

Jere Väisänen

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

6.11.2014

Tekijä Otsikko	Jere Väisänen Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma
Sivumäärä Aika	36 sivua + 2 liitettä 2.11.2014
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaajat	Lehtori Timo Riikonen, Metropolia AMK Työpäällikkö Jari Pelkonen, Haahtela-rakennuttaminen Oy
<p>Tämän mestarityön tarkoituksena oli tutustua työmaan kosteudenhallintaan ja laatia uusi nykyisiä vaatimuksia vastaava kosteudenhallintasuunnitelma. Työ rajattiin koskemaan betonirunkoisia asuinkerrostaloja. Tutkimusmenetelminä käytettiin kosteudenhallintaan liittyvää kirjallisuutta, työmailla hankittua kokemusta ja haastatteluja.</p> <p>Työssä käsiteltiin kosteudenhallintaprosessia yleisestä näkökulmasta. Työn pääpainona oli kuitenkin työmaan kosteudenhallintasuunnitelma ja sen ohjaustavat. Kosteudenhallintasuunnitelma käydään läpi kaikilta suunnitelmaan kuuluvilta osa-alueilta.</p> <p>Uuden kosteudenhallintasuunnitelman on tarkoitus palvella niin vastaavaa työnjohtajaa, työmaavalvojia kuin urakoitsijoitakin. Yhtenä tärkeimmistä osa-alueista käsitellään toimintojen vastuuttamista urakoitsijoille ja työmailla toimiville henkilöille.</p> <p>Opinnäytetyö antoi sen tekijälle kattavan tietotaidon ja edellytykset uuden kosteudenhallintasuunnitelman laadintaan. Kosteudenhallintasuunnitelman uusi mallipohja on määrä ottaa käyttöön jo vuonna 2015 alkavissa kohteissa, joista saatavien kehitysehdotuksien avulla suunnitelman muokkaus ja kehitys jatkuvat edelleen.</p>	
Avainsanat	kosteudenhallinta, suunnitelma, työmaa

Author Title	Jere Väisänen Plan for Humidity Control at Constructions
Number of Pages Date	36 pages + 2 appendices 2 November 2014
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructors	Timo Riikonen, Senior Lecturer, Metropolia AMK Jari Pelkonen, Project Manager, Haahtela-rakennuttaminen Oy
<p>The purpose of this thesis was to search information about humidity control at construction sites and to create a new humidity control plan that meets all the new requirements concerning it. The study was limited to concrete-framed blocks of flats. The data was collected from professional literature on the subject, by working on construction site and by interviewing professionals like the project manager and site foreman.</p> <p>The study considers humidity control from a general perspective. The main part of the study deals with humidity control plan and ways to control how things are done. The humidity control plan is considered in all of its aspects but some parts are analysed in more detail.</p> <p>The purpose of this study was to create a new humidity control plan that would replace the old template of a humidity control plan. The new plan is supposed to serve the site foreman, construction supervisors and even the contractors. One of the most important parts was to determine the areas of responsibility to the contractors and people who work on the construction site.</p> <p>Writing this study gave to the writer considerably knowledge about this subject and the knowhow to create a new humidity control plan. The idea is to implement the new humidity control plan in projects that start in year 2015. These projects are supposed to give valuable information and the development of the plan will continue.</p>	
Keywords	Humidity control, plan, construction site

Sisällys

Määritelmiä

1	Johdanto	1
1.1	Haahtela-rakennuttaminen Oy	1
1.2	Opinnäytetyön taustatiedot	2
2	Opinnäytetyön tavoite	3
2.1	Rajaukset	3
2.2	Tutkimuskysymykset	4
3	Työmaan kosteudenhallinta	5
3.1	Kosteudenhallintaprosessi	5
3.2	Rakennuttaminen ja valvonta	7
3.2.1	Rakennuttajan tehtävät	8
3.2.2	Urakointimallit ja sopimukset	9
3.2.3	Rakennuttajan valvonta	9
3.2.4	Viranomaisvalvonta	10
4	Kosteudenhallintasuunnitelma	12
4.1	Kohteen yleistiedot ja erityispiirteet	12
4.2	Kosteusteknisten riskien kartoitus ja kriittiset rakenteet	13
4.3	Päälyste- ja pintamateriaalien kosteusraja-arvot	14
4.4	Olosuhteiden hallinta	15
4.4.1	Tavaroiden vastaanottotarkastus, suojaus ja varastointi	15
4.4.2	Materiaalivalinnat ja materiaalien suojaus	15
4.4.3	Runkorakenteiden suojaus	16
4.5	Työnaikaisten vesivahinkojen torjunta	17
4.6	Rakenteiden kuivatus	17
4.7	Kuivumisaika-arviot	18
4.8	Kosteusvalvonnan organisointi	20
4.8.1	Kosteusmittaukset	21
4.8.2	Vastuunjakotaulukko	23
4.9	Kosteudenhallinnan dokumentointi	23
5	Tutkimusmenetelmät	25
5.1	Kirjallisuus	25

5.1.1	RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen	25
5.1.2	HKR-rakennuttaja, Rakennushankkeen kosteudenhallinta-asiakirja	25
5.2	Esimerkkikohteet	26
5.2.1	Hanke 1	26
5.2.2	Hanke 2	27
5.3	Haastattelut	27
6	Kosteudenhallinnan ohjaus	29
6.1	Kosteudenhallintaa koskevat viranomaismääräykset ja -ohjeistukset	29
6.1.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä -asetus	29
6.1.2	Rakentamismääräyskokoelma, osa C2	30
6.1.3	Terveysturvallisuuslaki	30
6.2	Pääkaupunkiseudun kunnat ohjaavat työmaan kosteudenhallintaa	31
7	Kosteudenhallinnan tulevaisuus ja muutokset	32
8	Johtopäätökset ja pohdinta	34
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma. (Salattu yrityksen pyynnöstä.)	
	Liite 2. Kosteuden mittausraportti	

Määritelmiä

Kosteudenhallinta	Kosteudenhallinnalla tarkoitetaan olosuhteiden hallintaa, jolla pyritään tuottamaan terve rakennus.
Prosessi	Sarja suoritettavia toimenpiteitä, joilla pyritään tiettyyn ennalta määritettyyn lopputulokseen.
Kosteudenhallintasuunnitelma	Suunnitelma, jonka avulla pyritään ennalta ehkäisemään korjaus- ja uudisrakentamisen kosteusvaurioriskiä.
Sandwich-elementti	Betonivalmisosarakenne, joka käsittää betonisen sisäpinnan, lämmöneristeen sekä betonisen ulkopinnan muodostaman kokonaisuuden.
HKR-rakennuttaja	Helsingin rakennusviraston asiantuntijaosasto, joka vastaa Helsingin infrastruktuurin ja julkisten rakennusten rakennuttamisesta.
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki.
RakMK	Suomen rakentamismääräyskokoelma.
Suhteellinen kosteus	Suhteellisen kosteuden arvo ilmoitetaan yleensä prosentteina (RH %.) Tämä prosenttiluku ilmaisee, kuinka paljon ilmassa on vesihöyryä siihen nähden, mitä kyseisessä lämpötilassa voi enimmillään olla vesihöyryinä.
Kestävä kehitys	Kehitystä, joka tyydyttää nykyisen yhteiskunnan tarpeet tekemättä myönnytyksiä tulevien sukupolvien kustannuksella.
TR-mittaus	Työmaan työturvallisuus-tasoa arvioiva viikoittain suoritettava mittaus ja työmaakierros.

1 Johdanto

1.1 Haahtela-rakennuttaminen Oy

Haahtela-yhtiöt on vuonna 1975 perustettu konsulttiorganisaatio, johon kuuluu projekti- ja johtamiseen erikoistunut Haahtela-rakennuttaminen Oy, kiinteistö- ja rakentamistalouden tutkimukseen ja kehittämiseen keskittyvä Haahtela-kehitys Oy ja henkilöstöhallinnon palveluja tuottava Haahtela HR Oy. Haahtela Oy tarjoaa hallintopalveluita konsernin tytäryhtiöille. Konsernilla on Suomessa johtava asema rakentamistalouden ja kiinteistöhallinnon järjestelmien ja palveluiden tuottajana. [1.]

Haahtela-rakennuttaminen Oy rakennuttaa tilaajille rakennuksia ja toimitiloja. Sen toimintaperiaate on tehtävä- ja asiakaskeskeinen ja toimialue on laaja, alkaen toiminnallisesta toimitilasuunnittelusta ja päätyen tilaympäristön elinkaaren hallintaan. Tilojen tuottamistapaa toiminnallisesta tilasuunnittelusta valmiiseen rakennukseen ja elinkaari-seurantaan kutsutaan Haahtela-malliksi. Kun hankkeiden ja tehtävien luonne ja vaikeus vaihtelee paljon, se edellyttää yhtiöltä rakennuttamisen osa-alueiden osaamista ja kykyä käyttää erilaisia toteutusmuotoja. Rakennuttajana konserni pyrkii korkeaan jalostusarvoon, koska vain näin on saavutettavissa laadultaan, käyttöarvoltaan ja taloudeltaan asiakkaan edellyttämät toimitilat. Haahtela-rakennuttaminen Oy:ssä työskentelee noin 75 työntekijää, joista noin puolet työskentelee pysyvästi työmailla. [1.]

Haahtela-rakennuttaminen Oy:n käynnissä olevia kohteita ovat mm.

- OPK Vallila (korjausrakennus- ja uudisrakennus)
- Metsätapiolan asunnot (uudisrakennus)
- Forum (korjausrakennus)
- Diakonia-ammattikorkeakoulu (uudisrakennus)
- Topeliusgatan 20 (korjausrakennus).

1.2 Opinnäytetyön taustatiedot

Tämä opinnäytetyö sai alkunsa työmaiden kosteudenhallintaa koskevista tiukentuvista vaatimuksista. Nämä kiristykset näkyvät erityisesti hankkeissa, jotka ovat niin sanotusti kuntien omia. Tällaisia kuntien omia hankkeita voivat olla julkiset rakennukset, kuten koulut ja päiväkodit. Valmiiden ja rakenteilla olevien rakennusten kosteusongelmat ovat viime aikoina olleet julkisuudessa paljon esillä. Tämä on osaltaan vaikuttanut siihen, että työmaiden kosteudenhallintaan on vaadittu enemmän panostusta. Siksi esimerkiksi kunnat ovat jo tarjouspyyntövaiheessa pyrkinet vahvasti ohjaamaan kosteudenhallintaa omilla kosteudenhallinta-asiakirjoilla. Urakkaa tarjoavien urakoitsijoiden täytyy siis jo tarjousvaiheessa laatia työmaalle kuntien ohjeistusta tarkasti vastaava kosteudenhallintasuunnitelma.

Opinnäytetyön aiheeseen päädyttiin myös siitä syystä, että yrityksen nykyinen kosteudenhallintasuunnitelman asiakirjapohja tuli saada vastaamaan ajan vaatimuksia. Vanhalle asiakirjapohjalle kaivattiin siis uudistusta, joka ottaisi kantaa pääkaupunkiseudun kuntien rakennusvalvonnan vaatimuksiin, sekä nykyisiin viranomaisvaatimuksiin, määräyksiin ja ohjeisiin. Tavoitteena oli myös kehittää kosteudenhallintasuunnitelman oheen järjestelmä, jolla urakoitsijoiden vastuuttaminen erityisesti osaurakkakohteissa erinäisiin tehtäviin olisi mahdollista. Uuden kosteudenhallintasuunnitelman tuli siis taipua moneen muotoon ja ottaa huomioon useampikin työmaiden välinen mahdollinen muuttuja.

Opinnäytetyön aiheeseen perehtymiseen auttoi huomattavasti se, että opinnäytetyön tekijällä oli koko opiskeluajan koulunkäynnin ohessa mahdollisuus työskennellä opinnäytetyön tilaajayrityksen työmaalla. Työmaa oli niin sanottu korttelihanke, jossa Haah-tela-rakennuttaminen Oy toimi rakennuttajan ja päätoteuttajan roolissa. Tämä edisti huomattavalla tavalla opinnäytetyön aiheen merkityksen ymmärtämistä, erityisesti tässä urakkamuodossa.

2 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa kirjallinen osa sekä malliasiakirjapohja työmaan kosteudenhallintasuunnitelmasta Haahtela-rakennuttaminen Oy:n työmaiden käyttöön. Tämä kirjallinen osuus tulee käsittelemään enimmäkseen työmaan kosteudenhallintaa kuntien ja viranomaisten vaatimusten, määräysten ja ohjeiden näkökulmasta. Työmaan näkökulmaa ei sovi unohtaa, joten senkin on tavoitteena näkyä sekä kirjallisessa osassa että malliasiakirjapohjassa. Malliasiakirjapohja ottaa kantaa viimeisen 5–10 vuoden aikana tapahtuneisiin kosteudenhallintaa koskeviin muutoksiin ja reagoi niihin. Malliasiakirjapohjan tavoitteena on palvella mahdollisimman täysmittaisesti nimenomaan opinnäytetyön tilaajayritystä, sekä sen käyttämää toteutusmuotoa.

Opinnäytetyön tavoitteiden kannalta merkittäviksi osa-alueiksi muodostui:

- aiemmin mainitut kosteudenhallintasuunnitelmaa koskevat vaatimukset, määräykset ja ohjeet
- riskirakenteet ja riskien arviointi
- eri rakennusvaiheiden erityispiirteet
- elementtien ym. rakennusosien käsittely- ja suojausohjeiden vaatiminen materiaalityöntoimittajilta
- materiaalien vastaanottotarkastus, suojaus ja varastointi materiaalityöntoimittajien ohjeiden mukaisesti
- kuivattaminen ja olosuhteiden hallinta
- kosteusmittaukset ja niistä laadittava kosteusmittauspöytäkirjat
- asiakirjan avulla kosteudenhallintaa koskeville toimenpiteille vastuuhenkilöt
- muut kosteudenhallintaan liittyvät suunnitelmat.

2.1 Rajaukset

Opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa rakentamisvaiheen kosteudenhallintaan. Rajaavana rakennustyyppinä toimii betonirakentaminen. Työ rajataan myös vain niihin hankkeisiin, joissa julkisivut koostuvat sandwich-elementeistä, väliseinät väliseinäelementeistä ja välipohjat paikallavalu- tai ontelolaattarakenteesta.

Kosteudenhallintasuunnitelma-osiossa kerrotaan suunnitelman eri osat ja niiden sisällöt. Suunnitelman eri osasista lukijalle selvennetään työmaan kosteudenhallintaan merkittävimmin liittyvät osat.

2.2 Tutkimuskysymykset

Tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

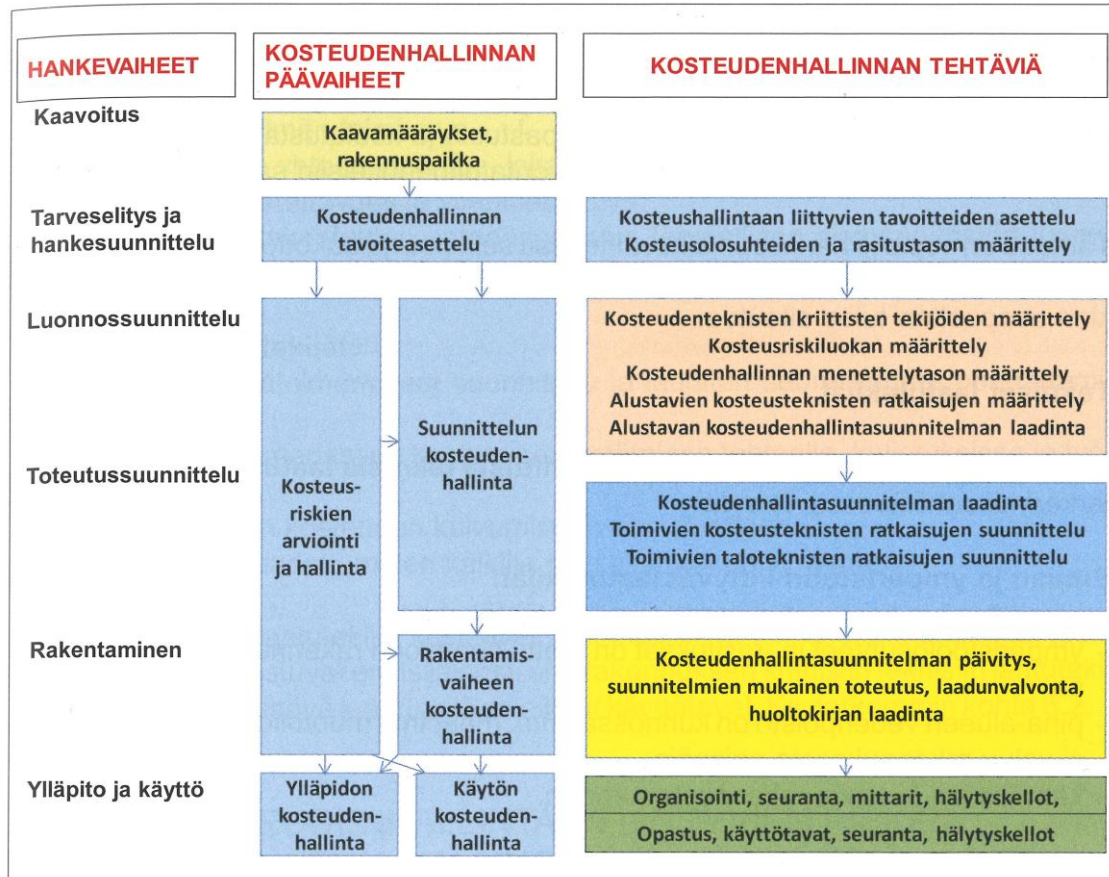
- Mitä on työmaan kosteudenhallinta?
- Mikä on kosteudenhallinnan tavoite, ja millä toiminnoilla siihen päästään?
- Mitkä ovat kuntien asettamat keskeisimmät vaatimukset työmaan kosteudenhallintasuunnitelmalle?
- Kuinka työmaan kosteudenhallinta on muuttunut viimeisen 5-10 vuoden aikana?
- Kuinka kosteudenhallinnan oikeanlaisessa vastuuttamisessa onnistuttaisiin ns. projektinjohtourakassa?
- Kuinka materiaalintoimittajat saataisiin toimittamaan aina rakennusosien käsittely- ja suojausohjeet?
- Olisiko ontelolaattojen poraamisohjeesta mitään hyötyä Haahtela-rakennuttaminen Oy:n työmailla?

3 Työmaan kosteudenhallinta

3.1 Kosteudenhallintaprosessi

Rakentamisen kosteudenhallintaprosessin tulisi olla katkeamaton tietoa jatkuvasti käsittelevä laadunhallintaprosessi, jolla hallitaan rakennuksen sekä kosteusteknistä suunnittelua että rakennusaikana esiintyviä kosteusrasituksia. Tällä tavoin pyritään varmistamaan käyttöönotossa laadukas, terve, kosteusteknisesti kaikin puolin toimiva ja hyvän rakentamistavan mukaan rakennettu rakennus. Kosteudenhallintaprosessi ei suinkaan lopu rakennuksen valmistumiseen, vaan jatkuu rakennuksen oikeanlaisilla ylläpito- ja käyttötavoilla. Prosessin perustana kuitenkin tulisi olla aina rakennuttajan omat laatutavoitteet ja niiden tavoittaminen. [2, s. 19; 3; 4.]

Kosteudenhallintaprosessi on hyvin olennainen osa rakennushankeprosessia. Kosteudenhallintaprosessi koskeekin kaikkia rakennushankkeen päävaiheita alkaen tarveselvitysvaiheesta ja päättyen rakennuksen ylläpitoon ja käyttöön. [2, s. 20; 3; 4.] Nämä rakentamisen päävaiheet ovat esitettyinä kuvassa 1.



Kuva 1. Kosteudenhallintaan liittyvät päävaiheet ja tehtäviä hankkeen eri vaiheissa. [2]

Kaaviosta nähdään myös, minkälaisia kosteusteknisiä suunnitelmia ja tehtäviä kussakin vaiheessa tulisi tehdä ja miettiä kosteusteknisen toiminnan varmistamiseksi.

Kosteudenhallintaprosessin päävaiheet ovat

- rakennuttajan kosteudenhallintatavoitteiden määrittely
- hankkeen ja rakennuksen kosteusteknisen vaativuuden määrittely (mm. kosteusriskiluokka)
- kosteushallinnan menettelyn valinta
- kosteudenhallintaan ja kosteustekniseen toimintaan liittyvien ratkaisujen valinta ja suunnittelu (ARK, RAK, GEO, LVI)
- ratkaisujen toteutus, valvonta ja laadunvarmistus
- rakennuksen ylläpito kosteudenhallintanäkökulmasta
- rakennuksen oikeaoppinen käyttö, käytön ohjeistus ja hallinta [2, s. 20].

Rakennuttajan laatutavoitteet ja muut mahdolliset tavoitteet määritetään jo hankesuunnitteluvaiheessa, ja niiden tulee tarkentua varsinaisen suunnittelun aikana. Tavoitteiden

tulee sitoa ja ohjata suunnittelua, varsinaista rakentamisvaihetta sekä rakennuksen käyttöä ja ylläpitoa. [2, s. 20.]

Rakennushankkeen kosteudenhallinta perustuu hankkeen kosteusriskien järjestelmälliseen jatkuvaan arviointiin, analysointiin ja ehdottomaan valvontaan. Siihen kuuluvat muun muassa rakentamisen olosuhteiden ja lähtötietojen selvittäminen sekä hankkeen kosteusriskiluokan, hankekohtaisten riskien että kosteudenhallinnan menettelytason määrittäminen. Näiden perusteella tulisi määritellä suunnittelun, toteutuksen ja varsinaisen käytön tärkeimmät tehtävät ja tavat, joilla kosteudenhallintaan liittyviä seikkoja ennakoidaan, valvotaan ja seurataan. [2, s. 20; 3; 4.]

Kosteudenhallintaprosessin yhtenä tärkeimpänä osasena toimiikin kosteudenhallintasuunnitelma. Kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen alkaa jo tavoiteasetteluvaiheessa, jossa kosteudenhallintaa koskevat tavoitteet dokumentoidaan itse suunnitelmaan. Kosteudenhallintasuunnitelmaa on määrä täyttää niin suunnittelu- kuin rakentamisvaiheenkin aikana. Ideana voisi olla myös, että rakentamisen runko- ja sisätyövaiheista tehtäisiin omat suunnitelmansa, jotta suunnitelmat eivät paisuisi liian raskaiksi. Lopulta suunnitelman tietoja hyödynnetään myös rakennuksen ylläpidossa ja huollossa. [2, s. 20; 4.]

3.2 Rakennuttaminen ja valvonta

Kosteudenhallinnan ei tule olla pelkästään suunnitelmiin perustuva tekninen prosessi, eikä sitä saa jättää vain teknisten asiantuntijoiden huoleksi. Rakennuttaja, tilaaja tai omistaja luo omalla toiminnallaan pohjan rakennushankkeen kosteustekniselle onnistumiselle. Rakennuttajan tulee siis huolehtia, että hankkeen kosteustekninen onnistuminen otetaan huomioon niin johtamisessa, suunnittelussa kuin itse rakentamisvaiheessa. Työnaikaista valvontaa ei myöskään sovi unohtaa. Ylläpito- ja käyttövaiheessa vastuu kosteusteknisistä asioista siirtyy (takuehtojen puitteissa) omistajalle ja käyttäjälle. [2, s. 39.]

Rakennuttajan tulee myös toteuttamisvaiheessa varmistaa, että suunnitelmia noudatetaan ja laatua valvotaan riittävin toimenpitein. Nämä ovat rakennuttajan kannalta tärkeitä tehtäviä ja osa hänen huolehtimisvelvollisuuttaan. Viranomaisen (rakennusvalvonta)

tehtäviin kuuluu ensisijaisesti rakentamista koskevien säädösten toteuttamisen valvonta. [2, s. 39.]

Rakennushankkeeseen ryhtyvän eli rakennuttajan on Suomen lakien ja määräysten mukaan huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan myönnetyn luvan sekä rakentamista koskevien säännösten ja määräysten mukaisesti. Rakennuttajalla pitää olla riittävän pätevä henkilöstö sekä riittävät edellytykset hankkeen toteuttamiseen. Henkilöiden pätevyysvaatimukset ja muut vaadittavat edellytykset ovat suorassa suhteessa hankkeen vaativuuteen. Rakennuttajan tehtäviä voi rakennushankkeessa hoitaa myös erillinen rakennuttajakonsultti. [2, s. 39; 5.]

3.2.1 Rakennuttajan tehtävät

Rakennuttajan tehtäviä kosteudenhallintaan liittyen on useita. Rakennuttajan tulisi määritellä kohteen laatutavoitteet ja dokumentoida ne niin, että ne tulevat selkeästi esiin kaikille projektin osapuolille. Suunnitteluun ja toteutukseen tulisi varata riittävät resurssit, jotta hankkeen kosteudenhallinnan laatuvaatimukset täyttyvät muun muassa taloudellisesta näkökulmasta ja siten, että aikataulu on realistinen. Hankkeen organisointi tulisi hoitaa hallitusti niin, että kaikille suunnittelu- ja toteutustehtäville on osaava tekijä. Näihin tehtäviin liittyvissä asioissa olisi hyvä varmistua, että yrityksillä on tarvittavat pätevyudet, resurssit ja referenssit hankkeen läpiviemiseen. Pätevyudet tässä tapauksessa voisi todentaa vaikkapa RakMK A2:n pätevyysmäärittelyjen mukaisella tavalla. Pätevyyksien lisäksi yrityksillä tulisi olla myös toimiva laadunhallintajärjestelmä. Myös eri työvaiheiden aloituskokouksissa olisi hyvä olla oma kohtansa työvaihetta koskevien kosteudenhallintaan liittyvien seikkojen läpikäymiseksi. Tällaisia kohtia voivat olla niinkin yksinkertaisilta vaikuttavat asiat kuten materiaalien tarkastus, suojaus ja läpikäynti. Lopuksi rakennuttajan tulisi nimittää tarpeellinen määrä valvojia hankkeen vaativuuteen nähden. Valvojen tehtäviin kuuluu muun muassa hankkeen kosteusteknisen toteutuksen laadun valvominen. [2, s. 40.]

Rakennuttajan erityistehtäviä taasen ovat kosteudenhallintaan liittyvien riskien kartoitus ja dokumentointi hankkeen kaikissa eri vaiheissa. Kun riskit on kartoitettu, tulisi tarvittaviin toimenpiteisiin ryhtyä, jotta varsinaiset riskit eivät koskaan toteutuisi. Toimenpiteenä voi olla esimerkiksi kosteudenhallintasuunnitelmassa esitettyjen toimintatapojen noudattaminen. [2, s. 40.]

3.2.2 Urakointimallit ja sopimukset

Hankkeeseen liittyvien kosteudenhallinnalle asetettujen tavoitteiden ja menettelyjen tulee olla selkeästi esitettynä jo tarjouspyyntöasiakirjassa. Kunnat ovatkin viime vuosina selkeästi tehostaneet kyseisiä vaatimuksia. Muun muassa pääkaupunkiseudun kunnilla on omat kosteudenhallinta-asiakirjansa, jotka ne toimittavat omissa julkisissa hankkeissaan (oppilaitokset, virastot ym.) jo tarjouspyyntöasiakirjojen yhteydessä urakasta tarjoaville. Näiden tarjouspyyntöasiakirjoissa tai aivan viimeistään sopimusvaiheessa sovittujen kosteudenhallintaan liittyvien menettelytapojen tulee olla osa rakennuttajan ja urakoitsijan välistä sopimusta. Sekä suunnittelijoiden että urakoitsijoiden tarjousneuvotteluissa tulee varmistaa, että kaikki osapuolet ovat ymmärtäneet kosteudenhallinta-asiat, ottaneet ne riittävästi huomioon ja pystyvät myös toimimaan niiden mukaisesti. Osapuolten vastuuttaminen on myös ehdottoman tärkeää. Tällainen menettelytapa on mahdollista toteuttaa kosteudenhallintasuunnitelman liitteellä, jossa vastuhenkilöt kosteusteknisille asioille on yhdessä sovittu. Sopimuksissa tulisi myös mainita, miten esitettyjä menettelytapoja tullaan valvomaan ja miten menetellään mahdollisissa laiminlyöntitilanteissa. [2 s. 40–41; 3; 4.]

Kaikissa hankkeissa tulisi korostua rakennuttajan vastuu ja kosteudenhallintaan positiivisella tavalla vaikuttaminen. Toisin kuin julkisessa rakentamisessa, yksityisessä rakentamisessa on usein enemmän vapausasteita. Tällöin rakennuttaja suurimmilta osiltaan omilla tavoitteillaan ja päätöksillään vaikuttaa kosteudenhallinnalliseen lopputuloksen. Julkisessa rakentamisessa yhteiskunnan ohjauskeinot, kuten hankintalaki, rahoitusmahdollisuudet, sekä yhteiskunnallinen päätöksentekoprosessi, sitovat koko projektia laajemmin. Hankintalaki yhdeltä osaltaan edellyttää, että toimijan tulisi pystyä toteuttamaan tilaajan edellyttämää laatutasoa, kosteudenhallinta mukaan lukien. Tämä asettaa rakennuttajaorganisaatiolle sekä päätöksentekoprosessille suuria vaatimuksia. [2, s. 41.]

3.2.3 Rakennuttajan valvonta

Rakennuttajan tulee varata hankkeelle sen luonteesta riippuen tarpeellinen määrä valvojia. Työmaavalvojan tehtävä on toimia työmaalla rakennuttajan edunvalvojana ja varmistaa, että hanke etenee suunnitelmien ja sopimusten mukaisesti. [2, s. 41.] Haahdela-rakennuttaminen Oy:n tapauksessa valvojen toiminta työmaalla tosin poikkeaa

totutusta valvojan roolista, koska työmaan päätoteuttajan asema lisää merkittäväällä tavalla valvojien vastuuta ja toimintoja työmaatehtävissä.

Kosteudenhallinnasta on olemassa myös tehostettu menettelytapa. Tehostetussa menettelytavassa panostetaan viranomaisten vaatimuksia syvemmin suunnittelun ja toteutuksen laatuun. Kosteusteknisen suunnittelun laadun varmistamiseksi rakennuttaja voi esimerkiksi nimetä erillisiä suunnitelmien tarkastajia. Myös toteutusvaiheessa voidaan kosteudenhallinnan laadunvarmistusta tehostaa esimerkiksi vastaavana suunnittelijana toimivan rakennesuunnittelijan tekemien tarkastusten merkeissä. [2, s. 41.]

Vielä rakennuksen käyttöönotto- ja vastaanottovaiheessakin mukaan voidaan tarvittaessa ottaa mukaan asiantuntija, joka on erikoistunut käyttöönottovaiheeseen. Myös kiinteistönhuoltoon liittyvät sopimukset tulisi laatia jo mahdollisesti rakentamisen aikana. Tällä tavoin sopimukseen saadaan ylläpidon asiantuntijanäkemyistä mm. vastaanototarkastuksen yhteydessä. [2, s. 41.]

3.2.4 Viranomaisvalvonta

Rakennusvalvontaviranomaisen tulee valvoa rakennuslakien ja -määräysten sekä hyvän rakentamisen noudattamista rakennuskohteessa. [2, s. 24]

Lupaviranomaisen tulee varmistua siitä, että suunniteltava rakennus täyttää rakentamiseen ja sen tulevaan käyttötarkoitukseen liittyvät määräykset, kunnan rakennusjärjestyksen ehdot sekä alueen asemakaavaan liittyvät määräykset. Näkökohdat jotka vaikuttavat, ovat rakentamisen vaikutukset naapureihin ja ympäristöön, kaupunkikuvalliset kysymykset, palotekniset kysymykset sekä olosuhteet, joihin rakennus perustetaan. Lisäksi viranomaiset arvioivat rakennushankkeen yleisen vaatimustason, jonka perusteella taasen suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset määräytyvät. Rakennushankkeen ryhtyvän tulee hyvissä ajoin ennen varsinaisen rakentamisen alkamista olla yhteydessä viranomaisiin, jolloin hankkeeseen liittyvät perusasiat saadaan kuntoon luvan ennakoivassa käsittelyssä ennen varsinaista lupakäsittelyä. [2, s. 42.]

Valvontavaiheessa rakennustarkastaja suorittaa työmaakatselmuksia, jotka perustuvat kunnan määräyksiin ja ohjeisiin. Näillä työmaakatselmuksilla valvotaan muun muassa sitä, että suunnitelmia laaditaan riittävästi ja että suunnittelijat ovat kohteen vaativuu-teen nähden päteviä. Mikäli viranomaisella on syytä epäillä, että määräysten mukaista laatutasoa ei olla saavuttamassa, sillä on RakMK A1:n mukaan oikeus vaatia selvityk-

siä käytetyistä laadunvarmistustoimenpiteistä. Mikäli laadunvarmistuksessa havaitaan puutteita, voi viranomainen vaatia korjaavia toimenpiteitä. [2, s. 42.]

Rakennusvalvontaviranomainen voi edesauttaa laaturakentamista edellyttämällä kosteudenhallintasuunnitelmaa sekä muita tarvittavia toimenpiteitä rakennuslupaehdoissa. Näiden vaatimusten perusteena voi käyttää maanrakennuslain terveellisyyskriteeriä tai terveydensuojelulakia. Kosteudenhallintasuunnitelman ensimmäinen alustava versio tulisi olla valmiina ja lähetettynä rakennusvalvontaan ennen työn aloituskokousta. [2, s. 42.]

Muut valvontaa suorittavat viranomaiset, kuten työturvallisuusviranomaiset ja paloviranomaiset, seuraavat hankkeen etenemistä ja heidän toimenkuvaansa liittyvien lakien ja määräysten noudattamista. Työturvallisuusviranomaiset seuraavat työturvallisuuslakien ja asetusten noudattamista ja paloviranomaiset sen sijaan palontorjuntaan ja palokatkoille esitettyjen vaatimusten toteutumista. [2, s. 42.]

4 Kosteudenhallintasuunnitelma

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma on merkittävä osa koko rakennushankkeen kosteudenhallintaa. Kosteudenhallintasuunnitelmalla pyritään varmistamaan terveellinen, turvallinen ja hyvän rakentamistavan mukainen loppuratkaisu. Kosteudenhallintasuunnitelma kuitenkin edellyttää tarkoituksenmukaista ja suunnitelmallista toimintaa. Tällaista toimintaa on muun muassa se, mitä tehdään, miten tehdään ja kuka vastaa mistäkin osa-alueesta. Tästä syystä pitäisikin varmistaa, että kosteudenhallintasuunnitelman asiat tulevat koko rakennusprojektin organisaation tietoon. Suunnitelmassa pitäisi siis esittää, miten työntekijät perehdytetään ja sitoutetaan oikeaan toimintaan, ja kuinka tämän toteutumista valvotaan. [3; 4; 5.]

Kosteudenhallintasuunnitelman laatimisen olisi tarkoitus avata silmiä mahdollisille ongelmille jo ennen kuin varsinainen rakentaminen alkaa. Mahdollisiin ongelmakohtiin tulisikin siis tarttua jo suunnitteluvaiheessa. Ongelma-analyysien ja riskiarvioiden lisäksi suunnitelman avulla pitäisi olla mahdollista ohjata työmaan aikatauluja ja samalla myös hankintoja. Tärkeänä asiana esille voisi nostaa kosteudenhallinnan dokumentoinnin. Dokumentoinnin tulisi käsittää asiat kosteudenhallinnan hoitamistavoista sekä epäonnistumisista ja siitä, kuinka mahdollisiin epäonnistumisiin on reagoitu. [3; 4; 5.]

Lopuksi kosteudenhallinnan ja siitä tehtävien suunnitelmien tavoite on luoda suunnitellusti turvalliset ja terveelliset työskentelyolosuhteet työmaalle sekä tuottaa kestävä ja pitkäikäistä rakennuskantaa, joka samalla on vapaa kosteusvaurioista. Jollei urakkaohjelmassa toisin mainita, rakennuksen tulisi kestää käyttöä vähintään 50 vuotta ilman kosteus-, home- tai sisäilmaongelmista johtuvaa korjaustarvetta. [3; 4; 5.]

4.1 Kohteen yleistiedot ja erityispiirteet

Kosteudenhallintasuunnitelman ensimmäisessä osassa tulisi olla esitettynä hankkeen yleis- ja laajuustiedot, organisaation yhteystiedot sekä rakennuttajan kosteudenhallinnalle asettama tavoitetaso [6; 7].

Hankkeen yleistiedoissa esitetään rakennuskohteen nimi mahdollisine sijaintitietoineen. Yleistiedoista tulisi suunnitelman lukijalle selvitä myös rakennuksen käyttötarkoitus ja laajuustiedot riittävällä tarkkuudella. Lisäksi yleistietoihin voidaan sisällyttää tietoa ra-

kennuksessa käytettävistä rakenneratkaisuista ja erityisseurantaa vaativista asioista, kuten

- moniulotteiset kattomuodot
- ontelolaattojen poraus vedenpoisto
- tiiviin ulkoseinälämmöneristeen vaikutus betonin kuivumiseen
- tietynlaisen betonin käyttö ja sen valinta
- rakennuspaikan avoimuus ja korkeus-erot
- lattialämmitys
- erityiset rakenne-yksityiskohdat ja liittymädetaljit. [6; 7.]

Organisaation yhteystiedoissa käydään läpi rakennushankkeen organisaatio, joka koostuu rakennuttajasta, vastaavasta työnjohtajasta, eri alojen suunnittelijoista sekä kosteudenhallinnan vastuuhenkilöstä ja mittajasta. Kosteudenhallinnasta yleisesti vastaa tehtävään nimetty kosteudenhallintavastaava. Kosteudenhallintaan liittyviä vastuita voidaan kuitenkin jakaa erillisellä kosteudenhallinnan vastuunjakotaulukolla, johon asianomaiset henkilöt kuittaavat ymmärtäneensä vastuunsa kyseisiin asioihin liityen. Päävastuu kosteudenhallintaan liittyvissä asioissa on kuitenkin aina vastaavalla työnjohtajalla ja kosteudenhallintavastaavalla, jos hän on eri henkilö kuin vastaava työnjohtaja. [6; 7.]

Kohteen yleistietoihin tulisi lopuksi sisältyä kohta, jossa käydään läpi kosteudenhallintaan liittyvien asioiden perehdyttämisen- ja tiedottamiskeinot. Jo rakennustyömaalle perehdyttämisen aikana olisi työntekijöiden kanssa hyvä käydä kosteudenhallintaan liittyvät pääkohdat läpi. Näitä pääkohtia voisivat olla työntekijän vastuut ja velvoitteet työskentelyn aikana, tavaroiden varastointi ja suojaus sekä kosteudenhallinnan seuranta ja dokumentointi eri työvaiheissa. [6; 7.]

4.2 Kosteusteknisten riskien kartoitus ja kriittiset rakenteet

Kosteusteknisten riskien kartoituksen ja kriittisten rakenteiden miettimisen yhteydessä tulisi asioita käsitellä rakennusvaihe kerrallaan. Kustakin rakennusvaiheesta tulisi löytää tai miettiä ne asiat ja toimenpiteet, jotka vaikuttavat kosteudenhallintaan merkittäväällä tavalla. Mietittäviä rakennusvaiheita karkeana luettelona voivat olla esimerkiksi

- salaojat, maanpinnan alapuoliset rakenteet ja vedeneristykset
- alapohjarakenteet
- välipohjat
- julkisivut
- märkätilat
- vesikatto ja yläpohja
- terassit, parvekkeet, sisäänkäynnit ja autokannet.

Tarkastelun kohteina tulisi ylempänä luetelluista rakenteista ja niiden detaljeista olla muun muassa materiaalit, työtavat, vuodenajan vaikutukset sekä lopuksi myös toimenpiteet riskien hallitsemiseksi. Tarvittaessa suunnitelmia voidaan muokata tai tarkentaa ja antaa työmaalle toimenpideohjeita. [2, s. 97.]

Kartoituksen perusteella kosteudenhallintasuunnitelmaan kootaan kaikki riskialttiit rakenteet, materiaalit ja tuotteet, joista kunkin kohdalle luetellaan toimenpiteet työmaalla toteutettavaksi [2, s. 98].

4.3 Päälyste- ja pintamateriaalien kosteusraja-arvot

Kosteudenhallintasuunnitelman tässä osassa yleisesti esitetään taulukko, jossa on eritelty kaikki päälystettävät rakenteet ja niiden tavoitekosteusarvot.

Suurin osa rakennushankkeen rakenteista sisältää ylimääräistä kosteutta eli rakennuskosteutta, jonka on määrä poistua. Rakennuskosteuden lähteitä ovat erilaisten rakennusmateriaalien valmistamiseen käytetty vesi, rakennusaikana esiintyvä sadevesi sekä työmaa-aikainen vedenkäyttö. Suurimmasta osasta rakenteita tämä kosteus pääsee poistumaan ongelmia aiheuttamatta. Joissakin rakenteissa sen sijaan kosteuden poistuminen saattaa olla liian hidasta suhteessa rakenteen vedensietokykyyn. Tällaisia rakenteita voivat olla kipsilevyistä tehdyt seinärakenteet, jotka kostuessaan on vaihdettava uusiin tai kuivatettava asianmukaisella tavalla. [6.]

4.4 Olosuhteiden hallinta

Kosteudenhallintasuunnitelman olosuhdehallinnan osuudessa sovitaan toimenpiteistä, joilla pyritään estämään rakenteiden ja rakennusmateriaalien työmaa-aikainen kastuminen. Tämän lisäksi rakennuskohteeseen pyritään luomaan optimaaliset olosuhteet rakenteiden kuivattamiseksi. Työmaasuojauksen pääperiaatteena on sääsuojaus, mutta tämän lisäksi toimenpiteenä voi olla osastointi ja olosuhteiden luominen esimerkiksi huoneiston osalta. [6.]

Rakennusaikaisen kosteudenhallinnan kannalta eduksi on esimerkiksi rakenne, jossa julkisivut ovat valmisosarakentamista ja holvi toteutetaan paikallavalurakenteena. Tässä tapauksessa paikallavaluholvin ja julkisivuelementtien muodostama kokonaisuus jo itsessään on varsin tiivis. Kokonaisuuden viimeistelee vaipan sulkeminen, rakennusaikainen lämmittäminen ja riittävän ajan varaaminen itse kuivumiselle rakennushankkeen aikataulua laadittaessa.

4.4.1 Tavaroiden vastaanottotarkastus, suojaus ja varastointi

Rakennustuotteiden logistiikan ketju tulisi suunnitella tavalla, jolla kosteudenhallinta ei petä missään vaiheessa. Materiaalien saapuessa työmaalle tulisikin varmistua siitä, että mahdollista kosteusvauriota ei ole jo tavarankuljetuksen yhteydessä päässyt syntymään. Vastaanottotarkastuksen jälkeen materiaalit suojataan mahdollisin lisäsuojin, jos esimerkiksi tehtaan asentamat suojat ovat joltain osin puutteelliset tai jos materiaalien tarkastus on edellyttänyt suojien poistamista. Materiaalien varastoinnin tulisi tapahtua valmistajan ohjeiden mukaan, ja esimerkiksi rakennustuotteiden tasaantumiselle ympäristön olosuhteisiin tulisi varata riittävästi aikaa. Useissa rakennusmateriaaleissa oikea lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus niin varastoinnissa kuin asennuksessakin on erittäin tärkeää kosteudenhallinnan onnistumisen kannalta. [5.]

4.4.2 Materiaalivalinnat ja materiaalien suojaus

Rakenteet ja materiaalit tulee suojata sateelta ja muulta kosteudelta mahdollisuuksien mukaan, sillä kastuminen saattaa lisätä merkittäväällä tavalla sekä kuivatustarvetta että materiaalihukkaa. Kastuneen materiaalin tai rakenneseosan käyttö voi myös myöhemmin aiheuttaa terveyshaitan rakennuksen käyttäjälle. [6.]

Pienet rakennusosat pystytään rakentamisen aikana suojaamaan lähes kaikissa tapauksissa kokonaan. Sen sijaan suuria rakennuksia tai rakenteita ei yleensä pystytä kohtuullisin kustannuksin suojaamaan kauttaaltaan rakennustöiden aikana. Suurilla työmailla tulee keskittyä kosteudelle kaikkein arimpien materiaalien, kuten puupohjaisien rakennustarvikkeiden ja lämmöneristeiden suojaamiseen sateelta ja muilta kosteusrasituksilta. [6.]

Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden kastumista voidaan vähentää seuraavin keinoin:

- edellyttämällä toimittajilta kuljetuksen aikaisen suojauksen varmistamista
- noudattamalla valmistajan ohjeita rakennusmateriaalin varastoinnista
- oikea-aikaisella toimituksella
- suunnittelemalla varastointialueet ja logistiikka ajoissa
- varaamalla rakenteiden ja materiaalien suojaukseen tarkoitettuja sääsuojia riittävästi työmaalle
- suojaamalla keskeneräiset rakenteet saman työvuoron aikana. [6.]

4.4.3 Runkorakenteiden suojaus

Runkorakenteiden suojaamisesta ja rakennusten toteuttamisesta kokonaan sääsuojien alla on puhuttu jo pitkään. Esimerkiksi Helsingin kaupunki vaati erään kouluhankkeen tarjouspyyntöasiakirjoissa koko rakennuksen toteuttamista sääsuojan alla. Hankkeessa päädyttiin kuitenkin suojaamaan runkoa kosteudelta muilla tavoin, sillä koko rungon sääsuojaminen ei olisi ollut toteutettavissa kohtuullisin kustannuksin.

Runkorakenteiden kastumista voidaan vähentää esimerkiksi seuraavin toimenpitein:

- valmiselementtien käytöllä, lyhyellä varastointiajalla, nopealla asennuksella ja sääsuojauksella
- estämällä veden valuminen ylemmiltä holveilta alimmille sulkemalla holvin aukot vesitiiviiksi sekä estämällä veden valuminen ulkoseinän eristetilaan esimerkiksi holviin tehtävien kaatojen avulla
- asentamalla ulkoseiniin ikkunat ja ovet mahdollisimman varhaisessa vaiheessa tai sulkemalla rungossa olevat aukot esimerkiksi suojapeitteillä
- poistamalla talvella holville päässyt lumi mekaanisesti, eikä sulattamalla

- poistamalla holville kerääntynyt vesi esimerkiksi vesi-imurilla, säännölliset vesi-imuroinnit
- alakerrosten kosteudelle herkkiä vaiheita ei tule aloittaa, ennen kuin vesikatto on kiinni tai on varmistuttu muilla keinoin, ettei vesi pääse tiloihin, joissa sisätyövaiheet ovat käynnissä
- laatimalla vesikaton rakenteista erillisen suojaussuunnitelman. [6.]

4.5 Työnaikaisten vesivahinkojen torjunta

Työnaikaisten vesivahinkojen torjunta on yhtä tärkeää kuin kosteudenhallinta muiltakin osin. Työnaikaisia vesivahinkoja voidaan välttää muun muassa asentamalla työnaikaiset vesipisteet tekniikkakuiluihin, joissa mahdollinen veden valuminen ei riskeeraa muita sisätyövaiheen rakenteita. Tämän lisäksi työmaa-aikaiseen vesisyöttöön voidaan asentaa esimerkiksi ajastimella toimiva magneettiventtiili, joka sulkee veden kulun tiettyyn aikaan päivästä.

Jos vesivahinko kuitenkin pääsee syntymään, tulee vesi poistaa välittömästi. Työmaalla sattuviin vesivahinkoihin liittyen tulee työmaan henkilökunta ohjeistaa, jotta he kukin omalta osaltaan huolehtisivat, ettei heidän työsuorituksensa seurauksena rakenteisiin pääse sinne kuulumatonta kosteutta. [6]

Vesivahinkojen torjuntaan sekä seurauksiin tulisi varautua riittävin resurssein. Esimerkiksi vartijan käynnit iltaisin ja viikonloppuisin, vesi-imurien riittävä määrä ja sijoittelu, sekä kuivatuslaitteiden nopea saatavuus tulee varmistaa.

4.6 Rakenteiden kuivatus

Rakenteiden kuivuminen tapahtuu kosteudensiirtoilmiöiden vaikutuksesta. Kosteus voi siis siirtyä painovoimaisesti, kapillaarisesti, diffuusiolla tai kosteuskonvektiolla. Rakenteiden kuivamisessa kyseessä useimmiten kuitenkin ovat luonnollinen kuivaminen, lämpötilan nostaminen, lämpötilaeron luominen, ilmavirran luominen ja mahdollinen koneellinen kuivaaminen esimerkiksi kosteudenerottimilla. [8.]

Kosteuden poistumiseen rakenteista vaikuttaa merkittävästi lämpötila ja rakennetta ympäröivä ilman suhteellinen kosteus. Ilman suhteellisen kosteuden tulee olla riittävän

alhainen, jotta rakennuksessa oleva ilma pystyy vastaanottamaan rakenteista poistuvaa kosteutta. Tämän lisäksi rakenteiden kuivumisnopeus riippuu käytettävien materiaalien kosteudensiirto-ominaisuuksista. [2, s. 103–104.]

Lämpötilan nostaminen on ehdottomasti tehokkain tapa nopeuttaa rakenteiden kuivumista, kuitenkin unohtamatta vuodenajan ja vallitsevien sääolosuhteiden vaikutusta kuivamiseen. Sisäilman lämpötilaa nostamalla saadaan ympäröivän ilman RH laskemaan ja samalla myös rakenteiden lämpötila nousemaan, jolloin niiden kosteutta siirtävä voima tehostuu. Rakenteita kuivattaessa sisäilman lämpötilan olisi hyvä olla vähintään +20 °C ja ilman RH korkeintaan 50 %. [2, s. 103–104.]

Työmaan kuivatusta ylipäättänsä suunnitellessa tulee aina ottaa huomioon vuodenajat. Talvella rakenteet saa parhaiten kuivatettua nostamalla sisätilan lämpötilaa. Riittävä lämpö ajaa kosteutta pois rakenteista ja pitää sisäilman suhteellisen ilmankosteuden riittävän alhaisena. Loppusyksystä ja keväällä rakenteiden kuivumista edistää myös lämpötilan nosto, mutta tällöin olisi syytä tehostaa myös ilmanvaihtoa. Kesällä ja alkusyksystä ilmankosteus voi olla niin suuri, että ilman kuivuminen edellyttää erillisten kosteudenkerääjien käyttöä. Kosteudenkerääjien käyttö edellyttää kuitenkin huolellista osastointia, jotta ne eivät kerää ulkoilman kosteutta, vaan rakenteista vapautuvaa kosteutta. [2, s. 104–105.]

Kosteudenhallintasuunnitelmassa rakenteiden kuivatukseen liittyvät oleellisesti

- tavoiteolosuhteet
- ulkoilman olosuhteet ja niiden suhde kriittisiin työvaiheisiin, kuten ruiskutasoitetyöt, pintabetonilattiat ym.
- lisälämmityksen ja koneellisen kuivatuksen tarve
- alueellisen kuivatussuunnitelman tarve. [2, s. 106.]

4.7 Kuivumisaika-arviot

Kosteudenhallintasuunnitelmassa tulee laatia kuivumisaika-arviot niille betonirakenteille, jotka on määrää päällystää kosteusherkällä materiaalilla tai joissa kuivumisesta johtuvat muodonmuutokset voivat aiheuttaa vaurioita. Kuivumisaika-arvioista on esitettynä esimerkki taulukossa 1. Kun rakenneratkaisu ja sen tavoitekosteus on tiedossa, betoni-

rakenteelle voidaan laatia kuivumisaika-arvioita käyttäen muuttujina esimerkiksi betoni-laatuja ja kuivumisolosuhteita. Betonilaadussa kuivumiseen vaikuttaa eniten betonin vesi-sementtisuhte ja mahdollisesti käytetyt lisäaineet (hidastin, notkistin jne.) Olosuhteissa sen sijaan kuivumiseen merkittävimmin vaikuttavat kastumisaika, lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus. [6; 7.]

Kuivumisaika-arvioita laatiessa täytyy kuitenkin muistaa, että ne ovat vain suuntaa antavia. Todellinen varmuus rakenteen riittävästä kuivumisesta saadaan tutkailemalla kuivumisaika-arvioita, olosuhteiden hallintaa ja varsinaisia mittaustuloksia suhteellisista kosteuspitoisuuksista. Luotettavimpia mittausmenetelmiä ovat koepalamittaus ja poranreikämittaus. Betonirakenteen pintakosteusmittaus ei sovellu rakenteen varsinaisen kuivumistarpeen määrittelyyn (luku 4.7.1). [6; 7.]

Rakenteiden todellisesta kuivuudesta tehtyihin johtopäätöksiin tarvitaan yhdessä kosteusmittaustulosten, olosuhteiden seurannan sekä kuivumisaika-arvioiden muodostama kokonaisuutta [6].

Kuivumisaika-arviot				
Rakenne/- tyyppi	Sijanti	Pintamateriaali	Tavoitekosteus	Kuivumisaika-arviot ja toimenpiteet
AP3, VP1		Muovimatot Upofloor Lifeline CS	< RH 85 %	15 viikkoa
AP3, VP1		Upofloor Itec Axento	< RH 85 %	15 viikkoa
VP4	ivkh	Betonilattiat Polyuretaani elastomeeri	< RH 97 %	2 viikkoa
VP2		Vedeneristykset vedeneriste ja keraaminen laatta	< RH 97 %	4 viikkoa

Taulukko 1. Kosteudenhallintasuunnitelman kuivumisaika-arviot

4.8 Kosteusvalvonnan organisointi

Kosteudenhallinnan yhtenä periaatteena voisi ajatella, että jokainen rakennustyömaalla työskentelevä henkilö on velvollinen huolehtimaan ja tiedostamaan omat vastuunsa, jotka oleellisesti liittyvät kosteudenhallintaan. Havaitsemistaan kosteusriskeistä tai vaurioista tulisi ilmoittaa välittömästi työnjohdolle tai lähimmälle esimiehelleen. Kosteusteknisiin asioihin liittyen tulisi siis ottaa käyttöön ehdoton ilmoitusvelvollisuus, kuten työturvallisuushavainnoissakin. Näihin asioihin voidaan vaikuttaa jo hankintavaiheessa urakoitsijoita valittaessa, sillä sopimusasiakirjoihin on mahdollista määritellä eri osapuolien tehtävät ja vastuut kosteudenhallinta-asioissa. Itse työmaavaiheessa kosteudenhallinnalle tulisi kehittää esimerkiksi samanlainen mittarointitapa, kuin työturvallisuutta TR-mittarilla mitatessa on totuttu näkemään. Kyseinen mittarointi voisi tapahtua vaikka kuukauden välein havainnoiden tämänhetkisiä ongelmia ja ennustaen mahdollisesti jo tuleviin työvaiheisiin liittyviä toimintoja. [3; 4; 5; 6.]

Kaikista kosteudenhallintaan liittyvistä mittauksista, havainnoista, mahdollisista vesivahingoista sekä poikkeustapauksista tulisi laatia asianmukaiset ja tarvittavat pöytäkirjat, jotka tulisi sitten dokumentoida rakennuksen tulevaa käyttöä varten. Tällaisesta dokumentoinnista tulisi vastata esimerkiksi sen henkilön, joka ottaa vastuun koko ra-

kennushankkeen kosteudenhallinnasta ja kaikesta siihen liittyvästä toiminnasta. Kyseinen henkilö on rakennushankkeelle nimetty kosteudenhallinnasta vastaava henkilö. [3; 4; 5; 6.]

4.8.1 Kosteusmittaukset

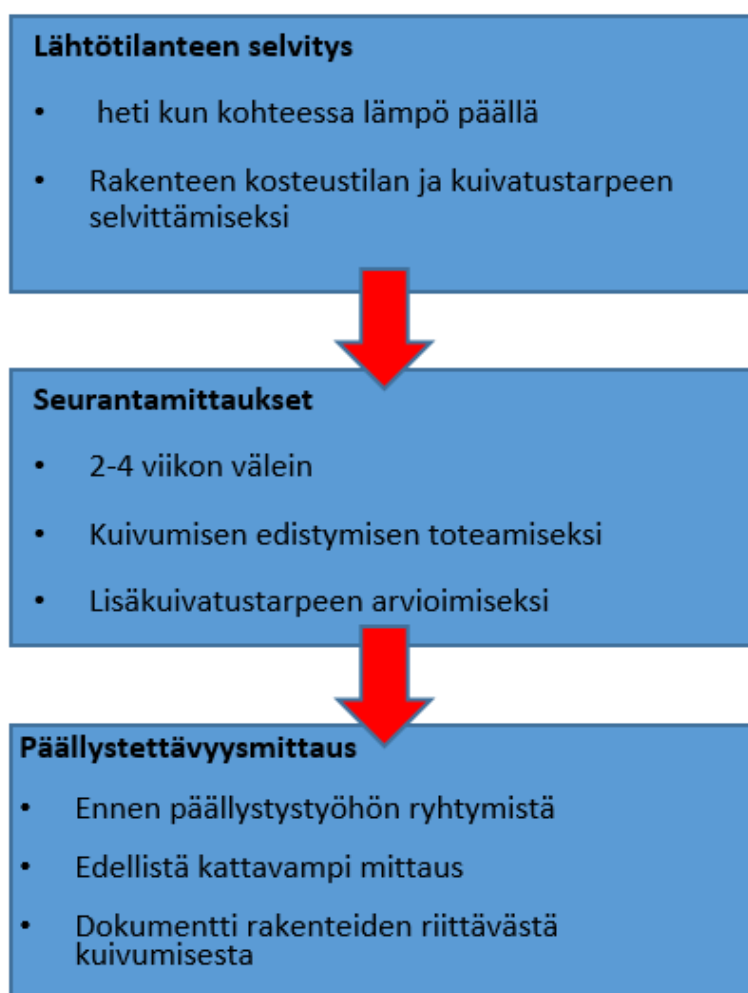
Oleellinen osa kosteusmittauksia on kosteusmittaussuunnitelman laatiminen. Kosteusmittaussuunnitelmassa määritellään mm. seuraavat asiat:

- kohteessa tehtävät mittaukset
- mittausmenetelmä ja käytetty kalusto
- mittauslaitteiden kalibrointi
- henkilösertifioitu kosteusmittaaja, jolla riittävästi kokemusta kosteuksien mittaamisesta
- mittauksen aikataulu, laajuus ja missä tarvittavat mittauspisteet sijaitsevat [2, s. 106.]

Kosteusmittaussuunnitelman laatii vastaava työnjohtaja tai hänen nimeämänsä asiantuntija, esimerkiksi sama henkilösertifioitu kosteusmittaaja, joka mittauksetkin suorittaa. Kosteudenhallintaan ja kosteusmittauksiin liittyviä mittaustapoja ovat sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaukset sekä rakennekosteusmittaukset. Työmaan sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaustuloksien perusteella voidaan tehdä päätös mahdollisesta sisälämpötilan nostamisesta tai laskemisesta. Lisäosviittaa saadaan myös siitä, tulisiko ilmanvaihtoa lisätä tai vähentää sekä mahdollisesti ottaa ilmankuivaajia käyttöön. [2, s. 106.]

Kosteusmittauksia suunnitellessa tulisi ottaa huomioon, että kosteustarkastuskierroksella rakenteissa havaitut kosteat kohdat dokumentoitaisiin riittävällä tarkkuudella. Kosteusmittaukset tulisi suorittaa juuri näistä kohdista, joilla kosteutta on havaittu. Tällä tavoin saadaan lisävarmuutta kosteusmittausten tuloksiin.

Ensimmäinen rakennekosteusmittaus tulisi tehdä heti, kun kohteen vaippa on saatu suljettua ja kohteeseen on saatu lämmöt päälle. Tällöin saadaan käsitys rakenteiden sen hetkisestä kosteustilasta ja mahdollisesta kuivatustarpeesta. Rakenteista tehtävien seurantamittausten avulla todetaan, onko rakenteiden kuivuminen edennyt toivotussa aikataulussa. Seurantamittaukset tulisi tehdä tapauksesta ja olosuhteista riippuen joko kaksi viikkoa ennen päällystämistöiden aloitusta tai tarvittaessa useampaankin otteeseen siinä välissä. Viimeinen kattavampi ja tarkempi mittaus ennen päällystystyön aloitusta viimeistelee kosteusmittaustulokset varmistuen, että rakenne todellakin on kuiva ja päällystettävissä. Rakennekosteusmittausten kulku on esitettyä kuvassa 2. [2, s. 106–107.]



Kuva 2. Rakennekosteusmittausten kulku [2]

Rakennekosteusmittaukset yleisesti ottaen tehdään mittaamalla poratusta mittausreiästä tai rakenteesta otetusta koepalasta suhteellinen kosteus. Mittaustyöhön tulee käyttää kalibroituja mittalaitteita, ja mittaustyössä tulee olla erityisen huolellinen. Mittaajalla

tulee olla riittävät tiedot mittalaitteen toimintatavoista, mittaustuloksiin vaikuttavista tekijöistä sekä mitattavan rakenteen tai materiaalin toimivuudesta ja ominaisuuksien vaikutuksesta mittaukseen. [2, s. 10.]

4.8.2 Vastuunjakotaulukko

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman mahdollisesta liitteestä, vastuunjakotaulukosta, tulee löytyä eri kosteudenhallinnan osa-alueista vastaavat henkilöt ja heidän kuittauksena siitä, että he ovat ymmärtäneet vastuunsa ja tutustuneet kosteudenhallintaan liittyviin asiakirjoihin, ohjeisiin ja suunnitelmiin. Vastuunjakotaulukosta tulisi löytyä työmaan kosteudenhallinnasta vastaavan henkilön tietojen lisäksi suunnittelijoiden, lvi-urakoitsijan, runkourakoitsijan ja muiden kosteudenhallintaan oleellisesti liittyvien urakoitsijoiden ja henkilöiden tiedot ja kuittaukset.

4.9 Kosteudenhallinnan dokumentointi

Yksi kosteudenhallinnan tärkeimmistä dokumenteista on mittauksista saatavat mittausraportit. Mittausraportit tulee säilyttää huolellisesti esimerkiksi kosteudenhallintasuunnitelman yhteydessä.

RT-kortissa 14-10984 esitetään, että mittaustulokset on esitettävä siten, että raportin lukija ymmärtää, millä menetelmällä, millaisesta rakenteesta, miltä syvyydeltä ja milloin mittaus on suoritettu. Raportissa tulisi myös ilmetä vallitsevat olosuhteet, jolloin mittaus on suoritettu. [7.]

Mittausraportin tulisi sisältää vähintään seuraavat tiedot:

- mittauskohdetiedot (osoite ja yhteyshenkilö yhteystietoineen)
- mittaajan yhteystiedot
- kohteen kuvauksen (hankkeen yleistiedot, rakenneratkaisu, betonilaatu, valupäivä jne.)
- piirroksen tai valokuvia mittauskohdasta, joilla mittauksen suorituskohta on jäljitettävissä myöhemminkin. Yksi tapa on piirtää pohjakuva, jossa on esitetty mittauspisteet etäisyyksineen ympäröivistä rakenteista
- käytetyt mittalaitteet (laitetyyppi ja kalibrointi-aika)

- menetelmäkuvaus (porauspäivä, mittausreiän puhdistus- ja tiivistystoimenpiteet, mittapäiden asennushetki, tasaantumisaikat ja lukemien ottohetki)
- sisä- ja ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus
- mittaussyvytydet
- mittaustulokset (rakenteen suhteellinen kosteus, lämpötila, vesihöyrysisältö ja absoluuttinen kosteus)
- mittaustarkastelu (mittaukseen liittyvät mahdolliset virhetekijät)
- tulosten tulkinta
- johtopäätökset. [7.]

Mittaustulosten lisäksi dokumentointiin kuuluu kaikkien kosteudenhallintaan liittyvien dokumenttien, asiakirjojen ja ohjeiden säilytys ja niiden oleellisten osien kerääminen esimerkiksi rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeiden yhteyteen.

5 Tutkimusmenetelmät

5.1 Kirjallisuus

5.1.1 RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen

RIL 250-2011 on Rakennusinsinöörien liitto ry:n julkaisu rakennusten kosteudenhallinnasta ja niiden homevaurioiden estämisestä. Julkaisun tarkoitus on antaa yleiskuva kosteus- ja homevaurioiden mahdollisesta syntyisestä ja niiden ehkäisykeinoista. Julkaisu on suunnattu myös lukijalle, jolla ei ole välttämättä rakennusalan koulutusta. Ammattilaiselle julkaisu on hyvä työkalu ja muistilista tarvittavien toimenpiteiden ja suunnitelmien tekoon. Julkaisun on määrä kuvata suunnittelu-, toteutus- sekä ylläpito-prosessin kosteudenhallinnan näkökulmaa. Se esittääkin järjestelmällisiä menettelytapoja, ohjeita ja ratkaisuja kosteuden ja siitä johtuvien ongelmien hallintaan. Ohjeita julkaisussa on kaikkiin hankkeiden eri vaiheisiin ja osatehtäviin. Tällaisia osatehtäviä ovat mm. suunnittelu, rakentaminen, ylläpito ja käyttö. [10.]

Julkaisun tavoitteena on, että sitä noudattamalla välttyttäisiin kosteus- ja homeongelmilta ja että erityisesti riskit niihin pienenisivät oleellisesti. Tarkoituksen on sitoa jo esimerkiksi työmailla jo oleva tieto kattavaan prosessikokonaisuuteen ja eri osapuolten käyttöön. [10.]

5.1.2 HKR-rakennuttaja, Rakennushankkeen kosteudenhallinta-asiakirja

HKR-rakennuttaja, Rakennushankkeen kosteudenhallinta-asiakirjan tarkoituksena on varmistaa, että rakenteiden kosteudella ei ole terveydellistä tai turvallisuuteen liittyvää haittaa rakennuksen käyttäjille. Myös rakenteiden pitkäikäisyys on selvästi esillä. [7.]

Asiakirjan tavoitteena on myöskin ohjata rakennustöiden toteuttamista rakennushankkeissa niin, että HKR-rakennuttajan laatuvaatimukset rakennushankkeen puhtaudelle ja sisäilmaan kohdistuville vaatimuksille täyttyvät [7].

Ohjeen on määrä olla toimintaa ohjaava ja velvoittava. Ohjeen noudattamista edellytetään kaikissa HKR-rakennuttajan hankkeissa. [7.]

Asiakirja nojaa paljolti siihen, että kosteudenhallintasuunnitelma on laadittava ennen rakennustöiden aloittamista. Kosteudenhallintasuunnitelmassa on arvioitava riskejä, jotka saattavat johtaa ongelmiin rakentamisen eri vaiheissa. Suunnitelmaa tuleekin täydentää tarvittavilta osiltaan koko rakennushankkeen ajan. Kaikkien työmaalla työskentelevien urakoitsijoiden tulee sitoutua noudattamaan kyseistä kosteudenhallintasuunnitelmaa. *HKR-rakennuttaja, Rakennushankkeen kosteudenhallinta-asiakirja* on siis kattava ohje työmaan kosteudenhallinnan organisointiin ja kosteudenhallintasuunnitelman laatimiseen.

5.2 Esimerkkikohteet

5.2.1 Hanke 1

Hanke 1:n ongelmaksi muodostui julkisivuelementtien ja paikallavaluholvin liitoskohta. Liitoskohdan detaljin takia julkisivuelementtien lämmöneristetilaa pääsi vähäisissä määrin kosteutta, ilmeisesti rakennuksen ylimpien kerroksien kautta. Kosteuden takia elementtien julkisivuihin ilmaantui keltaisia värjäytyksiä, jotka johtuivat siitä, että lämmöneriste niin sanotusti ”päästi väriä kostuessaan”. Paikallavaluholvin ja julkisivuelementin liitoskohdan detalji asetti erityisvaatimuksia työmaan kosteudenhallinnalle, ja tätä detaljia ja sen sääsuojauksia olisi pitänyt miettiä jo hyvissä ajoin ennen varsinaisen rakentamisen aloittamista.

Ratkaisuna ongelmiin päätettiin paikallavaluholvin valun toteutustapaa muuttaa hie- man. Paikallavaluholvi toteutettiin jatkossa niin, että julkisivuelementtien yläpinnan ja rakennuksen keskikohdan, hissikuilujen ja muiden tekniikkakuilujen väliin syntyi pieni- nen korkeusero, eli kaato. Kaato toteutettiin niin, että vesi ei missään vaiheessa pääs- syt lammikoitumaan julkisivuelementtien kohdille. Tämän lisäksi kosteustarkastuskier- rosten resursseja lisättiin ja sääsuojauksiin kiinnitettiin entistä enemmän huomiota. Työmaahenkilökuntaa ohjeistettiin kiinnittämään erityistä huomiota sääsuojiin ja niiden kunnan tarkastamiseen.

Hankkeen kosteudenhallintaan liittyvät ongelmat olivat lopulta hyvin vähäisiä. Värjäy- tymien korjaustoimenpiteet sujuivat ongelmitta ja julkisivuelementit saatiin rakennuksen luovutukseen mennessä kuntoon.

5.2.2 Hanke 2

Hanke 2:n ongelma oli rakenteiden kuivuminen. Käynnissä olivat kuivumista vaativat sisävalmistustyöt. Näitä töitä olivat muun muassa tasoitus- ja maalaustyöt, kaatolattiavalut sekä pintabetonilattiat.

Tehdyt rakenteet eivät kuivuneet suunnitellussa aikataulussa, johtuen poikkeavista olosuhteista, joihin ei ollut varauduttu riittävästi. Olosuhteet olivat poikkeuksellisen kuumat ja ilman suhteellinen kosteus erittäin korkea.

Ratkaisuna ongelmiin aloitettiin tehostettu koneellinen kuivatus ja kuivatettavat alueet osastoitiin. Osastoinnissa ilmeni alussa ongelmia niiden pitävyyden suhteen. Työmaalla työskentelevät henkilöt eivät ymmärtäneet osastointien merkitystä ja jättivät osastoivia väliovia auki esimerkiksi ylitöissä ollessaan. Osastoinnin ongelmat ratkaistiin lopulta työmaan logistiikan ja valvojien työajan ulkopuolella tapahtuvien työmaakierrosten avulla. Lisäksi kuivatettavien alueiden kosteusmittauksien välejä tihennettiin, jotta rakenteiden kuivumisen seurannasta saatiin mahdollisimman paljon seurantatietoa ja jotta mahdollisesti uusiin ongelmiin voitaisiin reagoida.

5.3 Haastattelut

Kirjallisuuslähteiden ja työmaalla todettujen työnaikaisten tapausten lisäksi tärkeänä tutkimuskeinona oli toteuttaa haastattelut työmaaolosuhteissa. Haastateltaviin kuului työpäällikkö, kaksi vastaavaa työnjohtajaa, työmaavalvoja ja työmaainsinööri.

Haastattelujen tuloksia läpikäydessä tuli esille, että työmaan eri osapuolet näkevät kosteudenhallinnan hieman eri tavalla. Kaikki tarvittavat toiminnot ja tietämys kosteudenhallinnasta oli riittävää, mutta painoarvo oli niissä kosteudenhallintaan liittyvissä asioissa, joiden kanssa päivittäin oli tekemisissä.

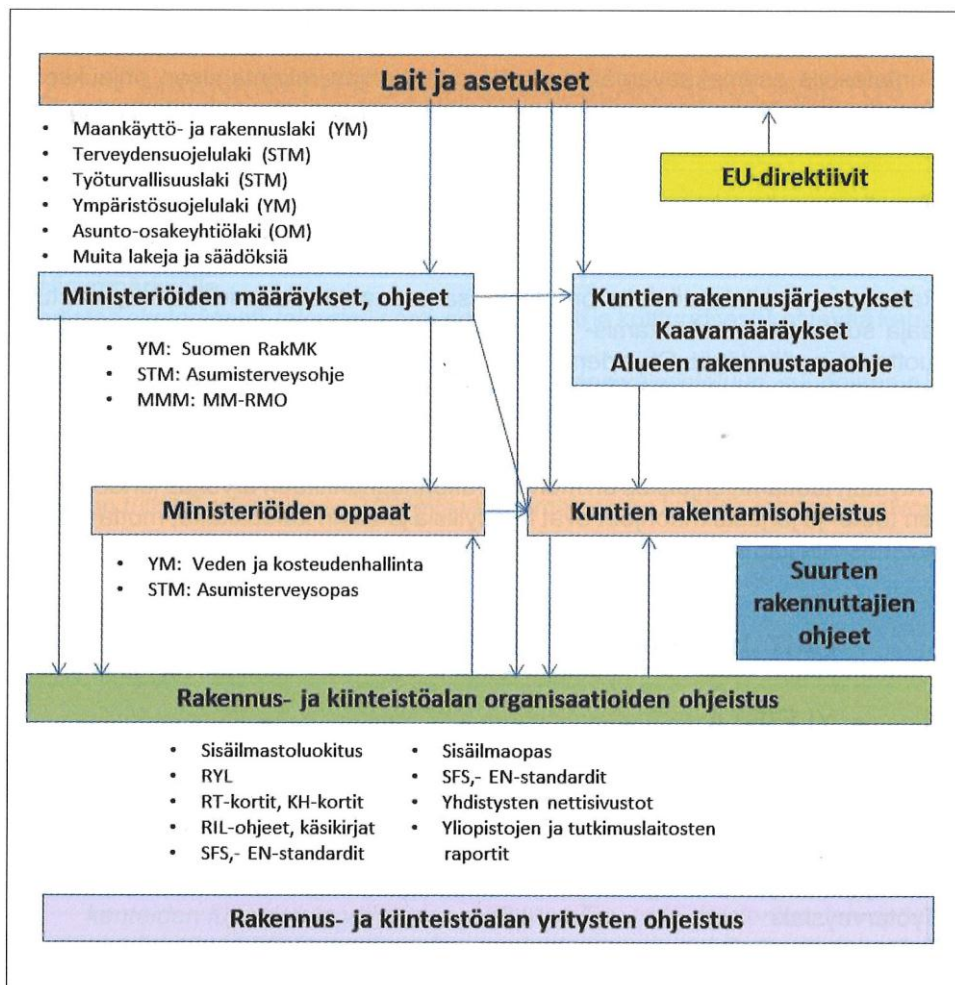
Työpäällikön ja vastaavien työnjohtajien haastatteluista ilmeni selvästi koko kosteudenhallinta-kokonaisuuden hallitseminen. Työmaalla useammin liikkuvilla haastateltavilla sen sijaan oli asioihin enemmän toteutuksellinen näkökulma. Näkökulma, joka keskittyi paljolti kuivatukseen, materiaalien ja rakenteiden varastointiin sekä suojaukseen ja muihin itse työmaalla toteuttaviin toimintoihin.

Haastattelujen avulla opinnäytetyön tekijän oli mahdollista muodostaa käsitys kosteudenhallinnasta työmaan näkökulmasta.

6 Kosteudenhallinnan ohjaus

6.1 Kosteudenhallintaa koskevat viranomaismääräykset ja -ohjeistukset

Rakennusten terveellisyyttä ja kosteudenhallinnan ohjauskeinoja on monia. Niitä ohjataan viranomaisten puolesta kattavasti lailla, asetuksilla, määräyksillä ja muilla viranomaisohjeilla. Rakennus- ja kiinteistöalalla toimivilla organisaatioilla on säädösten toteuttamiseen ja kosteudenhallintaan liittyvää laajaa ohjeistusta. Näiden säädösten, ohjeiden ja määräysten tavoitteena on selkeä kokonaisuus, joka on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Rakennusten kosteudenhallintaan liittyvien lakien, määräysten sekä alan yleisen ohjeistuksen muodostama kokonaisuus. [2]

6.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä -asetus

Maankäyttö- ja rakennuslain yleisenä tavoitteena on

- järjestää alueiden rakentaminen ja käyttö niin, että hyvälle elinympäristölle luodaan edellytykset
- edistetään teknisesti, sosiaalisesti, taloudellisesti ja kulttuurillisesti kestävän kehityksen mukaista toimintaa
- turvataan jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden valmisteluun, suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus sekä asiantuntemus ja avoin tiedottaminen. [2, s. 229.]

Laista vastuussa on ympäristöministeriö. Laki ja asetus astuivat voimaan vuonna 2000. Muutoksia tosin on tullut vielä tämänkin jälkeen. Tämän lain toteutumista valvovat kuntien rakennusvalvontaviranomaiset. [2, s. 229; 9, s. 9.]

6.1.2 Rakentamismääräyskokoelma, osa C2

Suomen rakentamismääräyskokoelman on määrä tarkentaa maankäyttö- ja rakennuslakia ja -asetusta. Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat velvoittavia. Ohjeet sen sijaan eivät ole velvoittavia, vaan muitakin ratkaisuja voidaan käyttää, jos ne täyttävät rakentamiselle asetetut muut vaatimukset ja ovat hyvän rakentamistavan mukaisia. [2, s. 234; 9, s. 10.]

Rakentamismääräyskokoelman määräykset koskevat vain uudisrakentamista. Rakennuksen korjaus- ja muutostöihin kokoelman määräyksiä sovelletaan vain siltä osin, kuin toimenpiteen laatu ja laajuus sekä rakennuksen mahdollisesti muutettava käyttötapa edellyttävät. [2, s. 234; 9, s. 10.]

Rakentamismääräyskokoelman osa C2 *Kosteus, määräykset ja ohjeet*, käsittelee kosteudesta johtuvien vaurioiden ja haittojen välttämistä rakentamisessa [11].

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei siitä aiheudu sen käyttäjille tai naapureille hygienia- tai terveysriskiä kosteuden kertymisestä rakennuksen osiin tai sisäpinnoille. Rakennuksen ominaisuuksien tulee normaalilla kunnossapidolla säilyä koko taloudellisesti kohtuullisen käyttöajan ajan. [11.]

6.1.3 Terveysturvallisuuslaki

Terveysturvallisuuslain tärkeimpänä tarkoituksena on väestön ja yksilön terveyden ylläpito, edistäminen sekä ennaltaehkäistä, vähentää merkittävästi tai poistaa kokonaan elinympäristössä olevia tekijöitä, jotka aiheuttavat terveyshaittaa [2, s. 231].

Sosiaali- ja terveysministeriön vastuualueena terveydensuojelulaki on tärkeä kiinteistöpidon ohjaaja. Valvova viranomainen on yleisesti kunnan terveydensuojeluviranomainen. Valvontaa suorittavat kunnan terveystarkastajat. [2, s. 231.]

Terveydensuojelulain on siis määrä varmistaa, että

Asunnon ja muun sisätilan puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn, ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, että niistä ei aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

Asunnossa ja muussa oleskelutilassa ei saa olla eläimiä eikä mikrobeja siinä määrin, että niistä aiheutuu terveyshaittaa. [2, s. 232.]

6.2 Pääkaupunkiseudun kunnat ohjaavat työmaan kosteudenhallintaa

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan kunnassa on oltava rakennusjärjestys, jonka on määrä täydentää lakia. Rakennusjärjestys ei saa kuitenkaan olla ristiriidassa lain kanssa. Rakennusjärjestyksessä annetaan määräyksiä, jotka ottavat kantaa muun muassa suunnitelmallisen ja sopivan rakentamisen, kulttuuri- ja luonnonvarojen huomioonottamisen sekä hyvän elinympäristön toteutumiseen.

Rakennusjärjestys ottaa kunnan viranomaisen näkökulmasta kantaa siihen, mikä on suositeltava rakentamistapa jollain alueella. Rakennustapaohjeita laaditaan rakentamista, peruserannusta ja ympäristön hoitoa varten.

Kunnan toimiessa rakennuttajan osassa, eli tapauksissa joissa kunta rakennuttaa esimerkiksi julkista rakennusta, kuten koulua, kunta ohjaa rakentamista erilaisilla sopimusasiakirjoilla tai laatimillaan erillisillä asiakirjoilla. Tällaisia asiakirjoja voivat olla esimerkiksi työssä aiemmin mainittu *HKR-rakennuttaja*, *Rakennushankkeen kosteudenhallinta-asiakirja*.

7 Kosteudenhallinnan tulevaisuus ja muutokset

Ajatukset kestävästä kehityksestä sekä uhka ilmastonmuutoksesta tulevat vaikuttamaan tulevaisuuden rakentamiseen merkittäväällä tavalla. Muutosprosessi on jo osittain alkanutkin. [2, s. 17–18.]

Ilmastonmuutoksella arvellaan Suomessa olevan tulevaisuudessa seuraavanlaisia vaikutuksia:

- Keskilämpötila tulee nousemaan.
- Sekä ilmaston absoluuttinen että suhteellinen kosteus tulevat kasvamaan.
- Talvet tulevat olemaan leudompia.
- Sademäärät sekä kesällä, että talvella tulevat lisääntymään.
- Päivät, joina suhteellinen korkeus on erittäin korkea, lisääntyvät.
- Niin sanotusti kuivimpien kuukausien, eli helmikuun - heinäkuun välinen rakenteiden kuivumista edistävä vaikutus tulee vähenemään.
- Tuuli tulee lisääntymään.
- Viistosateet lisääntyvät ja muuttuvat täten ankarammiksi.
- Rakennusten sisäilmasto muuttuu kun jäähdytystarve lisääntyy.
- Pohjaveden ja muiden vesimassojen pinta nousee ja samalla tulvat lisääntyvät. [2, s. 17–18.]

Matalaenergiarakentaminen tulee jatkossa olemaan vallitseva rakentamistapa, koska rakentamisessa pyritään koko ajan vähentämään sekä energiankulutusta että energiankulutuksen aiheuttamia hiilidioksidipäästöjä. Uudet matalaenergiarakentamisen rakennuskonseptit tulevat olemaan rakennusfysikaalisesti vaativia toteuttaa. Esimerkiksi ulkopinnassa sijaitsevan märän lämmöneristeen kuivuminen ei enää tapahdu samassa määrin sisältä tulevan lämmön vaikutuksesta. Kuivumiseen tuleekin vaikuttamaan korostetusti ulkoilmasto ja mahdollinen rakenteiden rakennusaikainen suojaus. Vaipan sisäpinnan höyry- ja ilmatiiveyden sekä ulkopuolisen sääsuojauksen merkitys kasvaa, jotta paksu ja samalla myös hitaasti kuivuva eristekerros pysyy mahdollisimman kuivana. Tiivis sisäpinta asettaa myös korkeampia vaatimuksia rakennuksen hallitun ilmanvaihdon toiminnalle. [2, s. 17–18.]

Edellä mainitut tulevaisuuden muutokset vaikuttavatkin epäsuotuisasti sekä kosteudenhallintaan, että mahdollisten homevaurioiden estämiseen. Tulevaisuuden rakentamisessa, korjausrakentamisessa, sekä rakennusten ylläpidossa tuleekin kiinnittää entistä enemmän huomiota näihin asioihin, jotta ongelmat eivät lisääntyisi entisestään. [2, s. 17–18.]

Uusia rakenneratkaisuja, rakentamistapoja ja materiaaleja onkin odotettavissa uusien vaatimuksien, yleisten kehittämistavoitteiden sekä EU:n myötä markkinoiden avautumisen johdosta. Näiden uusien ratkaisujen ja materiaalien toimivuus käyttöönoton alussa tulee kuitenkin varmistaa perusteellisin selvityksin, kokein ja tutkimuksin. [2, s. 17–18.]

Nykyään valmistuvat rakennukset ovat käyttöikänsä 50–100 vuotta. Näin ollen tulisi seurata pitkäjänteistä ajattelutapaa toteuttaa rakennus, joka ottaa huomioon tulevaisuuden tuomat olosuhteet ja muutokset, samalla niihin joustavasti sopeutuen. [2, s. 17–18.]

8 Johtopäätökset ja pohdinta

Yleisesti kosteudenhallinta työmaalla mielletään usein vain sääsuojaukseksi. Asia ei kuitenkaan näin oikeasti ole, vaan kosteudenhallinnan tulisi olla paljon suurempi, katkeamaton prosessikokonaisuus, jonka tavoitteena on tuottaa terve, turvallinen ja pitkäikäinen rakennus. Kokonaisuuden tulisi käsittää koko rakennusprosessi hankkeen suunnittelusta sen elinkaaren loppuun asti.

Kosteudenhallinta työmailla perustuu pääosin jo pitkällä aikavälillä vakiintuneisiin käytäntö- ja toteutustapoihin. Näitä käytäntöjä ei valitettavasti kyseenalaisteta tarpeeksi. Esimerkiksi dokumentointiin pitäisi kiinnittää ehdottomasti enemmän huomiota, jotta dokumentoinnista saataisiin järkevä ja kattava kokonaisuus. Kosteusmittaukset tulisi suunnitella hyvissä ajoin, ottaa huomioon mahdolliset muuttujat ja laatia niistä tarvittavat kosteusmittaussuunnitelmat. Mahdollisia muuttujia voivat olla esimerkiksi tässä opinnäytetyössä käsitelty kesäisen hellekuukauden äärimmäinen ilman suhteellinen kosteus. Kosteudenhallintaan ja sen suunnitteluun olisi siis syytä panostaa ja asettaa resursseja tulevaisuudessa vielä entistäkin enemmän.

Kosteudenhallinnan suunnannäyttäjiksi ovatkin vähitellen muodostuneet pääkaupunkiseudun kunnat omissa rakennusprojekteissaan. Kunnat edellyttävät kosteudenhallinnan kattavaa miettimistä ja suunnitelmien laatimista hyvissä ajoin, joskus siinäkin määrin, että jotkin projektit on määrätty toteuttaa kokonaan sääsuojan alla. Sääsuojasta on kuitenkin joissain tapauksissa luovuttu kustannusteknisistä syistä. Silti projektin kosteudenhallinta on onnistunut vaaditulla tavalla.

Koko kosteudenhallintakokonaisuuden seurantaan ja hallintaan tulisi kehittää järjestelmä, joka mittaa työmaan kosteudenhallintaa vaikkapa samasta näkökulmasta kuin TR-mittari työturvallisuutta. Esimerkiksi kosteudenhallinnan työmaakerroksella runkovaiheessa havaittavasta vedestä tulisi yksi miinus-merkintä. Vastaavasti materiaalien ja rakenteiden suojaamiseen voitaisiin suhtautua samalla tavalla kuin putoamissuojauksiin. Molemmissa tapauksissa pahimmassa tapauksessa kyseessä on jonkun henkilön turvallisuus tai hyvinvointi. Havaittaviin ongelmiin tulisi siis reagoida välittömästi.

Kosteudenhallinnan viranomaisvaatimuksiin ja -määräyksiin tutustuessa havaitsin, että suurempia muutoksia niissä ei viimeisen viiden vuoden aikana ole tapahtunut. Paine kosteudenhallinnassa onnistumiseen tulee jostain syystä aivan muulta, esimerkiksi

median suunnilta. Tässä havaitaankin se, kuinka voimakas ase vaikkapa sosiaalinen media on ja kuinka nopeasti tieto sosiaalisessa mediassa leviää. Kosteudenhallinnassa tulisi siis kaikissa tapauksissa onnistua.

Opinnäytetyön varsinaisena tuloksena syntyi Haahtela-rakennuttaminen Oy:lle uusi mallipohja työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laadintaan. Vanha pohja oli vanhentunut eikä sellaisenaan ottanut kantaa kosteudenhallinnan uusiin painopisteisiin. Tavoitteena oli toteuttaa sellainen suunnitelmapohja, joka ottaisi kantaa mahdollisimman hyvin kosteudenhallintaan kokonaisuutena. Kokonaisuudella haettiin kosteudenhallintaan liittyvien dokumenttien keräämistä selkeäksi ja yhtenäiseksi kokonaisuudeksi. Lisäksi merkittävänä osa-alueena haettiin työmaan toimintojen järjeistämistä ja vastuuttamista urakoitsijoille tai rakennustyömaalla toimiville henkilöille. Tarkoituksena oli myös lisätä kosteudenhallintaan liittyvien seikkojen tietämystä yleisellä tasolla, jotta jokainen voisi toiminnallaan vaikuttaa positiivisesti kosteudenhallintaan.

Uusi kosteudenhallintasuunnitelma on tarkoitus ottaa koekäyttöön alkavissa kohteissa, ja saatujen palautteiden pohjalta kosteudenhallintasuunnitelman kehitystyö tulee jatkumaan. Tarkoitus on saada mahdollisimman hyvä työkalu työmaalla työskentelevien henkilöiden käyttöön.

Kosteudenhallintasuunnitelman liitteeksi on tarkoitus myöhemmin laatia myös ontelo-laattojen porausohje. Sillä on tarkoitus vähentää mahdollisten ontelovesien aiheuttamia ongelmia. Kyseisen ohjeen on määrä valmistua vielä vuoden 2014 aikana.

Lähteet

- 1 Haahtela, Tuuli. Haahtela konserniesittely. Powerpoint-esitys. Luettu 1.9.2014.
- 2 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011.
- 3 Pelkonen, Jari. 2014. Työpäällikkö. Haahtela-rakennuttaminen Oy. Espoo. Haastattelu 22.9.2014.
- 4 Salonen, Jari. 2014. Vastaava työnjohtaja. Haahtela-rakennuttaminen Oy. Espoo. Sähköpostikeskustelu 22.9.2014.
- 5 Veisterä, Tero. 2014. Työmaainsinööri. Haahtela-rakennuttaminen Oy. Espoo. Haastattelu 22.9.2014.
- 6 Betonivalmisosarakentamisen kosteudenhallintaohje. Oulun rakennusvalvonta. Seppälä, Pekka. Laatupäällikkö. 11.11.2013.
- 7 Rakennushankkeen kosteudenhallinta-asiakirja. Helsinki. HKR-Rakennuttaja. 2012.
- 8 Sisäilmayhdistys. 2008. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Verkkodokumentti. <<http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kunnossapito-ja-korjaaminen/purku-kuivaus-ja-puhdistus/rakenteiden-kuivaus/>>. Luettu 1.10.2014.
- 9 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011.
- 10 Rakennusinsinöörien liitto ry. 2011. RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Verkkodokumentti. <<http://www.ril.fi/kirjakauppa/product/show/2/ohjeet-ja-normit/571/ril-250-2011-kosteudenhallinta-ja-homevaurioiden-estaminen>>. Luettu 5.10.2014.
- 11 C2 Kosteus, määräykset ja ohjeet. Suomen rakentamismääräyskokoelma.

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma

Haahtela-rakennuttaminen Oy

(Salattu yrityksen pyynnöstä)

Kosteusmittausraportti

MITTAUSRAPORTTI

**BETONIRAKENTEIDEN KOSTEUSMITTAUKSET
MITTAUSKERTA 10 (23.10.2014)**

24.10.2014

Mittausraportti

2 (4)

Betonirakenteiden kosteusmittaukset
Mittauskerta 10 (23.10.2014)
24.10.2014

1 YLEISTIEDOT

1.1 Tutkimuskohde

1.2 Tutkimuksen tilaaja

1.3 Tutkimuksen tekijä

1.4 Aika

23.10.2014 Kosteusmittaukset näytepalamenetelmällä
24.10.2014 Lukemat näytepaloista

2 MITTAUSTEN TAUSTA

Tehtävänä oli mitata lattiarakenteen suhteellista kosteutta asuinrakennuksen 9. ja 10. kerrosten hissiauloista, sekä 10. kerroksen huoneistojen 51 ja 54 lattioista.

Mitattava rakenne asunnoissa oli n. 25-40 mm paksu pumpputasoitekerros EPS-eristeen ja kantavan teräsbetonilaatan päällä. Lattiapinnoitteeksi tulee kelluva lautaparketti. Hissiauloihin tulee kivilaatoitus.

2.1 Rakennekosteusmittaukset näytepalamenetelmällä ja mittalaitteiden kalibrointi

Rakenteiden kosteusmittaukset tehtiin näytepalamenetelmällä. Mittaustapaliite toimitettu aiemman raportin yhteydessä.

Mittausraportti

3 (4)

Betonirakenteiden kosteusmittaukset
Mittauskerta 10 (23.10.2014)
24.10.2014

Mittauksessa käytettiin Vaisala Oyj:n valmistamia HMP44 mittapäitä ja lukemat otettiin Vaisala Oyj:n valmistamalla HMI41 lukulaitteella. Vaisala Oyj suosittelee mittapäiden kalibrointia vähintään kaksi kertaa vuodessa ja aina kun on syytä epäillä kalibroinnin muuttuneen.

mittapäät kalibroidaan vähintään kahden kuukauden välein kalibrointijärjestelmällä. Kuvaus kalibrointijärjestelmästä on toimitettu aiemman raportin yhteydessä. Liitteessä 1 on esitetty mittauksissa käytettyjen mittapäiden kalibrointipäivämäärät.

3 MITTAUSTULOKSET

Taulukossa 1 on esitetty rakennekosteusmittaustulokset. Mittaussyvyydet määräytyvät rakenteen paksuuden ja kuivumissuuntien mukaan. Rakenteita mitattiin kahdelta eri syvyydeltä näytepalamenetelmällä.

Taulukko 1. rakennekosteusmittaustulokset 23.10.2014. Sisäilman olosuhteet on mitattu kunkin mittauspisteen vierestä näytepalojen ottohetkellä. Taulukossa anturinro. on mittapään numero, t on lämpötila (°C), RH on suhteellinen kosteuspitoisuus (%).

NÄYTEPALAMITTAUSTULOKSET					23.10.2014			
Mittauskohta	Syvyys/ rakenne	Koeputki 1			Koeputki 2			keskiarvo RH (%)
		anturinro.	t (°C)	RH (%)	anturinro.	t (°C)	RH (%)	
MP29 9 krs. hissiaula	sisäilma	60	22,3	22,9				
	pinta	63	*	31,1	64	*	29,5	30
	2 cm	61	*	63,6	65	*	63,6	64
MP30 10 krs. hissiaula	sisäilma	60	22,7	25,2				
	pinta	27	*	48,1	67	*	45,9	47
	2 cm	90	*	93,7	114	*	95,1	94
MP31 b 10 krs. As. 51	sisäilma	60	23,8	33,1				
	pinta	68	*	35,8	69	*	34,5	35
	2 cm	23	*	81,2	25	*	82,7	82
MP32 b 10 krs. As. 54	sisäilma	60	24,9	30,5				
	pinta	166	*	41,8	214	*	42,8	42
	2 cm	91	*	88,3	95	*	78,8	84

* Lukemienottolämpötila 24.10.2014 klo 6.45 oli 21.2 °C.

Mittausraportti

4 (4)

Betonirakenteiden kosteusmittaukset
Mittauskerta 10 (23.10.2014)
24.10.2014

4 KOSTEUSMITTAUSTULOSTEN TARKASTELU

Betonirakenteen päällystettävyyden raja-arvot kellovalle lautaparketille perustuvat Betonikeskus ry:n julkaisuun Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet (2007). Julkaisun mukaan betonin suhteellisen kosteuden tulee olla alle 85 % RH arviointisyvyydellä A (20 mm) ja alle 75 % RH rakenteen pintaosissa (pinta). Kosteusmittaukset tehtiin RT-ohjekortin RT 14-10984 (helmikuu 2010) mukaisesti.

MP29, MP31b ja Mp32b

Mittaustulosten perusteella rakenteen suhteelliset kosteuspitoisuudet alittavat päällystettävyyden tavoiteraja-arvon sekä arviointisyvyydellä että rakenteen pinnassa. Kosteusmittaustulosten perusteella lattian päällystystyöt voidaan aloittaa.

MP30

Mittaustulosten perusteella päällystystöiden aloittamista ei suositella.

Espoossa 24.10.2014

Liitteet Liite 1: Mittauksessa käytettyjen mittapäiden kalibrointipäivämäärät

24.10.2014

LIITE

KALIBROINTIPÄIVÄMÄÄRÄT

Mittauksissa käytettyjen Vaisala Oy:n valmistamien kosteus- ja lämpötila-
mittapäiden (HMP42 ja/tai HMP44) kalibrointipäivämäärät

Mittapään numero	Kalibroitu	Mittapään numero	Kalibroitu	Mittapään numero	Kalibroitu
60	12.9.2014				
63	12.9.2014				
64	12.9.2014				
61	12.9.2014				
65	12.9.2014				
27	1.9.2014				
67	12.9.2014				
90	1.9.2014				
114	12.9.2014				
68	12.9.2014				
69	12.9.2014				
23	1.9.2014				
25	1.9.2014				
166	12.9.2014				
214	12.9.2014				
91	1.9.2014				
95	12.9.2014				

Kaikki mittapäät kalibroidaan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK13B kalibrointilaitteella. Laitteen suolaliuoskammioiden referenssikosteuspitoisuudet mitataan Vaisala Oy:n valmistamalla Vaisala Oy:n mittanormaallilaboratoriossa kuhunkin kosteus-pitoisuuteen säädetyillä (75 %RH ja 97 %RH) HMP233 lämpötila- kosteuslähettimillä. Referenssi-lähettimien oikeellisuutta seurataan Vaisala Oy:n valmistamalla HMK15 kosteuskalibraattorilla, jossa tarkistuskosteuspitoisuudet aikaansaadaan kalibroituja suolaliuosten avulla.

Vaativissa mittauksissa ainakin osa mittapäistä tarkistuskalibroidaan mittauksen jälkeen mittapäiden kalibrointitason pysyvyyden varmistamiseksi.

Mittalaittevalmistajan ilmoittama HMP44 mittapään mittaustarkkuus +20 °C lämpötilassa on ± 2 %RH (0...90 %RH) ja ± 3 %RH (90...100 %RH). Lämpötilan mittaustarkkuus on ± 0,5 °C. Säännöllisellä kalibroinnilla päästään selvästi parempaan mittaustarkkuuteen.