



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tommi Tervo

KUNTOTUTKIMUKSEN PROSESSI- KAAVIO

Tekniikka
2019

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Tommi Tervo
Opinnäytetyön nimi	Kuntotutkimuksen prosessikaavio
Vuosi	2019
Kieli	suomi
Sivumäärä	31
Ohjaaja	Mika Korpi

Tämän opinnäytetyön aiheena on laatia prosessikaavio kuntotutkimukselle. Tästä opinnäytetyöstä uusi työntekijä saa kattavan ohjeistuksen niin teoriassa kuin käytännössä kuntotutkimuksen suorittamiseen. Opinnäytetyössä pyritään selvittämään kuntotutkimuksessa vastaan tulevat haasteet ja näihin haasteisiin ratkaisut.

Ensiksi työssä selvitetään tilaajan ja kuntotutkijan vastuita ja rooleja kuntotutkimuksessa. Seuraavaksi käydään läpi mitä menetelmiä on mahdollista käyttää lähtötilanneselvityksessä ja tutkimussuunnitelman laatimisessa. Kuntotutkimuksessa käytettäviä menetelmiä käydään läpi työn kolmannessa vaiheessa.

Opinnäytetyön aineistona käytetään ympäristöministeriön opasta Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekniseen kuntotutkimukseen, Asumisterveysasetusta 545/2015 ja eri laboratorioiden näytteenotto-ohjeita.

ABSTRACT

Author	Tommi Tervo
Title	Flowchart for Condition Survey of a Building
Year	2019
Language	Finnish
Pages	31
Name of Supervisor	Mika Korpi

The objective of the thesis is to create process flowchart for condition survey of a building. The thesis aims to find out the future challenges and solutions to these challenges in a condition survey.

First, the responsibilities and roles of the customer and the condition surveyor in condition survey are clarified. Next, the methods can be used in the baseline investigation and the research plan are reviewed. Different methods used in a condition survey are reviewed in the third stage of the work.

The thesis is based on the guide by the Ministry of Environment, how to perform a condition survey on a building, the Housing Health Decree 545/2015 and the sampling guidelines of various laboratories.

The result of the thesis is a proves flowchart with comprehensive guidance for a new employee to conduct a condition surveys of a building.

Keywords	Condition survey, renovation, indoor climate problems, risk structure
----------	-----------------------------------------------------------------------

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
2	TUTKIMUSSUUNNITELMA.....	8
	2.1 Kohdekäynti.....	8
	2.1.1 Kohdekäynnin apuvälineet.....	8
	2.1.2 Asukas- ja käyttäjäkyselyt	9
	2.2 Tutkimussuunnitelman laadinta	10
3	TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN	12
	3.1 Rakenteiden arviointi	12
	3.1.1 Perusrakenteet, maanvaraisen alapohjarakenteet, seinärakenteet sekä ryömintätilat.....	12
	3.1.2 Yläpohja ja vesikattorakenteiden tarkastukset	14
	3.1.3 Sadevesien ohjauksen tarkastukset	15
	3.1.4 Välipohjan tarkastukset.....	15
	3.1.5 Märkätilojen tarkastukset	16
	3.2 Kosteusmittaukset, pinnoilla ja rakenteissa	16
	3.2.1 Pintakosteuskartoitus	17
	3.2.2 Rakenteiden suhteellisen kosteuden mittaukset.....	17
	3.2.3 Materiaalien kosteuden mittaukset.....	18
	3.3 Rakenneavaukset.....	19
	3.3.1 Puurakenteet.....	19
	3.3.2 Kivirakenteet	20
	3.4 Näytteiden keräys.....	21
	3.4.1 Materiaalinäyte mikrobianalyysiä varten.....	21
	3.4.2 Betoniprofiili	22
	3.4.3 Pölynkoostumus pyyhintämenetelmällä.....	22
	3.4.4 Teolliset mineraalikuidut teippimenetelmällä.....	23
	3.4.5 Asbesti- ja PAH-materiaalinäytteenotto	23

3.4.6	Mikrobianalyysi ilmanäytteestä	23
3.4.7	Aktiivinen sisäilmanäyte haihtuville orgaanisille yhdisteille (VVOC ja VOC)	24
3.5	Ilmastoinnintarkastukset	25
3.5.1	Koneellinen poistoilmanvaihto ja painovoimainen ilmanvaihto.	27
3.6	Lämpökuvaus tutkimuksen apuvälineenä	27
3.7	Rakenteiden ilmatiiveyden tutkiminen puhdas- ja/tai merkkisavun avulla 28	
4	DOKUMENTOINTI	29
5	POHDINTA.....	30
	LÄHTEET.....	31

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Esimerkki käyttäjäkyselystä. /1/	9
Kuva 2. Esimerkki asukaskyselystä. /1/	10
Kuva 3. Esimerkki pohjakuvaan suunnitelluista rakenneavauksista ja materiaalinäytteistä	11
Kuva 4. Mittaussyvytydet eri rakenneratkaisuilla, rakenteenpaksuuden mukaan. /2/	18
Kuva 5. Kuvassa on avattu seinä-lattialiittymä, mistä pystyy tarkistamaan seinän- ja lattianrakenteet ja niiden liitokset	20
Kuva 6. Kuvassa on julkisivun tiilimuurauksesta irrotettu tiili rakenteen tarkastusta varten.....	21
Taulukko 1. Tavoitteelliset paine-erot eri ilmanvaihtojärjestelmissä. /1/.....	26

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön teoriaosuus pohjautuu Ympäristöministeriön oppaaseen *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*. Työssä käydään läpi kuntotutkimuksen eri vaiheet askel askeleelta. Opinnäytetyössä esitellään käytännön ohjeita kuntotutkimuksen tekevälle rakennusalan ammattilaiselle.

Opinnäytetyö on tehty Investigo Oy Ab:lle uuden työntekijän perehdytysmateriaaliksi. Työssä esitellään kuntotutkimuksen suorittamisen ratkaisuja ja huomioitavia seikkoja erilaisissa rakenteissa. Opinnäytetyössä on kerrottu, miten erilaisia haitallisia päästöjä vastaan kuntotutkija pystyy suojaamaan itsensä ja tutkittavan rakennuksen osan, jotta työntekijä ja ympäröivät tilat eivät altistuisi haitallisille aineille tutkimusta tehdessä.

Pohdintaosiossa tutustutaan eroihin työpaikkojen tutkimuksissa ja asuin- ja julkisten tilojen tutkimuksissa. Mietitään myös hieman kommunikointia tutkimuksen eri osapuolten kanssa.

2 TUTKIMUSSUUNNITELMA

Kuntotutkimus alkaa tilaajan yhteydenotolla, tässä yhteydenotossa tilaaja yleensä kertoo havaitsemistaan ongelmista käyttämässään rakennuksessa. Ongelmat ovat monesti jokin terveydellinen haitta ja/tai rakennuksessa havaittu poikkeuksellinen haju. Ensimmäisen yhteydenoton aikana kuntotutkija haastattelee tilaajaa selvittääkseen mahdollisimman paljon perustietoa rakennuksesta esimerkiksi rakennuksenikä, käyttötarkoitus, tehdyt korjaukset ja rakennusmateriaalit ovat hyviä perustietoja. Saadut tiedot kuntotutkija kirjaa itselleen muistiin. Keskustelun aikana sovitetaan kohteeseen tutustumiskäynti. /1/

2.1 Kohdekäynti

Kohdekäynnissä kuntotutkijalla on mahdollisuus tutustua tutkittavaan rakennukseen, tutustumiskäynti suoritetaan rakenteita rikkomatta esimerkiksi ohjekortin *KH 90-00394 Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä* mukaan. Ensimmäinen tutustumiskäynnissä rakennukseen suoritetaan silmämääräisiä ja aistinvaraisia tarkastuksia rakennuksen sisä- ja ulkopuolella. Tarkastuksessa pyritään selvittämään rakenteet ja mahdolliset riskirakenteet, tapaamisen aikana tilaaja voi toimittaa kuntotutkimuksessa tarvittavat lähtötietoasiakirjat. Lähtötietoasiakirjoja ovat esimerkiksi: Rakennuksen piirustukset, muutospiiirustukset, rakennepiirustukset ja pöytäkirjat aiemmista tutkimuksista. /1/

2.1.1 Kohdekäynnin apuvälineet

Kohdekäynnin yhteydessä voidaan käyttää apuvälineinä esimerkiksi erilaisia kosteudenosoittimia, erikoiskoulutettua homekoiraa tai kerätä kohteesta ilmanäytteitä. Pintakosteuden osoittimilla pystytään mittaamaan suuntaa antavasti rakenteen kosteutta rikkomatta itse rakennetta. Puun kosteuskiintiön mittaus eli piikkimittaus kertoo puun kosteuskiintiön. Pinta- ja piikkimittauksella pystytään kartoittamaan pintapuolisesti, poikkeako jokin kosteusmittaus arvo normaalista. Kaikki kosteusmittaus tulokset kirjataan ylös. Erikoiskoulutettu homekoira on hyvä apuväline oikein käytettynä paikannettaessa homevaurioita. Joissain tilanteissa epätavanomaisia mikrobilähteitä on mahdollista selvittää sisäilman mikrobinäytteiden avulla.

Sisäilmaongelmia saattavat aiheuttaa myös haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC-yhdisteet, näiden poikkeavien materiaalipäästöjen tunnistamiseksi huoneilmassa on mahdollista kerätä ilmasta näyte aktiivisesti pumpun avulla tai passiivisesti diffuusiokeräimeen. /1/

2.1.2 Asukas- ja käyttäjäkyselyt

Riskiarviointia varten kootaan rakennuksen käyttäjien ja huoltohenkilökunnalta havaintoja rakennuksen ongelmista. Kerättyjen tietojen avulla pystytään muodostamaan yleiskuva rakennuksen tilanteesta. Joissain tapauksissa kysely on rakennuksen käyttäjien nopea haastattelu. Isommissa kohteissa on tarkoituksen mukaista suorittaa kysely kirjallisena paperisena tai sähköpostilla (Kuva 1 ja 2). /1/

Lomake 1: Käyttäjäkysely

1. Kuinka kauan olette työskennelleet tässä rakennuksessa? _____

2. Missä huoneillassa työskentelette pääasiallisesti? Tarkastakaa tilan numerointi raportin lopussa olevasta pohjapiirroksista. _____

3. Työpisteenne sisäilman laatu:

Oletteko havainneet työpisteellänne:

- liian kylmää tai kuumaa lämpötilaa:

- Ei
- Kyllä, satunnaisesti
- Kyllä, jatkuvasti

- kylmiä lattia- tai seinäpintoja:

- Ei
- Kyllä, satunnaisesti
- Kyllä, jatkuvasti

- vedon tunnetta:

- Ei
- Kyllä, satunnaisesti
- Kyllä, jatkuvasti

- riittämätöntä ilmanvaihtoa:

- Ei
- Kyllä, satunnaisesti
- Kyllä, jatkuvasti

- tunkkaista huoneilmaa:

- Ei
- Kyllä, satunnaisesti
- Kyllä, jatkuvasti

- poikkeuksellisen kuivaa huoneilmaa:

- Ei
- Kyllä, satunnaisesti
- Kyllä, jatkuvasti

- poikkeuksellisia hajuja huoneilmassa:

- Ei
- Kyllä, satunnaisesti
- Kyllä, jatkuvasti

4. Oletteko havainneet ilmanvaihdossa muita puutteita?

- Ei
- Kyllä, missä? _____

5. Oletteko havainneet tiloissa vesivuotoja tai mahdollisia merkkejä kosteusvaurioista? Merkit voivat olla esimerkiksi tummumia, värimuutoksia tai pintamateriaalien irtoamista. Missä tiloissa merkkejä on havaittu? Ilmoittakaa tilan numero oheisen pohjapiirroksen mukaisesti. Voitte myös merkitä havainnot suoraan pohjapiirrokseen.

6. Oletteko havainneet tiloissa poikkeuksellisia hajuja sisäilmassa, kuten maakellarin hajua, viemäriin tai kemiallisiin materiaalipäästöihin viittavaa hajua? Missä tiloissa? Ilmoittakaa tilan/tilojen numerot oheisen pohjapiirroksen mukaisesti. Voitte myös merkitä havainnot suoraan pohjapiirrokseen.

7. Epäilettekö sisäilman aiheuttavan teille haittaa? Mitä tiloja epäily koskee? Ilmoittakaa tilan/tilojen numerot oheisen pohjapiirroksen mukaisesti. Voitte myös merkitä havainnot suoraan pohjapiirrokseen.

8. Liittyvätkö sisäilman laadun ongelmat mielestänne johonkin erityiseen sääolosuhteeseen tai vuodenaikaan? Mihin? _____

9. Haluatteko antaa muuta palautetta lämpöolosuhteisiin, ilmanvaihtoon, kosteusvaurioihin tai sisäilman laatuun liittyen? _____

Kiitos vastauksistanne.

[Kyselyn loppuun liitetään rakennuksen pohjapiirros, johon kaikki tilat on numeroitu yksiselitteisesti.]

Kuva 1. Esimerkki käyttäjäkyselystä. /1/

Lomake 2: Asukaskysely

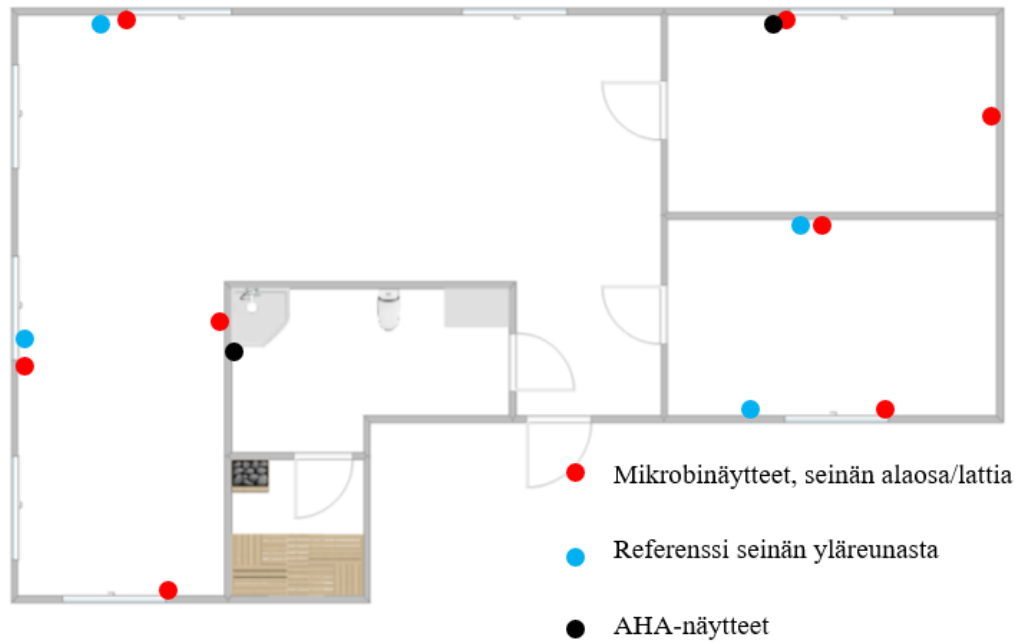
1. Asunnon numero: _____
2. Kuinka kauan olette asuneet nykyisessä asunnossanne? _____
3. Kuinka monta henkilöä asunnossanne asuu? _____
4. Sisäilman laatu:
- Mikä on asuntonne lämpötila? ____ °C.
Onko lämpötila liian korkea/matala?
 - 2. Oletteko havainneet asunnossanne:
 - kylmiä lattia- tai seinäpintoja:
 - Ei
 - Kyllä, missä? _____
 - vedon tunnetta:
 - Ei
 - Kyllä, missä? _____
 - riittämätöntä ilmanvaihtoa:
 - Ei
 - Kyllä, missä? _____
 - tunkkaista huoneilmaa:
 - Ei
 - Kyllä, missä? _____
 - poikkeuksellisen kuivaa huoneilmaa:
 - Ei
 - Kyllä, missä? _____
5. Oletteko havainneet ilmanvaihdossa puutteita?
 - Ei
 - Kyllä, missä? _____
6. Huurtuvatko asunnossanne olo- tai makuuhuoneiden ikkunat talvella?
 - Ei
 - Kyllä, sisäikkunan pinta
 - Kyllä, ulkoikkunan sisäpinta
7. Käytättekö ilmankostutinta asunnossanne?
 - Ei
 - Kyllä
8. Oletteko säätäneet asuntonne ilmanvaihtoventtiileitä?
 - Ei
 - Kyllä
9. Oletteko havainneet asunnossanne mahdollisia merkkejä kosteusvaurioista? Merkit voivat olla esimerkiksi tummumia, värimuutoksia tai pintamateriaalien irtoamista.
 - Ei
 - Kyllä, missä? _____
- Mistä kosteusvauriot ovat johtuneet?
 - Katto vuotanut
 - Ikkunat vuotaneet
 - Ulkoseinät vuotaneet
 - Putket vuotaneet
 - Laitevaurioista (esim. astianpesukone)
 - Kosteus noussut maapohjasta seiniin/lattiaan
 - Syistä, joita en osaa sanoa
 - Muusta, mistä? _____
10. Oletteko havainneet asunnossanne poikkeuksellisia hajuja sisäilmassa, kuten maakellarin haju, viemäriin tai kemiallisiin materiaalipäästöihin viittaavaa hajua?
 - Ei
 - Kyllä, missä? _____
10. Epäilettkö sisäilman aiheuttavan teille haittaa? _____
11. Liittyvätkö sisäilman laadun ongelmat mielestänne johonkin erityiseen sääolosuhteeseen tai vuodenaikaan, mihin? _____
12. Haluatteko antaa muuta palautetta lämpöolosuhteisiin, ilmanvaihtoon, kosteusvaurioihin tai sisäilman laatuun liittyen? _____
- Kiitos vastauksistanne.

Kuva 2. Esimerkki asukaskyselystä. /1/

2.2 Tutkimussuunnitelman laadinta

Tutkimussuunnitelma laaditaan ennakkotietojen ja alustavassa kohdekäynnissä tehtyjen havaintojen perusteella, arvioimalla todennäköiset ongelmalähteet, jotta tutkimus kohdistuu oikeisiin asioihin. Niin sanottujen riskirakenteiden tunnistaminen on tärkeää, varsinkin jos näkyviä vaurioita tai tiloissa tapahtuneita kosteusvahinkoja ei ole tiedossa. Tutkimusmenetelmät valitaan riskiarvion ja kohdekäynnin perusteella, näiden tietojen perusteella valitaan tutkittavat rakenteet ja tutkimuskohdat. Tutkimussuunnitelmassa on hyvä käyttää apuna rakennuksen pohjapiirustusta,

johon pystytään merkitsemään rakenneavauksille ja kohteeseen tehtäville tutkimuksille sopivat kohdat (Kuva 3). /1/



Kuva 3. Esimerkki pohjakuvaan suunnitelluista rakenneavauksista ja materiaalinäytteistä.

3 TUTKIMUKSEN SUORITTAMINEN

Kuntotutkimus suoritetaan aiemmin laaditun tutkimussuunnitelman mukaan. Tutkimukseen valmistaudutaan ottamalla kohteeseen mukaan tarvittavat kosteudenmittarit, näytteiden keräys ja pakkaus välineet, rakenneavauksia varten tarvittavat työkalut ja henkilökohtaiset suojavälineet.

Jos rakennus on rakennettu ennen vuotta 1994, on mahdollista, että rakennuksessa on käytetty asbestipitoisia rakennusmateriaaleja. Rakenneavaukset ja porareivät rakenteisiin, missä asbesti pitoisia rakennusmateriaaleja epäillään olevan käytetty, rakenneavaus tulee suorittaa P3-suojavaatetusta ja -hengityssuojainta käyttäen ja lisäksi kohdepoistoa. On suositeltavaa osastoida ja alipaineistaa tilat, missä rakenneavauksia tehdään, jos avattavissa rakenteissa epäillään olevan kosteus- tai mikrobivaurioita, haitta-aineita kuten asbestia tai PAH-yhdisteitä, tai tutkittavat tilat ovat käytössä. Osastointi tehdään ohjekorttien *Ratu 82-0383 Kosteus- ja homevaurioituneiden rakenteiden purku* ja *Ratu 82-0347 Asbestia sisältävien rakenteiden purku*. /1/

3.1 Rakenteiden arviointi

Rakenteiden kunnan arvioinnissa rakenteet käydään läpi järjestelmällisesti. Alapuolella on esitelty tarkastuslistoja, joidenka avulla pystytään käymään läpi rakenteiden vaurioitumisriskejä. Rakenteita arvioitaessa pystytään kohdentamaan rakenneavauksia rakenteiden mahdollisten vaurioiden ja vaurioiden laajuuksien määrittämiseksi. Tehdyt havainnot valokuvataan ja dokumentoidaan tutkimuspöytäkirjaan. /1/

3.1.1 Perustusrakenteet, maanvaraisen alapohjarakenteet, seinärakenteet sekä ryömintätilat.

Maanvaraisten rakenteiden tarkastukset.

- Lattiapinnan korkeusasema ympäröivään maanpintaan.
- Salaojaputkien ja pohjavedenpinnan korkeusasema.
- Perustusten ja alapohjan rakenne.

- Taloa ympäröivät täyttömaiden laatu.
- Onko maanvaraisten rakenteita varustettu kapilaarikatkos kerroksella, kuten sepeli, singeli tai solumuovisella lämmöneristeellä?
- Arvioi rakenteeseen kohdistuva kosteusrasitus.
- Ovatko rakenteet liitetty toisiinsa ilmatiiviisti?
- Ovatko esimerkiksi läpiviennit kuten viemäri- ja vesiputket, sähköjohdot toteutettu maanvaraisen alapohjalaattaan ilmatiiviisti? /1/

Tuulettuvan alapohjarakenteen tarkastukset.

- Onko tuulettuvan puurakenteisen alapohjan mahdollinen höyrönsulku oikeassa paikassa?
- Tuulettuvan alapohjan rakennetyypit?
- Onko alapohjan liitokset ympäröiviin rakenteisiin tiiviit?
- Onko alapohjan ryömintätilan tuuletus toimiva/riittävä?
- Onko ryömintätilan korkeus riittävä?
- Onko ryömintätilan täyttömaa käyttötarkoitukseen soveltuva?
- Onko ryömintätilan ja huonetilan välillä paine-eroa? Ryömintätilan tulisi olla alipaineinen huonetiloihin nähden. /1/

Maanvaraisten seinärakenteiden tarkastukset, esimerkiksi kellarin seinät.

- Miten ulkopuolinen vedeneristys ja kapilaarikatko on toteutettu?
- Onko sisäpuolisissa pinnoissa kosteusrasituksen aiheuttamia jälkiä?
- Mitä materiaaleja sisäpuolisissa pinnoissa on käytetty, ovatko ne kosteusteknisesti toimivia?
- Onko sisäpuolella käytetty veden- tai kosteudeneristeitä? Vanhemmissa rakennuksissa on käytetty yleisesti bitumisivelyä, joka mahdollisesti sisältää asbestia ja/tai PAH-yhdisteitä.

- Arvioi ja tutki maanvaraisen seinärakenteen lämpö- ja kosteustekninen toiminta. /1/

Ulkoseinärakenteiden tarkastukset.

- Onko julkisivun takana riittävä tuulettuva ilmarako? Vanhemmissa rakennuksissa tuuletusrakoa julkisivuverhouksen takana ei välttämättä ole, tämä ei välttämättä tarkoita, että rakenteessa on vaurioita.
- Onko tiiliverhotun ulkoseinän taakse viistosateella pääsevä vesi ohjattu seinän alaosaan hallitusti pois?
- Altistuuko puurunkoiset väli- tai ulkoseinien alaohjauspuut kosteusrasitukselle?
- Onko ikkunapellityksien kallistukset riittävät ja ovatko ikkunapellityksien reunat tiivistetty ympäröiviin rakenteisiin esimerkiksi säänkestävällä elastisella massalla?
- Onko julkisivussa näkyviä kosteuden aiheuttamia jälkiä?
- Onko elementtisaumat tiiviit?
- Toimiiko ulkoseinärakenne kosteus- ja lämpötekniisesti oikealla tavalla.
- Onko ulkoseinässä ilman- tai höyrynsulku ja onko se asennettu oikein? Onko ilman- ja höyrynsulku liitetty ympäröiviin rakenteisiin oikein?
- Onko seinärakenteissa silmämääräisesti tai aistinvaraisesti havaittavia kosteusrasituksen merkkejä, kuten pinnoitteiden kupruilua tai värimuutoksia.
- Onko ikkunalasien pinnoille tiivistynyt kosteutta? /1/

3.1.2 Yläpohja ja vesikattorakenteiden tarkastukset

- Mistä materiaalista vesikate on tehty?
- Onko vesikatteessa silmännähtäviä reikiä tai muita vikoja?
- Onko katto läpiviennit ja katteen ylösnostot tiiviitä?
- Onko katon kaltevuus riittävä? Muodostuuko katolle vesi lammikoita?
- Onko yläpohjan kuivatus tuuletus riittävä ja toimiiko se?
- Onko yläpohjassa kantavissa rakenteissa havaittavissa vaurioita?

- Mitä lämmöneristettä yläpohjassa on käytetty ja kuinka paljon sitä on käytetty?
- Yläpohja on tuulettuva rakenne, joten siellä kulkevat metalliset ilmanvaihtoputkien kuuluu kulkea eristettynä.
- Onko ilmanvaihto- ja viemärituuletusputket ohjattu ulos, joko vesikatteenläpi tai ulkoseinästä julkisivun ulkopuolelle?
- Jos rakennuksessa on aluskate, onko läpiviennit tiivistetty aluskatteeseen?
- Onko yläpohjaan kulkeutunut puiden lehtiä tai muuta roskaa tuulen mukana? Jos roskaa on päässyt yläpohjaan saattaa tämä tarkoittaa sitä, että yläpohjaan saattaa kulkeutua myös vettä tai lunta tuulen mukana.
- Onko yläpohjassa höyryn- tai ilmansulku? Miten höyryn- tai ilmansulku on liitetty ulkoseinien yläosiin?
- Onko sadevesien ohjaus rännikouruihin toimiva? /1/

3.1.3 Sadevesien ohjauksen tarkastukset

- Onko syöksytorvet asennettu oikein, niin että sadevedet ohjautuvat suoraan rännikaivoihin?
- Onko rakennusta ympäröivä maasto muotoiltu, niin että pintavedet ohjautuvat kauemmas rakennuksesta? /1/

3.1.4 Välipohjan tarkastukset

- Selvitä välipohjan rakennetyyppi.
- Onko välipohjassa eristekerros? Mitä eristettä välipohjassa on käytetty?
- Arvioi välipohjan eristeen kunto.
- Onko välipohja liitetty ympäröiviin rakenteisiin tiiviisti?
- Selvitä onko puurakenteiseen välipohjaan kohdistunut kosteusrasitusta. Lahoauriot kantavissa puurakenteissa heikentävät rakenteen kantavuutta merkittävästi. /1/

3.1.5 Märkätilojen tarkastukset

- Selvitä onko märkätiloissa vedeneristeitä tai muuta kosteussulkua. Selvitä vedeneristeen ikä, onko tekninen käyttöikä jo saavutettu?
- Tarkista märkätilojen pinnoitteiden kunto, onko pinnoitteissa silminnähtäviä halkeamia tai reikiä? Onko pinnoite kiinni alustassaan?
- Onko pinnoissa läpivientejä tai putkikannakkeita roiskevesi alueella? Onko läpiviennit toteutettu tiiviisti? /1/

3.2 Kosteusmittaukset, pinnoilla ja rakenteissa

Kosteudenmittauksien avulla pystytään selvittämään rakenteiden kosteus- ja lämpötekniistä toimivuutta. Kosteusmittauksilla on mahdollista saada selvitettyä rakenteiden kosteuspitoisuus eri rakenne kerroksissa ja syvyyksissä. Kosteusmittaajan pitää tietää eri rakenteiden rakennusfysikaaliset periaatteet ja tavanomaiset kosteustasot. /1/

Rakennekosteuden mittauskohdat tulee valita perustellusti niin, että mittauksesta saadaan mahdollisimman luotettava tulos halutuista mittauspisteistä. Rakennekosteuden mittauksissa tulee tehdä myös referenssimittaus oletetusti kuivasta kohdasta samassa rakennetyypissä. /1/

Aiemmin mainittujen asioiden huomioiminen on tärkeää arvioidessa, kuinka hyvin tehdyt mittaukset edustavat koko rakenteen tilannetta ja millaisiin johtopäätöksiin mittauksien perusteella on mahdollista päästä. /1/

Kaikki mitatut kosteusarvot kirjataan ylös ja dokumentoidaan mittauspöytäkirjaan. Mittauspöytäkirjassa kerrotaan käytetty kosteusmittausmenetelmä, mittaussyvyys, mittarintiedot, merkitään pohjakuvaan tai kerrotaan muulla tapaa mittauspisteen sijainti, mittauksen ajankohta, mitataan ympäröivät olosuhteet sisä- ja ulkoilmasta ja tasaantumisaika. Pöytäkirjassa on perusteltava, miksi nämä mittauskohdat valittiin. /1/

3.2.1 Pintakosteuskartoitus

Pintakosteuskartoitus on ainetta rikkomaton tapa mitata rakenteen kosteuspitoisuutta, pintakosteuskartoitus on helppo ja nopea tapa etsiä kohdat missä kosteusarvot poikkeavat normaalista, pintakosteutta tulee kartoittaa riittävän laajalta alueelta, jotta saadaan selville rakenteen normaalit pinta-arvot. Pintamittaukset ovat suuntaantavia mittauksia ja poikkeavat arvot on tarkistettava rakennekosteusmittauksilla. /1/

Mittaajan on tunnettava pintakosteusmittarinsa, jotta virhe tulkinnoilta vältyttäisiin. Pintamittarit eivät mittaa materiaalien absoluuttista kosteutta tai suhteellista kosteutta, pintamittari mittaa eri materiaalien sähkönjohtavuutta. Sähkönjohtavuuteen rakenteessa vaikuttaa kosteuden lisäksi moni muu asia esimerkiksi rakenteessa sisällä olevat metalleja sisältävät materiaalit. /1/

3.2.2 Rakenteiden suhteellisen kosteuden mittaukset

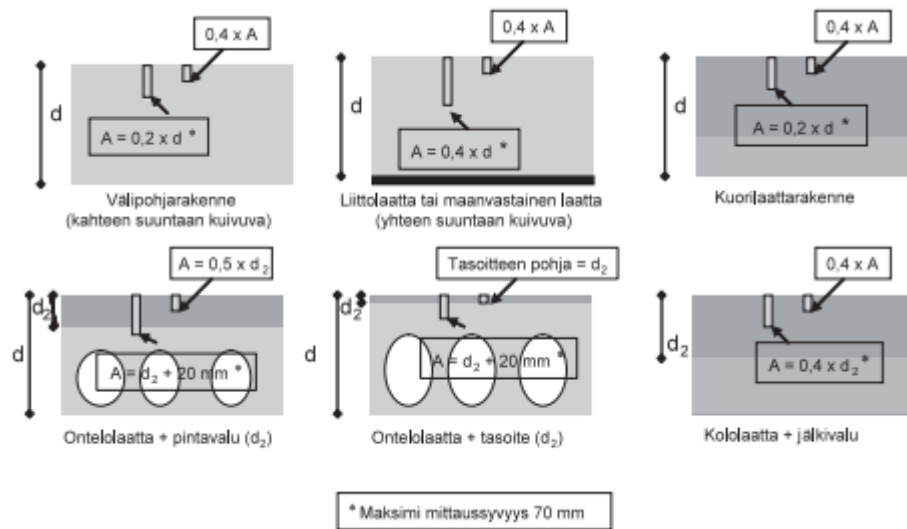
Rakenteiden suhteellisen kosteuspitoisuuden mittauksella pystytään määrittämään rakenteenhuokosten ilmatilan suhteellinen kosteus. Kiviaineisen rakenteen tarkkoja suhteellisen kosteuden mittaus tapoja on kaksi: porareikä- ja näytepalakosteusmittaus. Viiltomittaamalla on mahdollista selvittää liimattujen lattian pintamateriaalin, alapinnassa ja liimakerroksessa oleva todellinen kosteusrasitus. /1/

Näytepalamittauksessa irrotetaan piikkaamalla betonia halutusta mittaussyvyydestä ja keräämällä betonimuruset lasiseen koeputkeen. Koeputkeen laitetaan mittapää välittömästi ja mittapään ympärystä tiivistetään elastisella massalla. Koeputkien annetaan tasaantua 5 – 12 tuntia vakio-lämpötilassa +20 °C, tasaantumisen jälkeen saadut tulokset kirjataan ylös. /1/

Porareikämittauksella pystytään mittaamaan kiviaineisen materiaalinhuokosten ilmatilan suhteellinen kosteus halutusta mittasyvyydestä. Betoniseen rakenteeseen porataan $\varnothing 16$ mm porareikiä halutuille mittaussyvyyksille, reiät puhdistetaan imuroidulla ja putkitetaan, tämän jälkeen putket tiivistetään huolellisesti elastisella massalla (Kuva 4). Porareikien annetaan tasaantua 2 – 3 vuorokautta, jonka jälkeen mittapää asetetaan putkiin tiiviisti elastisella massalla tiivistäen. Tiivistyksen

jälkeen mittapäiden annetaan tasaantua vielä yhden tunnin, kun mittapäät ovat tasaantuneet mittaustulokset kirjataan muistiin. /1/

Porareikämittaus soveltuu myös seinä- tai lattiarakenteen eristestilan suhteellisen kosteuden ja lämpötilan lyhytkestoiseen mittaukseen.



Kuva 4. Mittaussyvyudet eri rakenneratkaisuilla, rakenteenpaksuuden mukaan. /2/

Viiltomittauksessa liimattuun pintamateriaaliin, kuten muovimattoon tehdään viilto mattoveitsellä, haluttuun kohtaan. Viiltoon asetetaan heti nopeasti tasaantuva kosteusmittausanturi ja viiltokohta tiivistetään elastisella massalla. Mittaustulokset kirjataan ylös mittapään tasaannuttua, mittapää tasaantuu 15 – 20 minuutissa.

3.2.3 Materiaalien kosteuden mittaukset

Materiaalin kosteuspitoisuuden mittaaminen on mahdollista kuivatus-punnitusmenetelmällä, esimerkiksi tiilestä tai betonista. Menetelmä on kuvattu standardissa *SFS -EN 1097-5 (Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, 2008)*. Kuivatus-punnitusmenetelmällä pystytään arvioimaan, onko materiaali kapilaarisella alueella. Kunto- tutkimuksessa edellä mainitut suhteellisen kosteuden mittaukset, ovat tarkoituksen mukaisempia, sillä kuivatus-punnitusmenetelmää käytetään lähinnä laboratoriotutkimuksissa. /1/

Puunkosteuspitoisuuden määrittäminen painoprosentteina piikkimittamalla on nopea suuntaa antava mittaus. Piikkimittarissa valitaan mitattavan materiaalin tai puulajin mukaan. Piikkimittaus perustuu kahden puuhun painetun metallielektrodin välisen konduktanssin mittaukseen. Syvemmillä puun kosteutta, esimerkiksi hirsirunkoisen seinän, missä julkisivu on laudoitettu, on mahdollista mitata junta-anturilla. Junta-anturin piikkien varret on eristetty, joten mittaus tapahtuu halutusta syvyydestä piikkien kärjistä. /1/

3.3 Rakenneavaukset

Rakenneavauksien tarkoituksena on tarkistaa rakenteen rakennetyyppi, arvioida silmä määräisesti ja aistinvaraisesti rakennusmateriaalien kunto ja rakennusosien liitokset ympäröiviin rakenteisiin, sekä tehdä tarvittavat mittaukset, jos rakenteen kuntoa ei pystytä määrittämään aistinvaraisesti rakenneavauksesta kerätään materiaalinäytteitä mikrobianalyysiä varten tai haitta-aineiden selvittämiseksi. Jos rakenteesta on olemassa rakennuspiirustuksia, niin rakenneavauksen kautta pystytään tarkistamaan, onko rakenne toteutettu suunnitelmien mukaan. Jos rakenteesta ei ole tietoa, niin siinä tapauksessa rakenneavauksesta pystytään selvittämään rakenteen todellinen toteutus. Rakenneavauksia tehdään epäiltyihin vaurio- ja riskipaikkoihin rakennuksen sisä- ja ulkopuolella. Tehdyt havainnot dokumentoidaan valokuvamalla, kirjallisesti ja piirtämällä rakenteesta kuva rakennepaksuuskineen. /1/

Rakenneavaus paikataan tutkimuksen jälkeen väliaikaisesti. Höyryn- tai ilman sululla varustetuissa rakenteissa tulee kiinnittää huomiota, miten höyryn- tai ilman sulku pystytään paikkaamaan. Sisä- ja ulkopuoliset pinnat paikataan esimerkiksi peitelevyillä. /1/

3.3.1 Puurakenteet

Puurakenteisiin rakennusosiin rakenneavaus tehdään pääasiassa sahaamalla riittävän suuri tarkastusaukko, n. 300 x 300 mm aukko, jotta rakennetta pystytään tarkkailemaan riittävän hyvin (Kuva 5). Joissain tapauksissa riittää $\varnothing 100$ mm rasiaporalla tehty reikä. Tarkastusaukon kautta on mahdollista mitata rakenteiden kosteutta esimerkiksi piikkimittarilla. /1/



Kuva 5. Kuvassa on avattu seinä-lattialiittymä, mistä pystyy tarkistamaan seinän- ja lattianrakenteet ja niiden liitokset.

3.3.2 Kivirakenteet

Muurattuun rakenteeseen rakenneavaus on mahdollista tehdä, joko poistamalla kokonainen tiili poraamalla ja piikkaamalla laastisauma pois. Tiili tai betonirakenteeseen rakenteeseen riittää tavanomaisesti porareikä $\varnothing 16 - 32$ mm paksulla poralla. Poratun reiän kautta rakennetta on mahdollista tarkastella endoskoopin avulla. Materiaalinäytteen kerääminen eristeestä tällaisesta poratusta reiästä onnistuu ”pirunkouralla” tai pitkävartisilla pihdeillä. /1/



Kuva 6. Kuvassa on julkisivun tiilimuurauksesta irrotettu tiili rakenteen tarkastusta varten.

3.4 Näytteiden keräys

Näytteitä pystytään keräämään ilmasta, pinnoilta ja materiaalista. Näytteenotto suoritetaan aina puhtailla desinfioituilla välineillä ja henkilökohtaisia suojavälineitä käyttäen, vähintään suojakäsineet ja hengityssuojain. Tilojen suojaus osastoimalla ja alipaineistamalla saattaa olla tarpeellista, jos näytteenotto tapahtuu rakenneavauksen kautta. Rakenneavauksen ympärillä työskennellessä käytetään kohdepoistoa, hepa-suodattimella varustettua pölynimuria materiaali- ja mikrobiperäisen pölyn hallitsemiseksi. Näytteenoton jälkeen täytetään laboratoriota varten tilauslomake, johon merkataan näytteet numeroituna ja kohde mistä näytteet on kerätty. Ennen näytteenottoa tulee tutustua laboratorion näytteenotto-ohjeisiin huolellisesti.

/1/

3.4.1 Materiaalinäyte mikrobianalyysiä varten.

Materiaalia kerätään mikrobianalyysiä varten riittävä määrä vähintään tulitikkuaskin kokoinen pala, kovasta materiaalista pintakerros on riittävä, koska mikrobit elävät materiaalin pinnalla. Huokoista materiaalia kuten villaa tai muuta eristettä on suositeltavaa kerätä vähintään 1 dl. Näyte pakataan ilmatiiviiseen suljettavaan pakkaukseen, kuten minigrip-pussiin. Pussiin merkataan huolellisesti näytteen tiedot,

kuten näytteen numero, jotta näytteet eivät sekoitu, jos kerätään useampia näytteitä samasta kohteesta. /1, 3/

3.4.2 Betoniprofiili

Betoniprofiilinäytteellä on mahdollista selvittää 1-butanoli- ja 2-etyyli-1-hexanoli-pitoisuuksia betonissa. Näitä yhdisteitä saattaa esiintyä betonilattioissa, joissa pinnotteena on liimattu muovimatto. Betoniprofiilinäyte ei ole asumisterveysasetuksen mukainen, eikä sille ole asetettu virallisia raja-arvoja. Betonin alkalinen kosteus aiheuttaa hajoamisreaktion matossa ja/tai liimassa tästä hajoamisprosessissa vapautuu 1-butanolia ja 2-etyyli-1-hexanolia. Näyte kerätään muovimaton alapuolelta, betonista ensin mattoa poistetaan esimerkiksi stanssaamalla ja maton alapuoliset liima jäänteet ja tasoite poistetaan esimerkiksi taltalla. Näytteenotto kohdan ympärystä puhdistetaan huolellisesti imuroimalla, jonka jälkeen betonia porataan esimerkiksi $\varnothing 32$ mm poralla 0–10 mm syvyydelle. Porausta ja näytteenottoa on mahdollista suorittaa syvemmälle, jos halutaan selvittää kuinka syvällä betonissa 1-butanoli ja 2-etyyli-1-hexanolia on, esimerkiksi 10–20 mm ja 20–30 mm. Porauksesta syntynyt betonipöly kerätään lasiseen koeputkeen, joka suljetaan korkilla. Koeputki numeroidaan ja koeputki pakataan suljettavaan muovipussiin, myös pussiin merkaataan näytteen numero. /6/

3.4.3 Pölynkoostumus pyyhintämenetelmällä

Pyyhintämenetelmällä saadaan selvitettyä tilojen pinnoille tai ilmanvaihtokanavan laskeutuneen pölyn koostumus. Pölynäytteestä tutkittavia hiukkasia ovat esimerkiksi teollisia mineraalikuituja, kiviainespöly, siitepöly, rakennusmateriaalienpöly, metallihiukkasia, asbestikuituja ja homeitiöitä. Homeitiölöydöksissä ei pystytä määrittämään homeenlajia, eikä pyyhintämenetelmällä pystytä poissulkemaan kosteus- tai homevauriota rakennuksessa.

Näytteenottopaikka pitää olla sellainen, mihin pölyn on mahdollista laskeutua vapaasti. Pinta tulee pyyhkiä kaksi viikkoa ennen näytteenottoa, eikä sitä saa pyyhkiä uudestaan tämän kahdenviikon aikana. Näyte kerätään pyyhkimällä taso nurin käännettyllä suljettavalla muovipussilla esimerkiksi minigrip-pussilla, pyyhinnän

jälkeen pussi käännetään takaisin oikein päin ja suljetaan. Kohteesta on suositeltavaa kerätä näyte myös tuloilmakanavasta, minkä avulla pystytään paikantamaan ongelman lähde. Pussi numeroidaan ja kirjataan ylös näytteenotto kohta. /4/

3.4.4 Teolliset mineraalikuidut teippimenetelmällä

Teolliset mineraalikuidut ovat lämmön- ja ääneneristeinä käytettyjä villoja, menetelmässä lasketaan yli 20 mikrometrin pituiset teolliset mineraalikuidut kuitua/cm². Näyte kerätään petrimaljan avulla, maljan kansi lasketaan avonaisena tasolle missä ei ole liiallista ilmavirtausta. Kansi jätetään näytteenotto paikalle kahdeksi viikoksi, kahden viikon kuluttua maljaan teipataan geeliteippi. Teipin liimapinta painetaan petrimaljan kannen sisäpinnalle tasaisella voimalla, sen jälkeen petrimaljan pohja laitetaan takaisin paikalleen ja teipataan maalarinteipillä kiinni. Maalarin teippiin pystytään kiinnityksen jälkeen tekemään merkintöjä maljasta esimerkiksi näytteen numero.

3.4.5 Asbesti- ja PAH-materiaalinäytteenotto

Asbesti- ja PAH-materiaalinäytteenotossa kiinnitettävä erityistä huomiota henkilökohtaisten suojaimien käyttämisessä, kuten niriilihanskojen ja aktiivihiili suodattimella varustetulla hengityssuojaimella, sekä kohdepoistoa hepa-suodattimella varustetulla imurilla, koska polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet ovat vaarallisia käsitellä paljain käsin, asbesti ja PAH-yhdisteet ovat molemmat vaarallisia hengitettynä. Näytekappale irrotetaan taltan tai muun terävän työkalun avulla, mahdollisimman vähän pölyä aiheuttavalla tavalla. Kovaa materiaalia riittävä näytekoko on noin tulitikkuaskin kokoinen pala ja jauhemaista materiaali ruokalusikallinen. Näyte pakataan suljettavaan muovipussiin, tämän jälkeen muovipussi taitetaan kahtia ja pakataan toiseen muovipussiin, pussiin merkitään näytteen tiedot, kuten näytteen numero. /3/

3.4.6 Mikrobianalyysi ilmanäytteestä

Mikrobianalyysi ilmanäytteestä kerätään 6-vaiheimpaktorilla, niin sanotulla Anderssen-näytteenkerääjällä ja kalibroidulla pumpulla. Ilmanäytteenotto on suositeltavaa suorittaa talvella, kun maa on lumen ja jään peitossa ja ulkoilma on

pakkasella. Näyte kerätään tilasta, mikä on normaalikäytössä. Keräin asetetaan tutkittavaan tilaan n. 1 – 1,5 m korkeuteen, mutta ei suoraan tuloilmakanavan alle tai muun ilmastointilaitteen läheisyyteen, mikä aiheuttaa voimakasta ilmavirtausta. Anderssén-keräimenseula puhdistetaan desinfiointiliinoilla, desinfioinnin jälkeen seulan kuuteen eri kerrokseen asetetaan elatusalustat. Elatusalustoja on kolme erilaista M2- ja DG18-sienille ja THG-bakteereille, joten elatusalustoja on 18 yhdessä näytteessä. Kun elatusalustat ovat paikoillaan seulassa kalibroidun pumpun avulla imetään seulan läpi, noin 10 – 15 minuutin ajan. Näytteenoton jälkeen elatusalustat kerätään ja asetetaan takaisin kannen päälle niin että kansi on alaspäin. Alustat teipataan esimerkiksi maalarinteipillä, maalarinteippiin pystytään tekemään merkin-
töjä, esimerkiksi näytteennumero ja maljan numero. Vaikka mikrobianalyysi ilmasta olisikin puhdas, niin tutkittua tilaa ei voida todeta puhtaaksi. Jos maljoille pääsee elinkykyisiä mikrobeja, täytyy rakennuksesta vielä etsiä näille mikrobeille lähde, koska ilmanäyte ei paikanna mikrobilähdettä. /3/

3.4.7 Aktiivinen sisäilmanäyte haihtuville orgaanisille yhdisteille (VVOC ja VOC)

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden sisäilmanäytteitä kerätään, jos tutkittavassa kohteessa epäillään tavanomaisesta poikkeavia VOC-yhdistemääriä. Sisäilman VOC-näyte kerätään kalibroidun pumpun avulla Tenax-TA-adsorbenttinäytteenottoputkeen. Tenax-TA-menetelmä on standardin ISO 16000-6:2001 mukainen, tällä menetelmällä on kattavin vertailuaineisto tulosten tulkitsemisen tueksi. VOC-pumppu asetetaan huoneen keskelle noin 1 – 1,5 m korkeuteen ja näytettä kerätään laboratorion ohjeen mukainen ajanjakso. Putki suljetaan näytteenoton jälkeen messinkisillä suojatulpilla ja kääritään folioon ja folioon käärimisen jälkeen suljettavaan muovipussiin. Analyysitilaus lomakkeeseen merkitään adsorbenttiputken numero, pumpun numero ja näytteenottokohde. VOC-näyte otetaan tilasta ensimmäisenä, jos on aikomus tehdä muitakin näytteenottoja, koska muissa näytteenotoissa käytetään VOC-näytteenottoa häiritseviä aineita kuten desinfiointi aineita. /1, 5/

3.5 Ilmastoinnintarkastukset

Ilmanvaihdon päätehtävä on poistaa sisäilmasta epäpuhdasta ilmaa, poistaa kosteutta ja tuoda rakennukseen raikasta tuloilmaa. Ilmamäärät tulee olla tilojen käyttäjämääriin ja toimintoihin riittävät. Riittämätön ilmanvaihto saattaa aiheuttaa epäpuhtaan ja kostean ilman kertymisen huoneilmaan, epäpuhtauksia ja kosteutta huoneilmaan aiheuttaa ihmiset, rakennuksessa tehtävät toiminnat, irtaimistosta ja mahdolliset vaurioituneet materiaalit. *Asumisterveysasetuksessa (STMa 545 / 2015)* on määritetty ulkoilman vähimmäismääräksi huoneiden käytön aikana $0,35 \text{ dm}^3/\text{s}$ henkilöä kohden, pienempi ilmamäärä riittää, jos ilmanvaihtoa kyetään tehostamaan esimerkiksi avaamalla ikkunoita tuulettamista varten. Ilmanvaihdon tarkastuksen aikana huomioitavat asiat ja mittaus tulokset dokumentoidaan ja valokuvataan. /1/

Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuden tarkastus.

- Ilmanvaihtojärjestelmän tyyppi. Erilaisia ilmanvaihtojärjestelmiä on useita esimerkiksi koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto tai pelkkä koneellinen poisto.
- Miten ilmanvaihtokonetta tai puhaltimia ohjataan?
- Laitteiden ikä ja kunto on syytä selvittää ja milloin viimeksi laitteet on tarkastettu ja huollettu?
- Milloin suodattimet on viimeksi vaihdettu ja kuinka usein suodattimet vaihdetaan?
- Miten ilmaa jaetaan eri tiloihin ja onko jakotapa toimiva? /1/

Järjestelmän siisteyden tarkastus.

- Sormipyyhkäisy menetelmällä pystytään selvittämään lian kiinnittymistä, pinttyneisyyttä ja tiheyttä ilmanvaihto putken pinnalle. Pyyhintämenetelmällä saadaan selvitettyä myös likakerroksen paksuutta, vertaamalla puhdasta pyyhkäistyä kohtaa ympäröivään likakerrokseen.
- Visuaalinen tarkistaminen, visuaalisessa tarkastuksessa arvioidaan pölykeritystä ilmastointiputken pinnalla, kanavat valokuvataan tarkastuspisteistä tai video kuvataan putkikameralla. Tarkastuksessa käytetään

puhtausluokkia P1 ja P2, P1-luokassa likakertymän pitää olla alle $2,0 \text{ g/m}^2$ ja P2-luokassa kertymän pitää olla alle $5,0 \text{ g/m}^2$. /1/

Ilmamäärien mittaus.

- Ilmamäärät mitataan tulo- ja poistoilmaventtiileistä tai ilmanvaihtokanavasta poraamalla kanavaan pieni reikä, joka tukitaan mittauksen jälkeen.
- Ilmanvaihtokoneelta on mitattava ilmamäärät, jotta saadaan selvitettyä, onko kokonaisilmamäärät riittävät rakennuksen käyttötarkoitukseen ja henkilömääriin verrattuna.
- Ilmamäärät voidaan mitata usealla eri tavalla, mutta yleisimmät ovat venttiilin yli vallitsevaan paine-eroon perustuva mittaus menetelmä tai kuuma-lankamittaus, joka perustuu ilmanvirtausnopeuteen. /1/

Paine-erojen mittaaminen.

- Paine-erot mitataan paine-eromittarilla, joko hetkellisesti tai pitempiaikaisesti dataloggerilla (Taulukko 1).
- Mittaukset ulkovaipan yli tehdään tilan ilmanvaihdon ollessa normaalissa käyttöasetuksissa, toimintojen rakennuksessa ollessa normaalit ja ikkunat ovet suljettuina.
- Mittauksia ei ole suositeltavaa tehdä tuulen ollessa yli 5 m/s tai jos lämpötilaerot ovat suuret ulkona alle $-20 \text{ }^\circ\text{C}$ tai yli $22 \text{ }^\circ\text{C}$. /1/

Taulukko 1. Tavoitteelliset paine-erot eri ilmanvaihtojärjestelmissä. /1/

Ilmanvaihtotapa	Paine-ero	Huomautuksia
Painovoimainen ilmanvaihto	$0 \dots -5 \text{ Pa}$ ulkoilmaan $\pm 0 \text{ Pa}$ porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat voimakkaasti sään mukaan
Koneellinen poistoilmavaihto	$-5 \dots -20 \text{ Pa}$ ulkoilmaan $0 \dots -5 \text{ Pa}$ porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat sään mukaan
Koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto, ilmanvaihtolämmitys	$0 \dots -2 \text{ Pa}$ ulkoilmaan $\pm 0 \text{ Pa}$ porraskäytävään	Paine-erot vaihtelevat sään mukaan

3.5.1 Koneellinen poistoilmanvaihto ja painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimainen ilmanvaihto perustuu ympäröiviin sääolosuhteisiin ja sen toimivuutta saattaa olla hankala tarkistaa, kun järjestelmässä ei ole säätömahdollisuuksia. Tarkastuksessa tarkistetaan, että märkätiloista ja yleensä vaatehuoneesta on poistoilmakanavat ulos ja asuinhuoneissa niin sanotuissa kuivissa tiloissa pitäisi olla korvausilmaventtiileitä, joidenka kautta tuloilma tulee rakennukseen hallitusti, jos korvausilmaventtiileitä ei ole kulkeutuu korvausilma merkittävässä määrin rakenteiden läpi.

Koneellinen poistoilmanvaihto kanavistoineen hyvin samanlainen kuin painovoimainen ilmanvaihto, ainoana erona, että epäpuhdasta sisäilmaa poistetaan koneellisesti.

3.6 Lämpökuvaus tutkimuksen apuvälineenä

Lämpökuvausta voidaan hyödyntää kuntotutkimuksessa, ilmavuotokohtien paikannukseen, lattialämmitysputkien ja viemäriinjojen paikantamiseen rakenteen sisällä, joskus on mahdollista löytää myös kastuneita alueita lämpökameralla. Lämpökamerakuvausten suorittaminen ja lämpökameralle asetetut vaatimukset on esitetty ohjekortissa *KH 24-00368*. /1/

Ilmavuotokohtia pystytään paikantamaan kuvaamalla ensin sisäpintoja, kun rakennuksessa on mahdollisimman pieni alipaine ja tämän jälkeen rakennukseen aiheutetaan voimakas alipaine koneellisesti. Näiden kuvauksien jälkeen kuvia vertaillaan keskenään ja ilmavuotokohdat tulevat esiin laajenevina kylminä kohtina, kuvia pitää osata tulkita oikein, kylmäsillat ja lämmöneristepuutteet erotetaan ilmavuotokohdista ensimmäisessä kuvauksessa otetuista kuvista. /1/

Lattialämmitysputkien paikantaminen on mahdollista lämpökameran avulla kytkeväällä lattialämmitys pois päältä vuorokautta ennen paikannusta, niin että lämmitysputket ja ympäröivä lattiarakenne kerkeää jäähtymään. Kuvaus päivänä lattialämmitys kytketään takaisin päälle lämmitessään putket erottuvat lämpökameran näytöllä.

Viemäriputki on mahdollista saada näkyviin rakenteen sisällä, kaatamalla korkeimmassa asemassa olevaan lattiakaivoon kuumaa vettä, jolloin viemäriputki lämmetessään erottuu lämpökameran näytöllä.

3.7 Rakenteiden ilmatiiveyden tutkiminen puhdas- ja/tai merkkisavun avulla

Rakenteissa ja maaperässä on epäpuhtauksia ja hajuja, jotka heikentävät sisäilman laatua. Sen takia on hyvin tärkeää, että rakenne ja vierekkäisten rakenteiden liitokset ovat ilmatiiviitä. Rakenteiden tiiveyttä on mahdollista tutkia esimerkiksi puhdas- ja/tai merkkisavun avulla. /1/

Merkkisavun avulla voidaan selvittää ilmavirtoja tutkittavien rakenteiden läheisyydessä, savu on paksua ja hyvin silmämääräisesti havaittavissa. Jos rakenteessa on ilmavuoto ja rakennus on alipainen, lähtee savu liikkumaan rakennusosasta pois päin. Ylipaineisessa rakennuksessa savu painuu rakenteen sisälle ilmavuotokohdasta. Merkkisavu on yleensä rikkihappoa, väärin käytettynä se ärsyttää limakalvoja ja silmiä, savu on vaaratonta sekoituttuaan ilmaan. /1/

Savukoneella on mahdollista tuottaa puhdassavua, joka on glykolipohjaista haitatonta savua. Savukoneella on mahdollista tuottaa suurempi määrä savua kuin merkkisavulla ja sen takia se soveltuu suurempien alueiden savustamiseen, kuten ala- tai välipohjarakenteen tai seinäneristetilän täyttämiseen savulla. Rakennus alipaineistetaan ja tämän jälkeen ilmavuotokohdista savu pääsee kulkeutumaan huonetilaan. Tutkimus on aistinvarainen, joten jos rakennuksessa on suuria ilmavuotokohtia, täyttyy sisätila nopeasti savulla ja tämä häiritsee havainnointia. Pienestä ilmavuotokohdasta savun määrä taas on hyvin vähäistä eikä vähäistä savun määrää välttämättä havaita. /1/

4 DOKUMENTOINTI

Kuntotutkimuksesta laaditaan kirjallinen tutkimusselostus, missä esitetään mittaus- ja tutkimustulokset, joista tehdään johtopäätökset. Tutkimustulosten perusteella tehdään toimenpide-ehdotukset vaurioituneiden rakennusosien korjaamiseksi. Tutkimusselostuksessa esitetään selkeästi korjausta vaativat poikkeavuudet ja vauriot ja niiden aiheuttaja, vaurioiden sijainti ja laajuus on hyvä esittää kuvilla ja merkin-
nöillä pohjapiirroksen. /1/

Tutkimusselostuksen ohjeellinen sisältö.

- Kansilehti (Otsikko esim. ”Kuntotutkimus”, tutkimuksen suorittaneen yrityksen nimi).
- Yhteenveto (tutkimuksen tarkoitus, suoritettut tutkimukset ja mittaukset, tärkeimmät havainnot ja johtopäätökset)
- Sisällysluettelo.
- Yleistiedot (Tilaaajan tiedot, kohteen osoite, tutkimuksen syy ja rajaukset, tutkimuksen osapuolet ja heidän yhteystietonsa).
- Kohteen yleiskuvaus (Rakennusvuosi, käytetyt rakennus materiaalit ynnä muuta rakennuksen yleistietoa).
- Tehdyn tutkimuksen kuvaus ja tutkimuksien päivämäärät.
- Tutkimuksessa tehdyt havainnot ja tutkimuksessa käytetyt menetelmät. Valokuvat havainnoista ja rakenneavauksista.
- Rakenneteknisten tutkimusten tulokset ja johtopäätökset.
- Pohjapiirroksen merkattuna tutkitut kohdat rakennuksessa ja eroteltuna vaurioituneet alueet.
- Toimenpide-ehdotukset tutkimustulostenperusteella.

5 POHDINTA

Rakennusten kuntotutkimukset ovat mielenkiintoisia ja aika arkaluontoisiakin asioita, koska syynä tutkimuksille on yleensä koettu terveyshaitta rakennuksessa. Kohteet ovat vaihtelevia työpaikat, oppilaitokset ja kodit, eli rakennuksia, joissa ihmiset pääosin viettävät aikaansa. Tutkimuksia ja laboratorioanalyysyjä on erittäin paljon, eikä tässäkään opinnäytetyössä ole tuotu esille kuin osa tutkimusmenetelmistä. Sisäilmatekninen ala on jatkuvasti kehittyvä ja uusia ongelmia ja menetelmiä kehitetään jatkuvasti. Uusille menetelmille haastavaa on saada riittävästi tutkimustietoa taustalle, johon on mahdollista verrata tutkimuksista saatuja tuloksia.

Työpaikoille tehdyissä tutkimuksissa tuloksia vertaillaan työterveyslaitoksen sisäympäristön viitearvojen epäpuhtaustasoihin. Työpaikkoja koskeva lainsäädäntö on työturvallisuuslaki. Asunnoissa ja julkisissa tiloissa tehtyjen tutkimuksien tuloksia tulkitaan asumisterveysasetuksen soveltamisohjeiden avulla ja lainsäädäntö on terveydensuojelulaki. /4, 7, 8, 9/

Kuntotutkija suorittaa tutkimukset puolueettomasti ja johtopäätökset tehdään tutkimustulosten perusteella. Viestintä tutkimuksen osapuolien kesken pitää olla jouhevaa ja avointa. Suuremmissa tutkimuksissa tulee varautua lisätutkimuksiin ja ennen lisätutkimusten suorittamista työn tilaajalle on perusteltava, miksi lisätutkimuksia on suositeltavaa tehdä ja pyytää lupa mahdollisesti lisäkustannuksia aiheuttavien tutkimusten suorittamiseen.

LÄHTEET

/1/ Pitkäranta, M. 2016. Ympäristöopas 2016 Rakennuksen kosteus- ja sisäilma-tekniinen kuntotutkimus. Turenki, Ympäristöministeriö

/2/ Niemi, S. 2010 Rakentajain kalenteri 2010 Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen. Viitattu 11.4.2019. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>

/3/ bestLab Oy, Näytteenotto-ohjeet. Viitattu 20.4.2019. <https://www.bestlab.fi/ohjeet-ja-lomakkeet/>

/4/ Työterveyslaitos TTL, Näytteenotto-ohjeet. Viitattu 21.4.2019. <https://www.ttl.fi/palvelu/sisailman-analyysit-laboratoriossa/>

/5/ Ositum Oy, Näytteenotto-ohjeet. Viitattu 22.4.2019. <https://www.ositum.fi/Ohjeet>

/6/ Eurofins Pegasuslab AB, Uppsala, Betoniprofiili. Viitattu 22.4.2019. <https://cdnmedia.eurofins.com/european-east/media/681331/betongprofil.pdf>

/7/ Finlex, 19.8.1994/763. Terveysturvallisuuslaki. Viitattu 25.4.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763#L7P31>

/8/ Finlex, 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki. Viitattu 25.4.2019. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738#L5P37>

/9/ Valvira, Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Viitattu 25.4.2019. <https://www.valvira.fi/-/asumisterveysasetuksen-soveltamisoh-1>