimukset ja havainnot

Rakenneavaukset ja näytteenotot

Ulkoseinärakenne on tiili-villa-tiilirakenne, rakennekuvien mukaisesti kerrospaksuudet ovat:

- putaaksimuurattu tiiliseinä 130 mm
- ilmarako 20 mm
- lämmöneriste 150 mm
- puhtaaksimuurattu kalkkihiekkatiili 130 mm.

Ulkoseinärakenteiden lämmöneristeen kuntoa kartoitettiin yhteensä seitsemän mikrobinäytteen (P1...P7) avulla. Mikrobinäytteet otettiin porareian kautta rakennuksen ulkopuolelta käsin. Näytteet otettiin noin eriste-kerroksen puolivälistä.

Neljässä näytteessä (näytteet P2, P3, P6 ja P7) havaittiin toimenpiderajan ylittävää mikrobikasvua. Kyseiset näytteet jakautuvat kohteessa kolmeen eri julkisivuun. Lisäksi yhdessä näytteessä havaittiin viite vaurioista (näyte P4).

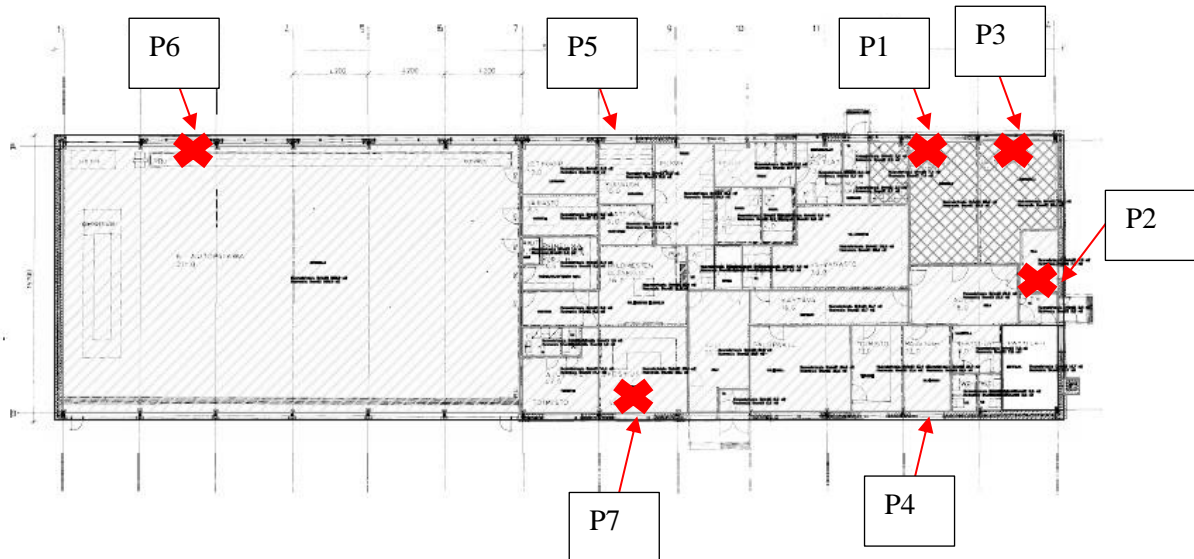
Ikkunan vesipeltiä avattiin kahdesta kohdasta, jotta apukarmin kosteuspiitoisuus päästiin mittaamaan. Näytteen P1 läheisyydessä apukarmin kosteuspiitoisuus ylitti mittarin 41 p-% mitta-alueen ja lisäksi mineraalivilla oli käsituntumalta märkä. Vesi pääsee valumaan ulkoseinän lämmöneristeeseen vesipellin virheellisten liitosten kautta. Rakenteessa on korjaamaton kosteusvaurio.

Näytteen P7 läheisyydessä apukarmin kosteuspiitoisuus oli 11,5 p-%, jota voidaan pitää tavanomaisena tasapainokosteutena.



Kuva 2.1. Yleiskuvia vesipellin avaukseen liittyen. Mikrobinäytteen P1 läheisyydessä pellin alta havaittiin, että ulkoseinän tuuletusväliä on suljettu polyuretaanivaahdolla, mikä heikentää merkittävästi rakenteen kuivumista.

Suoritettujen tutkimusten perusteella ulkoseinärakennetta voidaan pitää laaja-alaisesti kosteus- ja mikrobivaurioituneena. Tutkimuspisteiden sijainnit on merkitty oheiseen pohjakuvaan. Todetut kosteus- ja mikrobivauriot on korostettu kuvaan punaisella ruksilla.



Kuva 2.2. Ulkoseinän tutkimuspisteet.

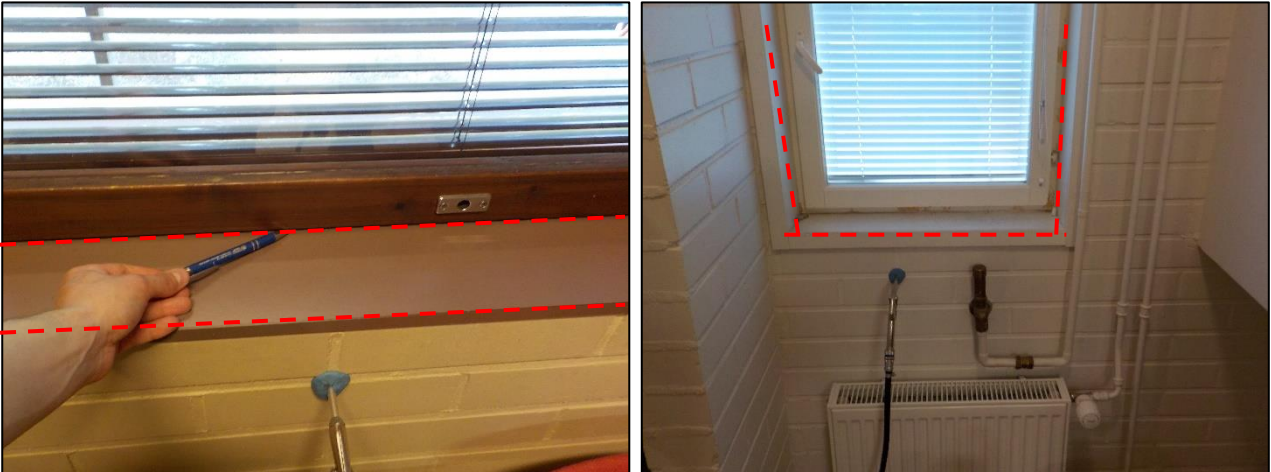
Merkkikaasututkimukset

Ulkoseinärakenteen ilmatiiveyttä tutkittiin neljästä pisteestä rakennuksen pohjoiskulmasta. Tutkimuspisteet sijaitsivat likimääräisesti näytteenottopisteiden P1, P2 ja P3 läheisyydessä. Sisäilmaan liittyvät ongelmahavainnot painottuvat kyseisiin tiloihin.

Merkkikaasutarkastelussa ulkoseinän lämmöneristekerrokseen johdettiin merkkikaasua nopeudella 10 l/s käyttötilaa vastaavassa paine-erossa. Paine-ero rakennusvaipan ylitse oli $-3,0 \text{ Pa} \pm 0,5 \text{ Pa}$. Kaasuilmamaisimella mitattiin tämän jälkeen ilmavuotoreittien esiintyvyyttä. Merkkikaasututkimuksessa tehtiin seuraavat havainnot:

- Tarkastelupiste MA1 ulkoseinä: sijainti likimääräisesti mikrobinäyte P1
 - jatkuva voimakas ilmavuotoreitti ikkunalaudan alta ikkunan liitoksista
- Tarkastelupiste MA2 ulkoseinä: sijainti likimääräisesti mikrobinäyte P2
 - jatkuva voimakas ilmavuotoreitti ikkunalaudan alta ikkunan liitoksista
 - ei ilmavuotohavaintoa putkiläpiviennistä
- Tarkastelupiste MA3 ulkoseinä
 - jatkuva voimakas ilmavuotoreitti ikkunalaudan alta ikkunan liitoksista
- Tarkastelupiste MA4 ulkoseinän ja alapohjan liitos, merkkikaasu laskettu alapohjaan poratusta reiästä alapohjan alle.
 - ei havaintoa ilmavuotoreitistä liitoksessa.

Yhteenvetona voidaan tulkita, että ulkoseinärakenteessa on ikkunaliitoksissa jatkuva, toistuva ja merkittävä ilmavuotoreitti, joka oletusarvoisesti on yhtenäinen koko rakennuksessa. Pistemäisten läpivientien osalta ilmavuotoreitti ei toistu systemaattisesti, mutta todennäköisesti pistemäisiä vuotoreittejä todettaisiin laaja-alaisemmissa tutkimuksissa. Alapohjan ja ulkoseinän liitos vaikuttaa rajallisella tarkastelualueella ilmatiiviiltä, mutta todennäköisesti vähintään heikkoja tai pistemäisiä ilmavuotoreittejä todettaisiin laajemmista tutkimuksista.



Kuva 2.3. Yleiskuvat merkkikaasututkimuksista M1 ja M2. Kuviin on osoitettu punaisella ilmavuotoreittien sijaintia.

2.2.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituksen

Ulkoseinän tiili-villa-tiilirakenteen lämmöneristekerroksen kosteus- ja mikrobivaurioituminen voidaan todeta laaja-alaiseksi. Puutteellisten ikkunaliitosten kautta yksittäisissä ikkunoissa kosteutta on päässyt vesipeltien alle ja vaurioituminen koskee tällöin myös apukarmien puurakenteita.

Ikkunoiden yhteydessä on luonteeltaan jatkuvia ja voimakkaita ilmavuotoreittejä lämmöneristekerrokseen. Ikkunaliitosten vuodot toistuvat arviolta yleisesti rakennuksessa. Painesuhteet mahdollistavat epäpuhtauksien virtauksen rakenteista sisäilmaa kohden. Mikrobiperäisten epäpuhtauksien leviäminen sisäilmaan on todennäköistä.

Ikkunaliitoksia tiivistämällä voidaan saavuttaa järkevällä kustannuksella merkittävä parannus nykytilanteeseen nähden. Yksistään tällaista tiivistystoimenpidettä ei voida kuitenkaan pitää pitkän tähtäimen ratkaisuna ja varsinaisena tiivistyskorjauksena, mutta sillä saadaan tarvittaessa lisäaikaa mittavimpien korjausten valmisteluun.

Ulkoseiniin liittyvä ongelma voidaan arviolta poistaa kahdella tavalla:

- A. Sisäkuoreen kohdistuva kauttaaltaan koko rakennukseen suoritettava tiivistyskorjaus.
 - o Käyttöikäarvio lähtökohtaisesti noin 20 vuotta riippuen käytettävistä tuotteista ja toteutustavasta. Myös pidemmän käyttöikätaavoitteen saavuttaminen voi olla mahdollista.

- B. Julkisivujen sekä lämmöneristeen purkaminen ja uuden lämmöneristyksen ja julkisivurakenteen asentaminen.
- Käyttöikäarvio lähtökohtaisesti 50 vuotta.

Molemmissa korjausvaihtoehdoissa on tärkeä estää kosteuden valuminen ulkoseinän sisälle erilaisten liitosten ja epäjatkuvuuskohtien kautta. Ulkoseinän tuulettuminen tulee mahdollistaa vähintään niiltä osin kuin se on julkisivua purkamatta mahdollista: mm. tuuletusreiät sekä avoin tuuletusväli vesipeltien alla.

2.3 YLÄPOHJA

2.3.1 Tutkimukset ja havainnot

Kattomuotona on loiva harjakatto ja katemateriaalina on kumibitumikermi. Rakenteeseen ei ole laaja-alaista tarkastusmahdollisuutta rakennetyypistä johtuen.

Rakenteen kuntoa kartoitettiin alipainetuulettimien kautta otettujen mikrobinäytteiden avulla. Näytteet otettiin 5-10 cm syvyydeltä lämmöneristekerroksesta, joten ne eivät ole olleet suorassa kontaktissa ulkoilmaan. Rakennuksen keskialueelta otetussa P9 todettiin toimenpiderajan ylittävää mikrobikasvua. Kahdessa muussa näytteessä kasvua ei todettu.

Yläpohjaan liittyvä aiempi vesivahinko sijoittuu lähimmäksi näytettä P10. Vahinkoa on mitä ilmeisimmin korjattu riittämättömästi sillä saadun kuvauksen mukaan korjaukset olisivat mitä ilmeisimmin käsittäneet vain veden valuttamisen pois yläpohjasta. Korjausten sisällöstä tai niiden suorittamatta jättämisestä ei kuitenkaan ollut kirjallista asiaa vahvistavaa dokumenttia.



Kuva 2.4. Yläpohjan näytteiden sijainti.

2.3.2 Johtopäätökset ja toimenpidesuosituks

Näytteessä P9 havaitun mikrobikasvun ja aiempaan vahinkoon liittyvien epäselvyyksien johdosta katsotaan aiheelliseksi tutkia yläpohjarakennetta suoritettua tutkimusta laajemmin. Yläpohjarakenteessa katsotaan esiintyvän vähintään paikallista kosteus- ja mikrobivaurioihin liittyvää korjaustarvetta.

Lopullinen korjaustapa tulee määrittää lisätutkimusten jälkeen. Alustavasti lämmöneristekerroksen purkamista ja rakenteen sisäpinnan riittävästä vesihöyrynvastuksesta ja ilmatiiviydestä huolehtimista voidaan pitää ensisijaisena korjaustapana.

3 YHTEENVETO JA TOIMENPIDESUOSITUKSET

Suoritettua tilannetta kartoittavan kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen perusteella rakennuksessa esiintyy merkittävää kosteus- ja mikrobivaurioihin liittyvää korjaustarvetta. Mikrobiperäiset epäpuhtaudet pääsevät leviämään vaurioista sisäilmaan. Sisäilmaan syntyy haitallinen altistumisolosuhde. Altistumisolosuhteen arviointi edellyttäisi tarkempia tietoja kokonaistilanteesta, mutta alustava nykytietoon perustuva arvio on, että haitallinen altistumisolosuhde on todennäköinen.

Rakennuksen kokonaisvaltaista kosteus- ja sisäilmateknistä kuntotutkimusta voidaan pitää perusteltuna, jotta kaikki rakennukseen liittyvät ongelmakohdat ovat tiedossa ja korjaussuunnittelua varten tulee kerättyä riittävät lähtötiedot.

Tampere 1.8.2022

Petri Annila

Rakennusterveysasiantuntija C-26347-26-21

Johtava asiantuntija, diplomi-insinööri

0400 934 893

petri.annila@terveetalot.fi

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-%

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

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)

Lämpökamera

Käytössä oleva mittalaite FLIR E8-XT

- IR-resoluutio 320 x 240
- mittausalue -20...+550 °C
- lämpötilaherkkyys 0,05 °C
- mittaustarkkuus ± 2 °C tai ± 2 % (+10...+35 °C)

Vuodonilmaisin

Käytössä oleva mittalaite Inficon XRS9012

- Herkkyys 0,7 ppm H₂

Virtausnopeusmittari

Käytössä oleva mittalaite Testo 417

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

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 mittapisteen 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

Suoritetussa 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'