

Henri Huhtamäki

Rakennusaikaiset kosteudenhallinnan vaatimukset ja menetelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

10.11.2017

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Henri Huhtamäki Rakennusaikaiset kosteudenhallinnan vaatimukset ja menetelmät 38 sivua + 4 liitettä 10.11.2017
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonstrakennus
Ohjaaja(t)	Lehtori Timo Riikonen Vastaava mestari Hannu Räsänen
<p>Opinnäytetyössä käsiteltiin rakennusaikaisia kosteudenhallintamenetelmiä ja selostettiin, minkälaisia erilaisia vaatimuksia ja asiakirjoja on laadittu työmaiden kosteuden hallitsemista varten. Lisäksi opinnäytetyössä käsiteltiin, miten kosteudenhallinta on näkynyt mediassa.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli hankkia lisää tietoa ja käsitystä yleisesti kosteudenhallinnasta työmaalle, sekä itselleni. Lisäksi perehdyttiin kosteudenhallintaan liittyviin asiakirjoihin ja vaatimuksiin. Opinnäytetyössä haastatteluiden avulla oli myös tavoitteena kartoittaa yrityksen kosteudenhallinta tilanne ja miten sitä on yrityksen työmailla toteutettu.</p> <p>Opinnäytetyön kohdeyritys on MM Yritysrakentaja Oy, joka on korjaus- ja uudisrakentamiseen keskittynyt, vuonna 1989 perustettu rakennusliike. Aiheeseen päädyttiin, kun yrityksellä oli juuri alkanut laadunhallinnan kannalta tärkeä työmaa, missä tarvittaisiin lisäpanostusta. Kyseinen kohde oli teknisestikin haastava ja vaati kosteudenhallinnalta erityishuomiota.</p> <p>Tutkimusmenetelminä työssä käytettiin yrityksen kokoneiden vastaavien mestareiden ja työpäälliköiden haastatteluita sekä perehdyttiin kosteudenhallintamenetelmiin ja vaatimuksiin. Lisäksi päivitettiin kohteen kosteudenhallintasuunnitelma perinpohjaisesti ja vastattiin myös sen toteutumisesta työn aikana. Lähdetietona työssä on käytetty erilaisia verkkojulkaisuja, Ratu-kortteja sekä Rakennusinsinööriunionin että Betoniyhdistyksen kirjallisuutta.</p> <p>Lopputuloksena saatiin kartoitettua haastatteluiden avulla yrityksen kosteudenhallinta tilanne. Kosteudenhallinta yrityksellä on yleisesti varsin hyvä, mutta parantamisen varaakin on. Yritykselle annettiin myös kehitysehdotukset, joita projektin aikana ilmeni.</p>	
Avainsanat	Kosteudenhallinta, Kosteudenhallinnan vaatimukset

Author(s) Title	Henri Huhtamäki Management of Moisture Requirements and Methods During Construction
Number of Pages Date	38 pages + 4 appendices 10 November 2017
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructor(s)	Hannu Räsänen, Site Manager Timo Riikonen, Senior Lecturer
<p>This thesis examines moisture management methods during construction and discusses, what kind of different requirements have been set and documents produced for moisture management on construction sites. In addition, thesis clarifies how moisture management has been discussed in the media.</p> <p>The goal of this study was to obtain more information and general understanding of moisture management, to be utilized on site and by the author. In addition, documents and requirements of moisture management were studied. Interviews were conducted to assess the current moisture management situation in the company, as well as to record moisture management in implement on its construction sites.</p> <p>The thesis was commissioned by MM Yritysrakentaja Ltd., a construction company specializing in renovation and new construction, established in 1989. Need for the study occurred when the company had just started a construction site which was important in terms of quality management, and additional input would be needed. The site was technically challenging and required special attention to be paid to moisture management.</p> <p>Research methods in this study included interviews with the company's experienced site managers and project managers, as well as research on moisture management methods and requirements. In additional, moisture managing plan on site was updated sites and its implementation during the construction work was supervised. As literary sources of information, various online publications, Ratu cards, and literature of the Finnish Construction Association and the Concrete Society were used.</p> <p>As a result, the company's moisture management situation was assessed. Moisture management in the company was found to be generally quite good, but there is also room for improvement. The company also received development proposals based on observations made during the project.</p>	
Keywords	Moisture management, Moisture management requirements

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Projektin sisältö ja rajaus	1
1.2	Projektin tutkimusmenetelmät ja tavoitteet	1
2	Kosteudenhallinnan tarkoitus	3
2.1	Rakennusaikaiset kosteuslähteet	3
2.2	Kosteusvaurioiden syntyminen	5
2.3	Kosteudenhallinta tämän päivän rakennustyömailla	5
2.4	Kosteudenhallinnan tulevaisuus	6
3	Kosteudenhallinnan vaatimukset rakennusaikana	8
3.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki	8
3.2	Rakentamismääräyskokoelma C2 kosteusrakentamisessa	8
3.3	Kuivaketju 10	9
3.4	Kosteudenhallinta-asiakirja	10
3.5	Työmaa-aikainen kosteudenhallintasuunnitelma	12
3.6	Kuivumisaikojen vaikutus aikatauluun	16
3.7	Rakenteiden pinnoitettavuusvaatimukset	17
4	Rakennusaikaiset kosteudenhallintamenetelmät	20
4.1	Kosteusriskien kartoitus	20
4.2	Rakenteiden ja materiaalien sääsuojaus	20
4.3	Kosteuden poisto ja kuivatus	22
4.4	Lämmitys	23
4.5	Kosteusmittaukset	24
5	Kosteudenhallinta projektikohteessa	25
5.1	Yritysesittely	25
5.2	Kohteen yleisesittely	26
5.3	Kosteudenhallintasuunnitelman täydennys	26
5.4	Kohteessa käytetyt rakennusaikaiset kosteudenhallintamenetelmät	29

5.5	Haastattelutulokset	32
6	Kehitysehdotukset yrityksen työmaa-aikaiseen kosteudenhallintaan	34
7	Yhteenveto ja pohdinta	35
	Lähteet	37
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelukysymykset	
	Liite 2. Päivitetty kosteudenhallintasuunnitelma	
	Liite 3. Kosteusmittauslaitteen tekniset tiedot	
	Liite 4. Lämmityskaluston tekniset tiedot	

Lyhenteet

LEED	LEED on yhdysvaltalainen, kansainvälisesti vertailukelpoinen vihreiden kiinteistöjen sertifiointijärjestelmä. U.S. Green Building Councilin myöntämä rakennuksen LEED-sertifiointi perustuu riippumattoman, kolmannen osapuolen tekemään arviointiin tilojen, rakennuksen tai rakennushankkeen ympäristöominaisuuksista.
RH	Suhteellinen kosteus eli relative humidity on ilmassa esiintyvän vesihöyrynpitoisuuden ja kyllästyshöyrynpitoisuuden välinen suhde tietyssä lämpötilassa. Suhteellinen kosteus ilmoitetaan yleensä prosentteina.
Rakennuttaja	Rakennuttaja on rakennushankkeeseen ryhtyvän edustaja.

1 Johdanto

1.1 Projektin sisältö ja rajaus

Opinnäytetyössä on tarkoitus käsitellä rakennusaikaista kosteudenhallintaa. Opinnäytetyössä myös käsitellään, minkälaisia erilaisia vaatimuksia ja suunnitelmia on laadittu rakennushankkeiden kosteuden hallitsemista varten. Opinnäytetyössä lisäksi käsitellään, miten kosteusvaurioita ehkäistään ja minkälaisilla menetelmillä kosteudenhallintaa suoritetaan työmailla. Kosteudenhallintaa käsitellään myös yleisesti, miten se mediassa on ilmennyt.

Lisäksi työssä haastatellaan kohdeyrityksen kokeneita vastaavia mestareita ja työpäälliköitä. Tuloksien avulla selvitetään, minkälaisia menetelmiä he ovat käyttäneet kosteutta hallitessaan työmaillaan ja mitkä ovat heidän näkemykset työmaa-aikaiseen kosteudenhallintaan. Lisäksi haastatteluissa kysytään, mitkä heidän näkemyksensä ovat rakennushankkeiden kosteudenhallinnan tilanteesta tänä päivänä rakennustyömailla ja mitä kehitettävää vielä olisi.

Opinnäytetyössä ei käsitellä sääsuojien kustannusvertailuja eikä myöskään luetella erilaisia kosteudenmittausmenetelmiä tai kosteudenseurantajärjestelmiä muutoin kuin yleisellä tasolla. Opinnäytetyössä ei vertailla rakennusaikaisia lämmityskalustojen kustannuksia eikä luetella työmaa-aikaisia lämmitysjärjestelmiä tai vertailla niiden energiatehokkuuksia.

1.2 Projektin tutkimusmenetelmät ja tavoitteet

Projektiin päädyttiin yhdessä työpäällikön kanssa, kun mietittiin harjoitteluajan työmaata. Tämän projektin aihe valittiin, kun yrityksellä oli juuri alkanut laadunhallinnan kannalta tärkeä työmaa, missä tarvittaisiin lisäpanostusta. Kyseinen kohde oli teknisesti haastava ja vaati kosteudenhallinnalta erityishuomiota.

Tutkimusmenetelminä työssä käytetään yrityksen kokeneiden vastaavien mestareiden ja työpäälliköiden haastatteluita sekä perehdytään kosteudenhallintamenetelmiin. Kos-

teudenhallinnan vaatimuksiin perehdytään ja tutkitaan sen kannalta, mitä laki on asettanut vaatimuksiksi rakennusaikaiselle kosteudenhallinnalle. Lisäksi perehdytään kohteen kosteudenhallintasuunnitelmaan liittyviin asiakirjoihin ja päivitetään kosteudenhallintasuunnitelma sekä vastataan myös sen toteutumisesta projektityön aikana. Lähdetietona käytetään erilaisia verkkojulkaisuja, Ratu-kortteja, Rakennusinsinööriliiton ja Betoniyhdistyksen kirjallisuutta.

Projektin tavoitteena on hankkia lisää tietoa ja käsitystä yleisesti kosteudenhallinnasta. Lisäksi perehdytään kosteudenhallintaan liittyviin asiakirjoihin ja vaatimuksiin. Projektissa haastatteluiden avulla on tavoitteena myös kartoittaa yrityksen kosteudenhallintatilanne ja miten sitä on yrityksen työmailla toteutettu. Lisäksi annetaan yritykselle projektin yhteydessä tulleiden asioiden perusteella kehitysehdotuksia työmaiden kosteudenhallintaan.

2 Kosteudenhallinnan tarkoitus

Rakennustyömaan kosteudenhallinnan päätavoitteena on estää kosteusvaurioiden syntyminen. Jos rakennuksessa ilmenee kosteusvaurioita, on hankkeen suunnittelussa, rakennusvaiheessa tai käytössä tapahtunut virhe. Hyvin suunniteltu ja toteutettu kosteudenhallinta rakennustyömaan aikana antaa edellytykset myös sille, että rakenteet kuivuvat tavoiteltuun kosteustilaansa ilman aikatauluviivästyksiä. Useimmiten kosteusvauriot eivät johdu yhdestä virheestä, vaan ovat yleensä monen asian summa.

2.1 Rakennusaikaiset kosteuslähteet

Rakennusaikaisia kosteuslähteitä on mm:

- Vesi- ja lumisade
- Kastuneet rakennusmateriaalit
- Pohjavesi
- Ilman vesihöyryn tiivistyminen kosteusherkille pinnoille
- Rakennusmateriaalin valmistamiseen käytetty vesi
- Rakenteissa itsessään olemassa oleva vesi
- Vesivahingot.

Taivaalta tuleva kosteus on rakennusaikaisista kosteuksista haastavinta torjua, tuli kosteus sitten vetenä tai lumena. Vesi- ja lumisateen lisäksi täytyy huomioida tuulen voimakkuus. Tuulen takia sade voi olla viistosadetta, jolloin tuulenpaine siirtää vettä myös ylöspäin rakenteita pitkin [9].

Vesi- ja lumisateen takia rakennusmateriaalit tulisi suojata suojapeitteillä tai varastoida sääsuojaan. Suojapeitteiden puutteellisuus tai epäonnistunut materiaalien suojaus lisää rakennusaikaisia kustannuksia ja materiaalihukkaa.

Maaperän kosteus on jatkuvana rasitteena, mutta myös pohjavedenpinta on poikkeusta aina jollakin syvyydellä rakennuksen alla. Pohjavedenpinnan välissä on erilaisia luonnontilaisia ja rakennettuja maakerroksia, joiden pitäisi estää rakenteita vaurioitumasta veden kapillaarisen siirtymisen vaikutuksesta. Rakenteita rasittavat vielä ulkopuolelta tulevat pintavedet ja vajovedet. Rakennuskohteen kallistusten tulisi olla sellaiset, että satava vesi tai sulava lumi ohjautuvat pois päin rakenteista. Rakenteita vasten maakaava lumi tai viistosade voivat aiheuttaa kosteudelle herkissä materiaaleissa kosteusvaurioita jo rakennusaikana [10].

Ilma voi sisältää tietyssä lämpötilassa vain tietyn määrän kosteutta. Talvisin ilman sisältämä kosteus on pientä, kun taas kesällä se on suurimmillaan. Erityisesti kesäaikaan työmailla tulisi huolehtia hyvästä ilmanvaihdosta, jotta kosteus ei pääse kerääntymään kosteusherkkien materiaalien pintaan. Kosteus siirtyy aina kuivempaan suuntaan, joko kuivempaan rakenteeseen tai kuivempaan ilmaan. Materiaalien kosteuspitoisuus muuttuu ilman kosteuspitoisuuden mukana [9].

Rakennusmateriaalien valmistamisessa käytettävää vettä tulisi minimoida, erityisesti sisätiloissa käytettäessä. Ylimääräinen kosteus sisätiloissa rakennusaikana on täysin tarpeetonta ja lisää kosteusvaurioiden riskiä. Väliaikaisten vesipisteiden sijoittelu ja valmiista käytön vähentävät jo kosteusvaurioiden riskiä huomattavasti.

Rakenteisiin tai materiaaleihin jääneen kosteuden tulisi päästä poistumaan vapaasti. Esimerkiksi elementin lämmöneristykseen päässyt kosteus ei pääse poistumaan, ellei sen poistamisesta huolehdita erikseen. Valmisbetoni valuissa kosteudenpoistosta ja betonin kuivumisesta täytyy myös huolehtia, että rakennetta ei päällystetä ennen sen kuivumista. Betonin kuivuessa ilmaan pääsee vesihöyryä, joten on myös huolehdittava tarpeellisesta ilmanvaihdosta ja että vesihöyryä ei aiheudu muille materiaaleille kosteusvaurioita. [9].

Vesivahinkoja työmaalla saattaa aiheutua, esimerkiksi väliaikaisten vesipisteiden putkiriikoista, ilkvallasta tai sääsuojapeitteen rikkoutumisesta. Vesipisteiden sijoittelulla ja pääsulun sulkeminen työskentelyaikojen ulkopuolella ehkäisee jo joitain kosteusvaurioita rakennusaikana.

2.2 Kosteusvaurioiden syntyminen

Kosteusvauriot syntyvät yleensä, kun rakenteisiin kertyy liikaa kosteutta ja kosteus ei pääse poistumaan rakenteesta tai rakenne ei pääse kuivumaan tiettyyn aikaväliin mennessä. Tätä ei pitäisi tapahtua, jos rakennus on oikein suunniteltu ja toteutettu. Yleensä kosteusvauriot aiheuttavat terveyshaittoja rakennuksen käyttäjälle ja näkyviä rakenteellisia virheitä. Siksi kosteusvaurioita pitäisi ehkäistä jo rakentamisen aikana ja oppia aiemmin tehdyistä rakennusvirheistä. Kosteusvaurion syy voi johtua monen asian yhteensattumasta. Kosteusvaurioiden yleisimmät syyt ovat mm:

- Kosteusteknisesti riskialttiit suunnitteluratkaisut
- Rakennusvirheet
- Rakenteiden ja materiaalien teknisen käyttöiän päättyminen
- Huollon laiminlyöminen
- Eristysvauriot.

Sopivissa olosuhteissa kosteusvaurio voi syntyä hyvinkin nopeasti, mutta voi myös kestää vuosikymmeniä. Kosteusvaurioita voi löytyä sekä uudesta että vanhemmastakin rakennuksesta ja sitä ei välttämättä voi havaita aistinvaraisesti. Kosteusvaurioita pitäisi myös osata korjata oikein, jotta ei tapahtuisi enempää vahinkoa rakenteille tai käyttäjille. [18].

2.3 Kosteudenhallinta tämän päivän rakennustyömailla

Viimeisen 20 vuoden aikana rakennustyömailla on saatu asennemuutosta parempaan päin kosteudenhallinnan suhteen. Merkittävin tekijä on toimintatapojen muutos ja kehitys työmailla. Silti työmailla edelleen tehdään samoja rakennusvirheitä ja asennemuutos on hidasta. Mediassa on viime aikoina hyvin paljon mainintoja, nimenomaan rakennusvaiheen sisäilma- ja kosteusvaurio-ongelmista, jotka johtuvat pääosin epäonnistuneesta kosteus- ja olosuohdehallinnasta. Negatiivisesta mediajulkisuudesta johtuen ovat tilaajat, suunnittelijat ja rakentajatkin ottaneet opikseen kosteudenhallinnan merkityksen työmaan aikana. Nykyisin laadunhallintajärjestelmät ovat kehittyneet rakennusliikkeillä ja heiltä löytyvät hyvät kosteudenhallintamenetelmät rakentamisen ajaksi. Betoniteollisuus on ollut myös merkittävä tiennäyttävä kosteudenhallinnassa. He ovat teettäneet erilaisia

ohjeistuksia rakentajille betonirakenteiden kosteusmittauksista ja kuivumisaikojen arvioinneista. [5].



Kuva 1. Erilaisia Betoniyhdistyksen julkaisemia ohjeistuksia [5].

Tietoa rakentamisen kosteudenhallitsemiseksi löytyy todella paljon. Pienillä asennemuutoksilla ja resursseja lisäämällä saataisiin rakennettua kosteusteknisesti toimivampia ja terveellisempiä rakennuksia. On hyvä asia, että rakentamisessa on vähitellen herätty siihen, miten voitaisiin tehdä kosteusteknisesti toimivampia rakenteita ja miten estää kastumista rakentamisen aikana.

2.4 Kosteudenhallinnan tulevaisuus

Kosteudenhallinnan tulevaisuutta ajatellen pitäisi ehdottomasti jatkaa hyvin pohjustetulla polulla ja ottaa koko työmaahenkilöstö mukaan kosteudenhallinnan varmistamiseksi. Joillakin rakennusliikkeillä on jo käytössä kosteudenhallintakortti, jolla lisätään tietoisuutta kosteus- ja olosuhdehallintaa työmaille. Jo rakennusalan ammattikouluissa olisi syytä ottaa opetukseen kosteudenhallinnan perusteita ja kertoa, miksi sitä toteutetaan. [5].

Laadunhallinnan kannalta on tärkeää kehittää olosuhdehallintaa ja ottaa myös nykyteknologia mukaan rakentamiseen, kuten olosuhdeseurantajärjestelmiä, joita on jo markkinoilla. Olosuhdeseurantajärjestelmillä voidaan tarkkailla mahdollisia kosteusvaurioita ja

seurata rakenteen kosteutta sekä lämpötilaa reaaliaikaisesti. Tällaisilla rakenteisiin upotettavilla antureilla voi myös seurata mahdollisia kosteusvaurioita kohteen käytön aikana. Tulevaisuudessa olisi syytä kehittää lisää mittauslaitteita ja kosteusmittauskoulutusta, jotta voidaan saada varmuus mitattavan rakenteen kosteuspitoisuudesta. Toki tässä kohtaa tulee ongelmaksi taloudellinen puoli eli mittauslaitteiden pitäisi olla kohtuuhintaisia, mutta silti luotettavia.

3 Kosteudenhallinnan vaatimukset rakennusaikana

Kosteudenhallinta alkaa varsinaisesti jo hankesuunnitteluvaiheessa, mutta sen toteutusta ja valvontaa tapahtuu rakentamisvaiheessa. Laissa ja asetuksissa on määritelty hyvin suuntaa antavasti, miten kosteudenhallintaa tulisi toteuttaa rakentamisvaiheessa. Kosteudenhallintaan on lisäksi olemassa hyviä ohjeistuksia ja laadittuja asiakirjoja, joita esimerkiksi rakennusvalvontavirasto voi vaatia käytettäväksi rakennusluvan ehtona. Seuraavissa luvuissa on kerrottu, minkälaisia vaatimuksia, asiakirjoja ja ohjeistuksia on laadittu kosteudenhallinnalle rakentamisvaiheessa ja miten niitä tulisi noudattaa.

3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaissa on tavoitteena saada maankäyttöalueet ja rakentaminen järjestettyä niin, että saadaan luotua hyvät elinympäristöt taloudellisesti, ekologisesti, sosiaalisesti ja suotuisaksi kestäväälle kehitykselle. Maankäyttö- ja rakennuslaissa on asetettu rakentamiselle teknisiä vaatimuksia, joita täytyisi noudattaa. Teknisiä vaatimuksia rakentamisessa on monia, mutta niistä yksi erityisesti koskee rakentamisvaiheen kosteudenhallintaa. Pykälä 117c § viittaa terveellisyyteen liittyviä teknisiä vaatimuksia kosteudenhallinnan suhteen. Siinä sanotaan mm. seuraavaa:

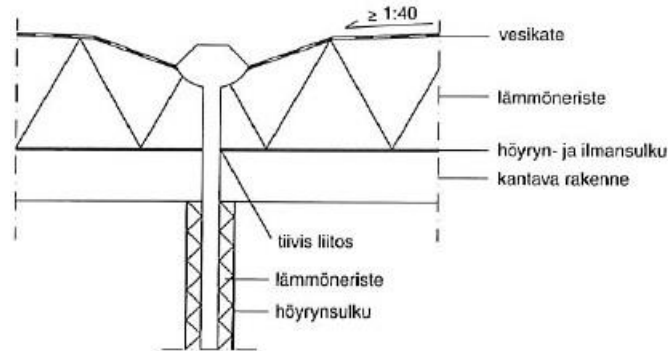
Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että rakennus käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteittensa edellyttämällä tavalla suunnitellaan ja rakennetaan siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden vaarantumista sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn taikka rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi. [19].

Eli rakennushankkeeseen ryhtyvältä edellytetään, että kohde toteutetaan niin, että siitä ei aiheudu kosteusvaurioista syntyviä terveyshaittoja.

3.2 Rakentamismääräyskokoelma C2 kosteusrakentamisessa

Rakentamismääräyskokoelmissa on annettu tarkemmat ohjeet rakentamista koskevista säännöksistä. Rakentamismääräyskokoelma myötäilee hyvin pitkälti maankäyttö- ja rakennuslain 117 § teknisiä ominaisuuksia. Rakentamismääräyskokoelman määräykset koskevat yleensä uudiskohteita. Rakentamismääräyskokoelmaa voidaan soveltaen

käyttää myös korjausrakennushankkeissa. Rakentamismääräyskokoelma C2 sisältää rakennusosittain selostuksen, miten rakenteet toimivat kosteusteknisesti ja minkälaiset ominaisuudet niillä on. Sen tarkoituksena on esittää, kuinka voidaan ehkäistä kosteudesta syntyviä haittoja ja vaurioita. [20].



Kuva 2. Esimerkki C2:n kattokaivo rakenteen ohjeistuksista [20].

Rakentamismääräyskokoelma ja Maankäyttö- ja rakennuslaki on kokemassa muutosta, kun ympäristöministeriö vaati vuonna 2013 panostusta rakentamisen kosteusvaurioiden ehkäisemiseen. Rakennusvalvontavirastot heräsivät sitä myöten myös kosteudenhallinta-asioihin. Ainakin pääkaupunkiseudun rakennusvalvonnat tekivät yhtenäisen päätöksen alkaa panostamaan rakennushankkeiden kosteudenhallintaan. Yhtenäisen päätöksen tuloksena rakennusvalvonnat alkavat vaatimaan rakennushankkeisiin ryhtyviltä kosteudenhallintaselvityksen laatimista kohteesta. Uudistuksen myötä myös Oulun rakennusvalvonta alkoi kehittämään kosteudenhallintamenetelmiä, jonka johdosta syntyi uusi kosteudenhallintatoimintamalli nimeltään Kuivaketju 10. [21].

3.3 Kuivaketju 10

Kuivaketju 10 on kosteudenhallinnan toimintamalli, jolla on tarkoituksena ehkäistä kosteusvaurioiden riskejä koko rakennusprosessin aikana. Toimintamalli perustuu sille, että keskitytään kymmeneen erityiseen kosteusriskikohtaan, jotka torjumalla saadaan kosteusteknisesti kestäviä rakennuksia koko elinkaaren ajaksi.

- Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattia-rakenteita.
- Sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinärakenteen sisälle.

- Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan.
- Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi.
- Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin.
- Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kiinteistöön laajoja vesivahinkoja.
- Huonosti toteutetussa märkätilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet.
- Kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällystemateriaalin turmeltumisen.
- Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen.
- Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti.

Toimintamallista on laadittu toimintatapaohjeet, joita noudattamalla saadaan torjuttua yllä mainitut riskit. Suunnitteluvaiheessa suunnittelijat tarkentavat riskilistaa kohteeseen sopivaksi ja muokkaavat suunnitelmiaan kosteusteknisesti toimivammiksi. Rakentamisvaiheessa Kuivaketju 10 noudattamisesta vastaa urakoitsija. Urakoitsijan täytyy noudattaa suunnitelmia ja dokumentoida kaikki riskilistan vaiheet tehdyiksi. Kosteudenhallintakoordinaattorin täytyy todentaa ja valvoa, että urakoitsija on toiminut toimintatapaohjeiden mukaan. Toimintatapaohjeet on sisällytetty erilliselle Excel-taulukolle, johon oman alan toimija voi kuitata tehdyksi kunkin vaiheen. Toimii lähes samaan tapaan kuin tarkastusasiakirja. [22].

3.4 Kosteudenhallinta-asiakirja

Kosteudenhallinta-asiakirja laaditaan rakennuttajan toimesta jo ennen rakentamisvaihetta. Tämä luku on otettu opinnäytetyöhön mukaan sen takia, koska se liittyy työmaaikaiseen kosteudenhallintaan oleellisesti.

Rakennuttajan täytyy jo hankesuunnitteluvaiheessa rakennusvalvonnasta lupaa haikiessa esittää millä tavalla aikoo kohteessaan kosteutta hallita. Tätä kutsutaan kosteudenhallinta-asiakirjaksi, jossa on määritelty hankkeen kosteudenhallinnan tavoitteet ja toimintaperiaatteet. Rakennuttajan laatimassa kosteudenhallinta-asiakirjassa eli alusta-

vassa kosteudenhallintasuunnitelmassa määritetään hankkeen kosteudenhallintaan liittyvät tavoitteet ja toimintaperiaatteet jatkotyöskentelyä varten. Kosteudenhallinta-asiakirjan tulisi sisältää seuraavat kohdat:

- Hankkeen yleistiedot
- Hankkeen erityispiirteet ja erityisvaatimukset
- Rakennuttajan määrittämä tavoitetaso
- Kosteusriskien arviointi ja tulokset: riskiluokka sekä kriittiset rakenteet
- Rakennustyön aikana mahdollisesti ilmenevät riskit
- Sääolosuhteet
- Rakennuspaikan sijainti
- Työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelu
- Hankkeen aikataulu sekä kuivumisaika-arviot rakennekohtaisesti
- Rakennustarvikkeiden varastointi ja suojausvaatimukset työmaalla, sekä kuljetuksen aikainen suojausvaatimus
- Keskeneneräisten ja valmiiden rakenteiden tai rakennusosien suojausvaatimukset
- Suunnitteluvaiheeseen lähtötiedoiksi tarvittavat tutkimukset ja kartoitukset.

Kosteudenhallinta-asiakirja on kirjallinen dokumentti, jossa on selostettu kosteudenhallinnan vaatimustasot. Kosteudenhallinta-asiakirjaan asetetut tavoitteet ja vaatimukset välitetään eteenpäin suunnittelijoille ja toteuttajille. Rakennussuunnitteluvaiheessa rakennuttajan tekemää kosteudenhallinta-asiakirjaa täydennetään ja se toimii pohjana rakennusvaiheen kosteudenhallintasuunnitelmalle. [6].

Suunnittelu- ja urakkasopimuksissa määritellään ehdot kosteudenhallinnalle. Mikäli asiakirjoissa ei määritetä kosteudenhallinnan tasoa, on urakoitsijoilla vapaus valita käytettävät kosteudenhallintamenetelmät. [6].

Rakennuttajan tulisi sisällyttää tarjouspyyntöasiakirjoihin mahdollisimman yksityiskohtainen kosteudenhallintasuunnitelman laatimisohje sekä ilmoittaa tarvittavilta osiltaan vaatimukset urakoitsijoiden kosteudenhallintasuunnitelman vähimmäissisällöstä. Toki urakoitsijat voivat laatia laajemman kosteudenhallintasuunnitelman kuin rakennuttaja on ilmoittanut. [6].

Pääurakoitsijan tulisi esittää ja hyväksyttää rakennuttajalla kriittisten rakenteiden kuivumisaika-arviot. Pääurakoitsijan tulisi hyväksyttää rakennuttajalla myös sääsuojasuunnitelma, työmaa-aikainen olosuhdehallintasuunnitelma, materiaalien varastoinnin aikainen kosteus ja sääsuojaus, sekä kosteusmittausuunnitelma. Rakennuttajan on määriteltävä, että kuinka kattava sääsuojautason täytyy olla ja missä vaiheessa sitä vaaditaan. Varastotilojen hankkimisesta ja toimittamisesta on sovittava erikseen. Rakennusosien ja rakenteiden kosteudenhallinnan urakkarajat olisi syytä määritellä epäselvyyksien välttämiseksi. Tällä ehkäistään sitä, että ei kenellekään ole epäselvyyttä siitä kenelle kosteudenhallinta kuuluu milloinkin. [6].

3.5 Työmaa-aikainen kosteudenhallintasuunnitelma

Rakennuttajan vastuulla on, että kohde toteutetaan sekä sopimus- ja suunnitteluasiakirjoja, että lakeja ja määräyksiä noudattaen. Rakennuttajan tulisi myös antaa edellytykset rakennusvaiheen kosteudenhallinnan toteutumiselle, jotta saataisiin käyttäjälle paras mahdollinen lopputulos. Kosteudenhallintasuunnitelma on nimenomaan yksi työkalu parhaan lopputuloksen saavuttamiseksi.

Kosteudenhallintasuunnitelman avulla pyritään ehkäisemään korjaus- ja uudisrakentamisen kosteusvaurioita ja kartoittamaan niiden riskirakenteita. Kosteudenhallintasuunnitelman tarkoituksena on myös varmistaa rakenteiden kuivumisajat, sekä luoda käyttäjille terveellinen ja hyvinvoiva käyttökohde. Kosteudenhallintasuunnitelma tehdään aina yksilöidysti kullekin työmaalle.

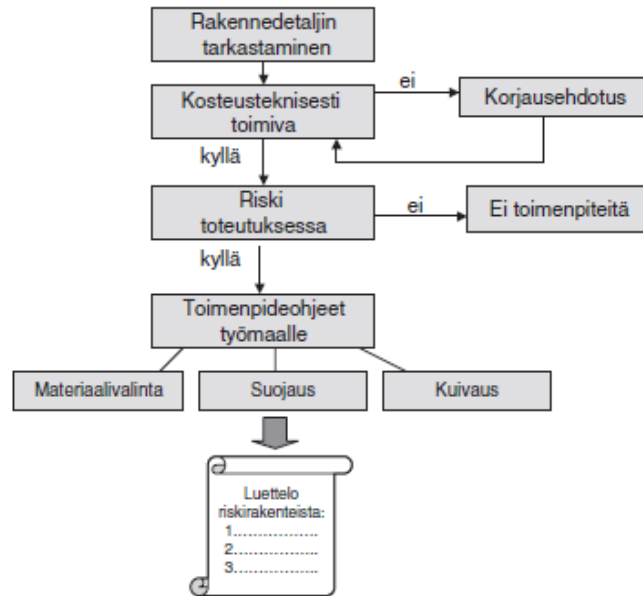
Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma on jokaisen rakennusliikkeen itse muokkaama ja hallinnoima suunnitelma, joten ne saattavat erota hieman toisistaan. Se kuinka laaja suunnitelma on, riippuu täysin yrityksen panostuksesta suunnitelmiin ja laadunhallintaan. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa tulisi käsitellä ainakin seuraavat kohdat:

- Työmaan yleistiedot
- Kosteusriskien kartoitus
- Työmaan olosuhdehallinta
- Rakenteiden kuivumisaika-arviot
- Kosteusmittausuunnitelma
- Suunnitelman seuranta ja valvonta.

Niin kuin aiemmin mainittiin suunnitelma voi yrityksissä vaihdella, mutta rakenteeltaan se on kuta kuinkin tämän näköinen. Suunnitelman laatiminen alkaa siis työmaan yleistietojen kirjaamisesta. Työmaan yleistiedoissa on yleensä kohteen nimi ja osoite, sekä kohteen laajuus. Lisäksi perustiedoissa on vastuuhenkilöiden yhteystiedot ja muita kohteeseen liittyviä erityistietoja. [16, s. 95.]

Kosteusriskien kartoituksessa on tarkoitus käydä läpi kaikki työmaan rakennedetaljit ja arvioida niiden riskialttius kosteusteknisen toiminnan kannalta. Kosteusriskien kartoituksessa selvitetään myös, miten työmaa-aikana rakenteet toimivat ja vaativatko ne jotain erikoistoimenpiteitä. Riskien kartoituksen yhteydessä olisi hyvä kerätä luettelo riskirakenteista ja tarvittaessa pyytää rakennesuunnittelijalta näihin ohjeita. Luetteloa apuna käyttäen työnjohto voisi helpommin toteuttaa rakennedetaljeja eri työvaiheissa. Riskirakenne saattaa olla esimerkiksi yläpohjarakenteiden kastumisvaara toteutuksen aikana. [2.]

Taulukko 1. Kartoitus kosteusriski rakenteista. [1].



Työmaan olosuhteiden hallinnalla pyritään minimoimaan rakennusten kosteusriskit sekä varmistamaan, että kohteet voidaan toteuttaa suunnitelman mukaisessa aikataulussa erilaisissa sääolosuhteissa. Olosuhteiden hallinnassa olennaisinta on oikein tehdyt rakenteiden sekä kosteuden estämisen suojaustoimenpiteet. Rakennuskohteen kunnollisella suojauksella, joka tarkoittaa sitä, että kohde voidaan rakentaa erilaisten sääsuojien tai julkisivusuojien alla. Tällaisella toimenpiteellä estetään rakennusmateriaalien vaurioituminen ja parannetaan samalla työolosuhteita säästä riippumatta. Tätä kautta myös usein työtehokkuus paranee. Kastumisen estämiseksi rakennusmateriaalit kannattaakin tilata työmaalle kosteussuojattuina ja varastoida ne heti esimerkiksi kevytpeitteillä tai järjestää jokin muu säänkestävä varastoalue. Myöskin itse aiheutetut kosteuden lähteet tulisi ehkäistä rakentamisen aikana. Esimerkiksi varautumalla työmaa-aikaisiin vesivahinkoihin vesi-imureiden saatavuudella ja suunnittelemalla ennakkoon väliaikaisten vesipisteiden sijainnit, sekä sulkemalla pääsulut työaikojen ulkopuolella. Olosuhdehallinnan oleellinen osa on myös lämmityksen ja ilmanvaihdon optimoiminen. Sisätilojen lämmittämällä saadaan monia hyötyjä yhdellä kertaa. Yksi näistä on kuivumisaikojen lyheneminen, kun rakenteet alkavat lämmetä ja kosteus alkaa siirtymään sisäilmaan. Kondenssikerääjillä ja riittävällä tuuletuksella voi varautua kosteuden nopeaan kerääntymiseen sisäilmaan. [2, 16, s. 104.]

Kuivumisaika-arvioiden avulla voidaan työmaalla ottaa huomioon eri rakenteiden vaatima kuivumisaika aikatauluja suunniteltaessa. Kuivumisaika-arvioita yleensä tarvitaan betonirakenteissa, jotka päällystetään kosteusherkillä pintamateriaalilla. Kuivumisaika-arvioita voidaan alkaa laskea, kun rakennetyyppi ja tavoiteltu kosteuspitoisuus ovat tiedossa. Kuivumisaika-arvioihin ei ole yhtä oikeaa laskentakaavaa, vaan lähinnä perustuvat perinteeksi tulleeseen ”sentti per viikko” -menetelmään tai normien laskentakaavoihin. Betoniyhdistyksellä on esimerkiksi olemassa varsin hyviä betonirakenteiden kuivumisaika-arvioihin perustuvia valmiita laskentakaavoja. Toki näissä taulukoissa on esitetty eri olosuhteille eri laskentakertoja, mutta pääasiassa työmaalla tulisi pyrkiä pitämään ilmankosteusprosentti alhaisena ja lämpötila ylhäällä. Kuivumisaika-arviot ovat aina vain suuntaa-antavia arvioita ja todellinen kuivumisaika tulisi aina todeta kosteusmittauksin. [16, s. 100.]

Kosteusmittaussuunnitelma laaditaan siksi, että kosteusmittauksin voidaan varmistua, että rakenteet ovat kuivuneet suunnitellusti. Mittaustuloksien perusteella voidaan varmistua siitä, että rakenne voidaan päällystää ja siitä ei aiheudu terveyshaittoja tulevaisuudessa. Kosteusmittaukset tulisi aloittaa, kun kohteeseen on saatu lämpö päälle, jolloin voidaan todeta rakenteiden kosteusarvot ja kartoittaa lisäkuivatuksen tarve. Kosteusmittaussuunnitelma tulisi sisältää kaikki, mitä kohteessa mitataan, kuinka usein, minkälaisia mittalaitteita käytetään ja kuka mittaukset suorittavat. Mittaustulokset dokumentoidaan ja niistä laaditaan aina mittauspöytäkirjat. [2, 16, s. 106.]

Kosteudenhallintasuunnitelmaa tulisi myös noudattaa, ettei se vain jäisi paperilapuksi pöytälaatikkoon pölyyntymään. Päätoteuttajalla on velvollisuus suorittaa rakennuttajan vaatimalla tavalla kosteudenhallinnan seuranta ja ilmoittaa, sekä dokumentoida kaikki poikkeamat. Lisäksi kosteudenhallintasuunnitelma voi sisältää rakennuttajan laatimassa kosteudenhallinta-asiakirjassa sisältävät laatutavoitteet ja siihen liittyvät erityisvaatimukset.

Kosteudenhallintasuunnitelman laatii aina vastaava työnjohtaja. Vastaava mestari voi halutessaan nimetä jonkun työnjohtajan vastaamaan kokonaisuudessaan kosteudenhallinnasta. Näin ollen kosteudenhallinta tulee hyvin toteutettua työmaalla, kun on tiedossa vastaava henkilö, joka huolehtii kosteudenhallinnan toteutuksesta. [2.]

3.6 Kuivumisaikojen vaikutus aikatauluun

Rakenteiden kuivumisajat määrittää yleensä sitä seuraavan tehtävän aloitusajankohdan. Pitkät kuivumisajat aiheuttavat tehtävien päällekkäisyyttä ja joillekin tehtäville tulee kiire päästä edellisen työvaiheen alta pois. Rakenteiden kuivumisen kannalta merkittäviä ajankohtia ovat:

- Rakennusvaipan ja vesikaton valmistuminen veden- ja lämmöneristeineen
- Lämmitysjärjestelmän käyttöönotto (väliaikainen tai lopullinen)
- Kosteutta aiheuttavat työvaiheet kuten valut, tasoite- ja pintalattiatyöt sekä muuraus.

Aikataulua laatiessa on otettava huomioon asiat, jotka vaikuttavat rakenteiden teoreettiseen kuivumisaika-arvioon. Kuivumisaika-arvio antaa teoreettisen ajan, jonka jälkeen rakenne olisi kuiva. Toki tähän vaikuttavat muutkin olosuhteet ja suojaustoimenpiteet. Kuivumisaika-arvio on myös aika, jolloin kannattaa alkaa seuraamaan ja varmistaa rakenteen kuivuminen. Kosteusmittauksilla varmistetaan todenmukainen kuivumisaika ja seurataan rakenteen kuivumista. Kosteusmittauksilla varmistetaan myös, milloin rakennetta voidaan alkaa pinnoittaa. [7].

Rakenteiden kuivumisaika-arvioita verrataan suunniteltuun aikatauluun ja todetaan, onko aikataulu toteutuskelpoinen. Jos aikataulu ei ole toteutuskelpoinen voidaan kuivumista edistää luomalla tarpeeksi hyvät olosuhteet, jotta tarvittava kuivuminen tapahtuisi aikataulun puitteissa. [7].

Rakenteiden kuivuminen viivästyy yleensä, jos rakenne pääsee kastumaan kuivumisaikana. Aikataulullisesti kuivumisaikoja voidaan pienentää:

- Luomalla kohteeseen optimaaliset kuivumisolosuhteet
- Betonilaadun valinnalla (pienentämällä vesi/sementti suhdetta)
- Päälystysmateriaalin vaihtamisella kosteutta kestävämpään materiaaliin

- Kastumisen ehkäisemisellä
- Sementtiliiman poistolla betonin pinnalta heti kun mahdollista
- Muuttamalla työjärjestystä, esimerkiksi siirtymällä seuraavaan osakohteeseen tai lohkon kuivumisen ajaksi
- Ilmanvaihdon optimoimisella [7].

3.7 Rakenteiden pinnoitettavuusvaatimukset

Kostealle alustalle pinnoitetut päällysmateriaalit aiheuttavat yleensä sisäilma- ja muita terveyshaittoja käyttäjälle. Vauriot voivat johtua materiaalin huonosta kosteudenkestävyydestä tai valmiiksi kostuneesta materiaalista. Toki syynä voi myös olla esimerkiksi käyttäjän laiminlyömät pintamateriaalin käyttöohjeet. Jokaisella pintamateriaalilla on kriittinen kosteusraja-arvo, jonka alle rakenteen tulee kuivua ennen sen pinnoittamista.

Betonirakenteissa tavoitteellinen suhteellinen kosteus määräytyy päällystemateriaalin vesihöyryn läpäisevyyden ja kosteuden kestävyys perusteella. Liimakiinnitteisten päällysteiden tavoitteellinen suhteellinen kosteus määräytyy yleensä liiman kosteuden-sietokyvyn perusteella, mikä tarkoittaa useimmilla liimoilla 85 % RH. Seuraavalla sivulla on taulukko betoniyhdistyksen julkaisema lattiarakenteen enimmäiskosteusarvoista eri pinnoitteille. [8.]

Taulukko 2. Esimerkki betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvoista eri päällysteille. [15, s. 131.]

Taulukko 4.4 Päällystystyön edellytyksenä oleva betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvo (keskimääräinen kosteus betonirakenteessa).

Betonin suhteellisen kosteuden (RH) enimmäisarvo, %	Päällyste	Huomautuksia
80 Betonin pintaosien (2...3 cm) oltava alle 75 %	– Mosaiikkiparketti ¹⁾	Kosteusliikkeet Puulajikohtainen (esim. pyökki 80 %, tammi 85 %)
85	– Lautaparketit ²⁾ – Huopa- tai solumuovipohjaiset muovimatot – Kumimatot – Korkkilaatat, laattojen alapinnassa kosteudeneristys (muovikalvo) – Tekstiilimatot, joissa on alusrakenne (kumi, PVC, kumilateksisively) – Luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot ilman alusrakennetta	Betonin pintaosat alle 75 % RH Bakteeritoiminta, sienikasvu, vesiliukoisten liimojen kosteuden kestättömyys
90	– Muovilaatat – Muovimatot ilman huopa- tai solumuovipohjaa ³⁾ – Linoleum – Alustaan kiinnittämättömät puulattiat (lautaparketit) ²⁾ , puun ja betonin välissä kosteudeneristys ja sen alla kosteuden poistokanavointi – Polyuretaanimuovimassat – Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta (erikoistapauksissa suht. kosteus <97%)	Kosteus voi aiheuttaa päällysteseen muutoksia. Käytettävän liiman on kestävä kyseinen kosteus (valmistajan ohjeet!). Vesiliukoista liimaa käytettäessä yleinen kosteusraja on 85 %. Parketin alla esimerkiksi melko tiivis korkkiraematto saumat teipattuina. Seinustoilla maton päällä muovikaista, jonka reunat käännetään seinille. Jalkalistoissa uritus kosteuden poisjohtamista varten. Märissä tiloissa sekä betonin kosteuden ollessa suuri (>90%) mattojen kiinnitykseen on käytettävä vedenpitävää liimaa ja riittävän runsaalla liimamäärällä varmistettava saumojen pitävyys
97	– Epoksi-, akryyli- ja polyestermuovimassat ⁴⁾	Betonin pinnan on oltava muovimassaa levitettäessä kuiva sekä riittävän lämmin, muussa tapauksessa pinta on kuivattava välittömästi ennen massan levitystä esim. säteilylämmityksellä kovettumisen ja tartunnan varmistamiseksi

Tavoitteelliset suhteelliset kosteusprosentit on yleensä esitetty rakenne- ja materiaali-kohtaisesti kohteen työselostuksissa, sekä materiaalivalmistajan ohjeissa. Työselostuksissa voidaan myös käyttää suhteellisen kosteuden raja-arvoina esittäviä julkaisuja, kuten esimerkiksi rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. [8].

4 Rakennusaikaiset kosteudenhallintamenetelmät

Rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan ei ole yhtä ainoaa oikeaa menetelmää. Kaikki riippuu eri osapuolten, sekä erityisesti rakennuttajan motivaatiosta panostaa kosteudenhallinnan onnistumiseen. Urakoitsijalle kosteudenhallintamenetelmät riippuvat rakennuttajan asettamista vaatimuksista. Työvaiheitten ennakkosuunnittelulla ja riittäväällä työnjohdon resursseilla saadaan pahimmat kosteusriskit ehkäistyä, sekä varaamalla aikatauluun riittävästi rakenteille kuivumisaikaa. Kosteudenhallintamenetelmät täytyisi valita aina kohdekohtaisesti ja tilanteeseen sopivaksi. Kosteudenhallintaan on kuitenkin jo tulut työmaille vuosien saatossa vakiintuneita menetelmiä, joilla pystytään hallitsemaan kosteutta rakennusaikana.

4.1 Kosteusriskien kartoitus

Kosteusriskien kartoituksessa on tarkoitus käydä läpi kaikki eri rakennusosien detaljit ja rakennetyypit ja miettiä onko rakenteissa mahdollisesti kosteusvaurioille alttiita ratkaisuja. Kosteusriskien kartoituksessa täytyy ottaa huomioon, ovatko rakenteet kosteusteknisesti toimivia sekä rakentamisen että käytön aikana. Rakenteisiin voi kulkeutua rakentamisen aikana kosteutta monestakin lähteestä. Siksi pitäisi kosteusriskien kartoituksessa ottaa huomioon myös veden eri olomuodot ja sen liikkuminen rakenteissa. Kosteusriskien kartoituksessa havaittuihin epäkohtiin pitäisi saada tarkennuksia, jotta kohteesta saataisiin kosteusteknisesti toimiva. [12.]

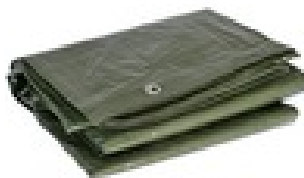
4.2 Rakenteiden ja materiaalien sääsuojaus

Työnaikaisella sääsuojauksella on tarkoituksena ehkäistä materiaalien ja rakenteiden kastuminen, sekä estää lisävahinkojen syntyminen. Sääsuojahuppu on oiva tapa ehkäistä kosteusvaurioita rakennustyön aikana. Etenkin kosteudelle herkäät työvaiheet kannattaa tehdä sääsuojan alla välttääkseen pahimmat kosteusongelmat. Sääsuojia on lukuisia erilaisia ja suojauksen voi suorittaa vain paikallisestikin. Sääsuojaustason määrittelee yleensä rakennuttaja kosteudenhallinta-asiakirjassaan. Toki sääsuoja on varma tapa ehkäistä sateen ja lumen pääseminen rakenteisiin, mutta se on taloudellisesti hintava ja vaatii erityistä huomiota työnjohdolta suunnittelun ja työvaiheiden osalta. Sääsuojat alkavat olla jo lähes arkipäivää rakennuksilla, oli kohteen tyyppi mikä vaan.



Kuva 3. Esimerkki koko rakennuksen kattavasta sääsuojusta. [17].

Muita sääsuojuuksia ovat mm. erilaiset julkisivusuojapeitteet ja kevyet peitteet, jotka tehokkaasti estävät viistosateen pääsyn rakennuksen sisään ja materiaalien turmeltumisen kosteudelta. Rakennusmateriaalit pitäisi sääsuojata heti työmaalle saapuessaan, koska materiaaleissa itsessään olevat suojaukset eivät kosteutta välttämättä pidä. Kevytpeitettä käytettäessä pitäisi huomioida peitteiden kiinnitys, sekä mahdolliset rikkoutumiset. Rikkoutunut peite ei estä kosteutta kerääntymästä peitteen alle. Kevytpeitteet tulisi myös tarkistaa rikkoutumisten varalta säännöllisin väliajoin ja lumi sekä kerääntynyt vesi pitäisi peitteen päältä poistaa.



Kuva 4. Esimerkki kevytpeitteestä. [13].

4.3 Kosteuden poisto ja kuivatus

Rakennusaikaisessa lämmityksessä täytyy huolehtia riittävästä tuuleuksesta. Tuuletus ja kosteuden poistuminen sisätiloista on tärkeää pintojen kuivumisen kannalta, jotta kostea ilma pääsisi poistumaan sisätiloista. Ilmanvaihdon täytyy olla hallittua ja organisoitua muuten energiaa menee hukkaan. Kuivumista voidaan tehostaa mm.

- Lämmittämällä rakennetta
- Lisäämällä ilmavirtauksia kuivattavan rakenteen ympärille
- Alentamalla rakennetta ympäröivän ilman suhteellista kosteutta.

Rakenteiden kosteuden poistossa ja kuivatuksessa pitää huomioida myös vuodenaajat. Rakenteiden kuivattaminen syksyisin ja kesäisin on helpompaa ja edullisempaa pelkillä ilmankuivaajilla ja erilaisilla kondenssikerääjillä. Toki pitäisi huolehtia keräimien säiliöiden tyhjennys säännöllisin väliajoin ja varautua mahdolliseen laiterikkoon. [11.]



Kuva 5. Esimerkki kondenssikerääjästä. [12].

4.4 Lämmitys

Rakennusaikaisella lämmityksellä tähdätään pääasiassa siihen, että kosteus saadaan poistumaan rakenteista tehokkaasti ennen sisävalmistusvaihetta. Sen lisäksi sisätilojen lämmittämisellä saavutetaan rakenteiden kuivumiselle optimaaliset olosuhteet, että sisärakennusmateriaalit voidaan säilyttää niiden vaatimissa lämpötiloissa. Näin saadaan ehkäistä materiaalihukkaa ja kosteusvaurioita. Rakennusaikaisella lämmityksellä on merkitystä myös vuodenaikaan nähden. Lämmitystarve on eri vuoden aikoihin nähden erilainen. Esimerkiksi kesähelteellä saattaa riittää pelkkä hyvä ilmanvaihto ja lämmitystä ei tarvitse juuri ollenkaan. Rakennusaikainen lämmitys on kuitenkin vain väliaikaista lämmitystä ja tarkoituksena olisi saada kohteen oma lämmitysjärjestelmä käyttöön mahdollisimman pian. [11].



Kuva 6. Esimerkki vesikiertoisesta lämpöpuhaltimesta. [14].

4.5 Kosteusmittaukset

Kosteusmittaukset tehdään yleensä rakenteista, jotka päällystetään kosteusherkillä materiaalilla. Kosteusmittausten tarkoitus rakennusvaiheessa pääosin on varmistua, milloin rakenne voidaan pinnoittaa kosteusherkillä materiaalilla. Kosteusmittauksissa mitataan yleensä rakenteen suhteellista kosteutta prosentteina. Kosteusmittauksilla voidaan myös seurata rakennusaikaista rakenteiden kuivumista. Seurantamittausten perusteella voidaan arvioida kuivatuksen lisätarve. Kosteusraja-arvot, jossa rakenteen kosteuspitoisuus tulisi olla, riippuu yleensä pintamateriaalista. Rakennustöiden yleisissä laatuvaatimusoppaissa tai pintamateriaalivalmistajien ohjeissa on yleensä määritelty pinnoitettavan rakenteen kosteusraja-arvot.

Kosteusmittauksissa kannattaakin olla tarkkana virheiden välttämiseksi. Virheellisesti päällystettävyyspäätösmittauksella tehdyt päätökset saattavat aiheuttaa jälkepäin kosteusvaurioita tai vähintäänkin esteettisiä virheitä. Siksi mittaajalla täytyykin olla hyvä rakennusfysiikan tietämys ja osaaminen mittalaitteiden käytössä. Kosteusmittaustulokset pitäisi aina dokumentoida niin, että ulkopuolinenkin ymmärtää mittaustulokset ja osaa sen perusteella tehdä oikeat päätökset. Kosteusmittaajalta ei laki velvoita minkäänlaista pätevyyttä, mutta kosteusmittauskoulutuksia on tarjolla runsaasti.



Kuva 7. Esimerkki porareikäkosteusmittalaitteesta. [23].

5 Kosteudenhallinta projektikohteessa

5.1 Yritysesittely



Kuva 8. MM Yritysrakentaja Oy logo [3].

Yritys jolle tämä työ tehtiin, on MM Yritysrakentaja Oy. MM Yritysrakentaja on korjaus- ja uudisrakentamiseen keskittynyt, vuonna 1989 perustettu rakennusliike. MM Yritysrakentaja on toteuttanut vuosien saatossa yli 700 projektia. Projektit ovat suuruudeltaan olleet tuhansien eurojen hankkeista miljoonaluokan kokonaisuuksiin. MM Yritysrakentaja Oy työllistää nykyään noin 70 alan ammattilaista. Liikevaihto on yli 30 M€ vuodessa. [3].

MM Yritysrakentajilla toimintatapoihin kuuluu asiakaslähtöinen projektien toteuttaminen ja luottamus. Asiakaskunta koostuu ammattimaisista rakennuttajista. Osaaminen Yritysrakentajilla on vahvaa ja kilpailukykyistä. Asiakaskunta on vuosia voinut luottaa laadukkaaseen työhön. Yritysrakentaja on aina pyrkinyt olemaan asiakkaiden ja alihankkijoiden arvostama kumppani, johon voi aina luottaa. Rakentamisessa Yritysrakentajan mielestä on aina kyse laadusta, luottamuksesta ja yhteistyöstä. [3].

Yritysrakentaja laatii työmaasta jo alkuvaiheessa työmaakohtaisen, yksilöllisen suunnitelman. Se on ohje ja lupaus ympäristöystävällisesti laadukkaasta toiminnasta. Yritysrakentajalla on valmius tehdä asiakashankkeet myös LEED-luokituksin. [3].

Työturvallisuuteen Yritysrakentaja kiinnittää erityistä huomiota. Aktiivinen ja ennaltaehkäisevä toimintatapa ja nolla tapaturmaa -ajattelumalli on toiminnan lähtökohta. Toiminnan mittaus ja raportointi ovat myös edellytyksenä koko alihankkijaverkostossa. [3].

5.2 Kohteen yleisesittely

Projektin työmaakohteenä on Keravan uimahallin peruskorjaus ja laajennus. Kohteessa tehdään perusteellinen remontti ja laajennetaan uudelle uima-altaalle tilaa viereistä kalliota louhimalla. Kohde käsittää myös siihen liittyvät piha-alueet. Rakennuksessa on kaksi kerrosta ja katolla sijaitseva IV-konehuone. Tontin pinta-ala on n. 20 778 m². Kohde on erityisesti kosteudenhallinnan kannalta myös työteknisesti haastava. Haastavan kohteesta tekee se, kun rakennus puretaan lähes kokonaan ja täydennetään uudella allasosastolla. Kohteessa tehdään myös jonkin verran tilamuutoksia, jotta se vastaisi käyttäjien tarpeita enemmän. Uusien allasvalujen kuivumisajat luovat myös haasteita aikataullisesti.



Kuva 9. Uuden uimahallin havainne kuva. [4].

5.3 Kosteudenhallintasuunnitelman täydennys

Kosteudenhallintasuunnitelma päivitettiin kohteeseen kokonaan uuden suunnitelman pohjalle. Suunnitelman päivittämistä varten täytyi selvittää paljon taustatietoja kohteesta ja muista suunnitelmista sekä piirustuksista. Uutta suunnitelmaa laadittaessa otettiin huomioon myös aiemmin laadittu kosteudenhallintasuunnitelma, sekä laatoitus- ja vedeneristystyöselostus. Työselostuksessa oli määritelty esimerkiksi, miten kosteat uusien uima-altaiden rakenteet saavat enimmillään olla, ennen kuin ne voidaan pinnoittaa. Tämä täytyi ottaa huomioon kuivumisaika-arvioita laskettaessa.

Tässä kohteessa rakennuttaja ei erikseen ole laatinut kosteudenhallinta-asiakirjaa vaan on sisällyttänyt sen puhtaudenthallinta-asiakirjaan. Puhtaudenthallinta-asiakirja oli hyvin laaja, joka sisälsi monta eri suunnitelmaa. Puhtaudenthallinta-asiakirjassa ei juurikaan ollut mainittu mitään työmaan kosteudenhallintaan liittyvää muuta kuin, että rakennusmateriaalit täytyy säältä suojata, jos niitä työmaalle joudutaan varastoimaan ja oikea-aikaista toimitusta painotettiin myös. Joten tämä teki hieman haasteelliseksi laatia päivitettyä kosteudenhallintasuunnitelmaa.

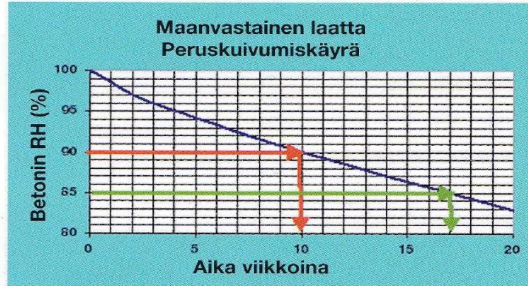
Kosteudenhallintasuunnitelman päivitys aloitettiin kohteen piirustuksiin ja työselostuksiin perehtymällä. Kosteudenhallintasuunnitelma laadittiin Excel-taulukolle, johon tehtiin eri pääkohdille omat sarakkeet. Kosteudenhallintasuunnitelma sisälsi myös pinnoitettavuusaikojen arviointilaskennan, joka oli haastavinta suunnitelman päivittämisessä. (Liite 2)

Rakenteiden kuivumisaika-arvioita laskettaessa käytettiin Betoniyhdistyksen julkaisemaa Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi -opasta. Oppaasta löytyi varsin hyvät taulukot ja laskentakaavat, jolla voi rakenteiden kuivumista arvioida. Kun kuivumisaikoja laskettiin betonirakenteista, otettiin huomioon laatoitus ja vedeneristystyöselostuksessa vaaditun suhteellisen kosteuden olevan 90% kaikissa rakenteissa. Olosuhdehallinta korostui juuri massiivisten rakenteiden takia. Työmaan aikana pyritään tietenkin siihen, että uusien altain betonointitöiden jälkeen olisi heti optimaaliset olosuhteet. Aikataulullisesti uusien altain betonointi alkaa, kun yläpohjan ontelolaatat ja vesikattotyöt on tehty. Eli sääsuojaa ei tarvitse kohteeseen hankkia, enintään kohdistettu sääsuoja.

Laskentakaava:



Peruskuivumiskäyrä:



Kertoimet:

Vesisideainesuhde (v/s)	Kerroin
0,7	1,0
0,6	0,7
0,5	0,5
0,4	0,2

Rakenteen paksuus (mm)	Vesisideainesuhde (v/s)			
	0,7	0,6	0,5	0,4
70	1,0	0,8	0,8	0,7
90	1,4	1,3	1,3	1,2
100	1,7	1,6	1,6	1,5
120	2,1	2,0	2,0	1,9
150	2,5	2,4	2,4	2,3

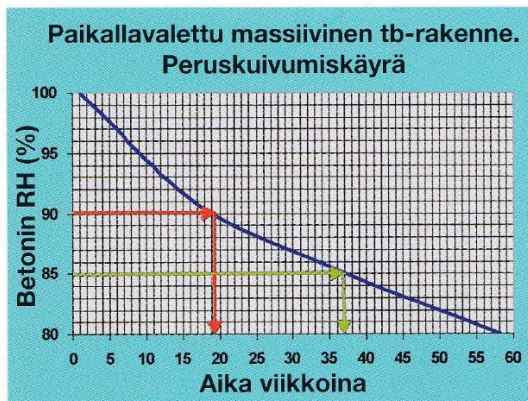
Alusta	Kerroin
kuiva	1,0
muovi	1,1
märkä	1,5

Kastuminen	Vesisideainesuhde			
	0,4	0,5	0,6	0,7
Kuivassa	1,0	0,9	0,9	0,8
kosteassa yli 2 viikkoa	1,0	1,0	1,0	1,0
kastunut yli 2 viikkoa	1,1	1,2	1,3	1,5

RH (%)	Olosuhteet Lämpötila (°C)			
	10	18	25	30
35	1,2	0,8	0,7	0,6
50	1,2	0,9	0,7	0,6
60	1,3	1,0	0,8	0,7
70	1,4	1,1	0,8	0,7
80	1,7	1,2	1,0	0,9

Kuva 10. Maanvastaisen rakenteen laskentakaava [24, s. 39].

Laskentakaava:



Kertoimet:

Vesisideainesuhde (v/s)	Kerroin
0,7	1,0
0,6	0,7
0,5	0,5
0,4	0,2

Rakenteen paksuus (mm)	Vesisideainesuhde (v/s)			
	0,7	0,6	0,5	0,4
200	0,7	0,7	0,7	0,8
230	0,9	0,9	0,9	0,9
250	1,0	1,0	1,0	1,0
280	1,3	1,1	1,1	1,1
300	1,6	1,4	1,3	1,2

Kuivumisuunta	Vesisideainesuhde (v/s)			
	0,7	0,6	0,5	0,4
Kahteen suuntaan	1,0	1,0	1,0	1,0
Yhteen suuntaan	3,2	2,6	2,3	2,0

RH (%)	Olosuhteet Lämpötila (°C)			
	10	18	25	30
35	1,2	0,8	0,7	0,6
50	1,2	0,9	0,7	0,6
60	1,3	1,0	0,8	0,7
70	1,4	1,1	0,8	0,7
80	1,7	1,2	1,0	0,9

Kastuminen	Vesisideainesuhde			
	0,4	0,5	0,6	0,7
Kuivassa	1,0	0,9	0,9	0,8
kosteassa yli 2 viikkoa	1,0	1,0	1,0	1,0
kastunut yli 2 viikkoa	1,1	1,2	1,3	1,5

Kuva 11. Massiivisen rakenteen laskentakaava [24, s. 40].

Kosteusmittaus suunnitelma lisättiin kosteudenhallintasuunnitelman loppuun. Kosteudenhallintasuunnitelmaan liitettiin vielä lisäksi laatoitus- ja vedeneristysohjeen mukaiset kosteusmittauspisteiden sijainnit pohjakuviin, jotta ulkopuolinenkin tietää mistä kohtaa on mitattu.

5.4 Kohteessa käytetyt rakennusaikaiset kosteudenhallintamenetelmät

Projektin kohteeseen tuli käännetty katto valmiista puuelementeistä vanhaan osaan, joissa oli valmiiksi asennettuna kattokaivot. Uuteen laajennusosaan tuli niin ikään käännetty katto pitkästä tavarasta, jossa oli myös aurinkopaneelivaraukset. Katolle satavan veden poisto tapahtui käyttöön tulevien kattokaivojen kautta, johon asennettiin viemäriputkesta ulosheittäjät.



Kuva 12. Väliaikainen vedenpoisto kattokaivoilta.

Rakenteisiin pysyvästi jäävät rakennusmateriaalit sääsuojattiin kevytpeitteillä ja rakennusmuovilla. Kevytpeitteen ja maan väliin jätettiin rako, jotta ilma pääsisi kiertämään. Kaikki kosteudelle arat materiaalit siirrettiin toimituksen yhteydessä sisälle suojaan.



Kuva 13. Materiaalit suojattuina kevytpeitteillä.

Lämmitysvaihtoehdoksi suunniteltiin käyttöön tuleva kaukolämpö, mutta sitä ennen täytyi olla monta muuta työvaihetta tehtynä. Siksi päädyttiin väliaikaisiin lämmittämiin siihen asti, kunnes saadaan käyttöön tuleva kaukolämpölinja kuntoon. Väliaikaiseen lämmitykseen otettiin Ramirentiltä öljykäyttöisiä lämmityskontteja kaksi kappaletta ja lisäksi puku- ja saunaosaston lämmittämiseen muutama sähkökäyttöinen lämmitin. Lämmityskontti sisältää 2000 litran öljysäiliön ja sillä lämmittäisi n. 7000 m³. Lisäksi konteissa on huonetermostaatti, joka säätää lämpötilaa ja öljyn kulutusta.



Kuva 14. Ramirentin 195 kW lämmityskontti.

Jotta lämpö pysyisi sisällä ja allasrakenteille optimaaliset kuivumisolosuhteet säilyisi, täytyi rakennuksen ulkovaippa saada tiiviiksi. Ulkovaippa saatiin tiiviiksi muovittamalla ovi- ja ikkuna-aukot tuplamuovituksin väliaikaisesti siihen asti, kunnes ovet ja ikkunat saadaan asennettua.



Kuva 15. Allasosaston suuret ikkuna-aukot suojattuna.

Kosteusmittaukset kohteessa suoritettiin porareikämittausmenetelmällä. Porareikämittauksissa sovittiin tilaajan kanssa, että käytetään yrityksen omaa mittalaitetta seuranta-mittauksiin ja päällystyspäättömittaukset suoritetaan Polygon Oy:n toimesta. Kohteessa käytettiin Vaisalan SHM40 betonirakenteille tarkoitettua porareikäkosteusmittaria. Tarkemmat tiedot mittalaitteesta löytyvät liitteistä (Liite 3).

5.5 Haastattelutulokset

Työssä haastateltiin MM Yritysrakentajien neljää kokenutta vastaavaa mestaria ja työpäällikköä, joilla oli jo vankka kokemus rakennusalalta. Haastatteluista haluttiin saada selville, miten yrityksessä vanhemmat työnjohtajat hoitavat työmaillansa kosteudenhallinta-asiat ja mitä heidän mielestään olisi vielä kehitettävää.

Haastatteluissa selvisi, että suurimman osan mielestä kosteudenhallinta-asiat ovat parantuneet yleisesti rakennustyömailla, mutta parannettavaa silti olisi. Kaikki olivat sitä mieltä, että kosteudenhallinta rakennusaikana on tärkeä asia, joka pitää ottaa huomioon. Vaikka kaikki olivat sitä mieltä, että kosteudenhallinta on tärkeä asia niin silti yritykseltä ei löydy minkäänlaista valmista kosteudenhallintasuunnitelmaa. Tästä tulikin yhdeltä haastateltavalta kehitysehdotus yritykselle. Kuivumisaika-arvioita laskettaessa tuntuu edelleen pätevän sentti per viikko -menetelmä hyvin vahvasti. Osa haastateltavista oli

myös sitä mieltä, että kiireinen aikataulu luo haasteita kosteudenhallinnan osalta. Kaikki olivat myös sitä mieltä, että vesikatto on vaikein rakenne suojata kosteudelta. Kaikki haastateltavat painottivat myös rakennusmateriaalien tilaamista sääsuojattuna ja oikea-aikaiseen logistiikkaan.

Haastatteluista selvisi, että kosteudenhallintaa pääosin yrityksessä pidetään tärkeänä asiana, mutta siihen ei välttämättä ole riittävästi resursseja tai aikaa panostaa. Vastauksista sai myös hyviä kehitysehdotuksia rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan, kuten valmiiden talo-osien tekeminen tehdasolosuhteissa ja niiden kasaaminen työmaalla, sekä kosteudenhallinnan tietoisuuden lisääminen työntekijöille. Haastattelukysymykset löytyvät liitteistä (Liite 1).

6 Kehitysehdotukset yrityksen työmaa-aikaiseen kosteudenhallintaan

Projektin lähtötilanteessa kävi jo selväksi, että yrityksellä ei ole varsinaisesti minkäänlaista selkeää laadunhallintajärjestelmää. Laadunhallintasuunnitelmat ovat lähes pelkästään työnjohdon tiedostoista löytyvien suunnitelmapohjien, sekä edellisten työmaiden suunnitelmapohjien varassa. Joten tässä kohtaa on heti yksi kehitysehdotus yritykselle. Yritykseltä löytyy jo ennestään pilvipalvelujärjestelmä, jonne voisi lisätä laatuun liittyvät suunnitelmapohjat. Tällä menetelmällä suunnitelmat olisi kaikkien saatavilla ja helposti muokattavissa työmaakohtaisesti. Tämä edellyttää tietenkin sitä, että jonkun on ylläpidettävä tällaista järjestelmää ja päivitettävä tarvittaessa suunnitelmia.

Projektin aikana huomattiin myös työnjohdon keskinäisen tiedonkulun olevan puutteellista. Tiedonkulun ongelma on muun työjohtamisen ja aliurakoinnin yhteensovittamisen kannalta huolestuttava. Kosteudenhallinnan kanssa tässä saattaa olla suurikin riski, jos esimerkiksi aliurakoinnin yhteensovitus vesikattotöistä ei onnistu tiedonkulun puutteen vuoksi ja saattaa aiheuttaa kosteusvaurioita. Tähän parannuksena olisi jatkuva työnjohdon kesken tiedottaminen työmaan juoksevista asioista ja viikoittaiset työmaan työnjohdon kesken pidettävät palaverit, jossa suunniteltaisiin töiden etenemistä etukäteen.

7 Yhteenveto ja pohdinta

Projektissa opin todella paljon kosteudenhallinnasta uutta asiaa ja yllätyin tiedon määrästä, mitä löytyy jo ennestään kosteudenhallintaan liittyen. Eniten lisätietoa sain olosuohallintaan ja sen vaikutuksista rakennusaikana. Lämmityksen saaminen rakennuksen sisälle on aikataulullisestikin positiivista, kun rakenteet alkavat kuivumaan ja saadaan luotua olosuhteet, mitkä käytön aikanakin tulee olemaan.

Erityisen tärkeänä asiana, jonka opin projektin aikana oli töiden valvonta ja ennakkosuunnittelu. Ennakkosuunnittelulla pystytään jo työvaiheittain estämään kosteusvauriot ja miettimään työjärjestystä. Ennakkosuunnittelun lisäksi olisi hyvä käyttää kosteudenhallintasuunnitelmaa yhtenä työkaluna kosteudenhallinnassa. Kosteudenhallintasuunnitelmaa pitäisi saada enemmän jalkautettua työmaille ja huolehtia myös sen toteutumisesta rakentamisen aikana.

Projektin lopputuloksena saatiin kartoitettua haastatteluiden avulla yrityksen kosteudenhallintatilanteen. Kosteudenhallinta yrityksellä on yleisesti varsin hyvä, mutta parantamisen varaakin on. Annoin yritykselle myös kehitysehdotukset, mitä projektin aikana ilmeni, joten saa nähdä, mitä jatkotoimenpiteitä yritys aikoo tehdä. Itselleni sain paljon lisätietoa kosteudenhallinnasta ja aion jatkossa keskittyä työskennellessäni enemmän kosteudenhallinta-asioihin.

Työmaa-aikainen kosteudenhallinta ei ole ihan yksinkertainen asia ja siihen perehtymiseen menee valtavasti aikaa. Kosteudenhallinnasta löytyy käsittämättömän paljon tietoa jo ennestään, mutta jostain syystä asioita ei edelleenkään työmaille sisäistetä. Osa saattaa johtua ”hällä väliä” -asenteesta tai sitten ihan puhtaasta tietämättömyydestä. Kuitenkin työmaille edelleenkin tehdään osittain samoja virheitä tai tehdään niin kuin on aina ennenkin tehty. Tämä saattaa johtua myös eri työskentelykulttuureista ja pilkokuista urakoista, joka johtaa siihen, että kaikille ei ole ihan selvää mikä työ kenellekin kuuluu. Siksi mielestäni pitäisi lisätä kosteudenhallinta-asioita työmaaperehdytykseen tuleville työntekijöille ja velvoittaa myös aliurakoitsijoiden työnjohtoa perehtymään omien töiden kohdalla kosteudenhallinnan kriittisiin työvaiheisiin.

Kosteudenhallinta liittyy rakennusprosessiin jo kauan ennen rakentamisvaihetta ja kosteudenhallintaa pitäisi alkaa toteuttaa ja pohtia ennen varsinaisten rakennustöiden alkua.

Erityisesti painopiste pitäisi olla suunnitteluvaiheessa, jotta välttyttäisiin pahimmilta kosteusriskeiltä. Lisäksi pitäisi liittää tarjouspyyntöasiakirjoihin toimintatapa, jolla kosteutta hallitaan, mitkä ovat laatuvaatimukset ja kuinka sitä valvotaan. Rakennuttaja on siis suuressa vastuussa ja roolissa kosteudenhallinnasta. Kuitenkin tuntuu siltä, että rakennuttajat siirtävät vastuunsa päätoteuttajille ja mediassa korostetaan erityisesti epäonnistumisia.

Omasta mielestäni kosteudenhallinnassa ollaan menty jo parempaan päin, mutta hieman olisi myös parannettavaa niin töiden tilaajilla kuin urakoitsijoillakin. Parannuksena näen kosteudenhallinnassa sen, että rakennusvalvontavirastot ovat heränneet kosteudenhallinta-asioihin ja asettavat tilaajille rakennuslupien ehtona kosteudenhallintaselvityksiä. Tähän olisi vielä parannuksena se, että ehdot pätsivät koko maassa. Lisäksi myös kosteudenhallintakoordinaattorin roolia ja tehtäviä täytyisi kehittää. Kaikkien osapuolten kannalta olisi parempi, jos kosteudenhallintakoordinaattori olisi täysin ulkopuolinen toimija ja kohteessa olisi joku, joka perehtyisi kosteudenhallinta-asioihin koko rakennusprosessin aikana.

Lähteet

- 1 Rakennustyömaan kosteudenhallinta ja sen suunnittelu. Verkkodokumentti. Rakennustieto. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020504.pdf>. Luettu 30.3.2017.
- 2 Työmaan kosteudenhallinta. Verkkodokumentti. Sisäilmayhdistys ry. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Korjausten-laadunvarmistus/Työmaan-kosteudenhallinta>. Luettu 30.3.2017.
- 3 MM Yritysrakentaja Oy. Verkkodokumentti. MM Yritysrakentajien kotivisut. <http://mmyritysrakentaja.fi/yritys/>. Luettu 7.4.2017.
- 4 Uimahallin remonttiedote. Verkkodokumentti. Keravan kaupunki. <http://www.kerava.fi/palvelut/liikunta-ja-ulkoilu/uimahallin-remonttiedotteet>. Luettu 11.4.2017.
- 5 Kosteudenhallinta kehittyy - vielä on tekemistä. Verkkodokumentti. Betoni. http://betoni.com/wp-content/uploads/2016/10/BET1603_80-87.pdf. Luettu 12.4.2017.
- 6 Kosteudenhallinta-asiakirja. Verkkodokumentti. Kosteudenhallinta.fi. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/hankesuunnittelu/kosteudenhallinta-asiakirja>. Luettu 18.4.2017.
- 7 Rakentamisen kosteudenhallinta. Verkkodokumentti. Kosteudenhallinta.fi. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/kuivatus/kuivumisajan-huomioiminen-aikataulussa>. Luettu 24.4.2017.
- 8 Rakenteiden pinnoitettavuusvaatimukset. Verkkodokumentti. Kosteudenhallinta.fi. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/mittaus/104-rakenteiden-pinnoitettavuusvaatimukset>. Luettu. 24.4.2017.
- 9 Kosteuslähteet. Verkkodokumentti. Kosteudenhallinta.fi. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/riskit/kosteuslahteet>. Luettu 28.5.2017.
- 10 Perustus ja alapohja. Verkkodokumentti. Sisäilmayhdistys ry. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/Perustus-ja-alapohja>. Luettu 28.5.2017.
- 11 Ratu S-1232 Rakennustyömaan sääsuojaus. Verkkodokumentti. Rakennustieto. Luettu 8.8.2017.
- 12 Kosteudenerotin. Verkkodokumentti. Ramirent. <http://tuotteet.ramirent.fi/node/2094>. Luettu 8.8.2017.

- 13 Kevytpeite. Verkkodokumentti. Stark. <http://www.stark-suomi.fi/fi/kevytpeite-park-5x7-m>. Luettu 8.8.2017.
- 14 Lämpöpuhallin. Verkkodokumentti. Ramirent. <http://tuotteet.ramirent.fi/node/2998>. Luettu 8.8.2017.
- 15 Lattiabetonin kosteus. Betonilattiat 2000. Betoniyhdistys ry. Luettu 20.8.2017.
- 16 Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman sisältö. RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Luettu 20.8.2017.
- 17 Sääsuoja. Verkkodokumentti. Ramirent. http://www.ramirent.fi/portal/fi/tuotteet/saasuojat_ja_hallit/. Luettu 5.9.2017.
- 18 Miten kosteusvaurio syntyy. Verkkodokumentti. Terveiden ja hyvinvoinninlaitos. <https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma/hometalo-ja-kosteusvaurio/miten-kosteusvaurio-syntyy-miten-kosteusvaurio-syntyy->. Luettu 9.9.2017.
- 19 Maankäyttö- ja rakennuslaki. Verkkodokumentti. Finlex. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P117c>. Luettu 18.10.2017.
- 20 RakMk opas C2. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. http://www.ymparisto.fi/FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskoelma/Terveellisyys. Luettu 19.10.2017.
- 21 Kosteudenhallinta. Verkkodokumentti. Helsingin kaupungin rakennusvalvonta. <https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Kosteudenhallinta.pdf>. Luettu 19.10.2017.
- 22 Kuivaketju10. Verkkodokumentti. Kuivaketju10 riskilista. http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2017/03/Kuivaketju10-Riskilista_20170308.pdf?x70712. Luettu 25.10.2017.
- 23 Vaisala betonin kosteusmittari SHM40. Verkkodokumentti. Vaisalan kotisivut. <http://www.vaisala.fi/fi/products/humidity/Pages/SHM40.aspx>. Luettu 26.10.2017.
- 24 Kuivumisaika-arviot. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Betoniyhdistys ry. Luettu 26.10.2017.

Haastattelukysymykset

Haastattelukysymykset rakennustyömaiden kosteudenhallintaan liittyen

1. Mikä on mielestäsi kosteudenhallinnan tilanne rakennusalalla tällä hetkellä?
2. Mitä mieltä olet kosteudenhallinnasta?
3. Miten suunnittelet kosteudenhallinnan työmaillasi?
4. Onko rakennusliikkeessä vakioituja kosteudenhallintamenetelmiä/suunnitelmia?
5. Miten varmistat kosteudenhallinnan toimivan?
6. Millä tavalla otat aikataulussa huomioon kuivumisajat? (lasketko tai arvioitko niitä)
7. Mitä ongelma kohtia näet rakennustyömaan kosteudenhallinnassa?
8. Mitkä ovat vaikeimmat rakenteet suojata?
9. Miten suojaat rakennustarvikkeet työmaalla?
10. Onko valvoja tai suunnittelija puuttunut tai sanonut jotain kosteudenhallinnasta?
11. Mitä olisi tärkeintä sinun mielestä kehittää kosteudenhallinnan kannalta?

Kosteudenhallintasuunnitelma



MM yritysrakentaja

KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA
Keravan uimahallin peruskorjaus ja laajennus

1(5)

23.10.2017

Kosteudenhallintasuunnitelma / rakentamisvaihe

Perustiedot	Kohde	Keravan Uimahalli peruskorjaus ja laajennus	
	Työ nro	5104	
	Katuosoite	Tuusulantie 45	
	Postiosoite	04200, Kerava	
	Kosteusvastaava	Henri Huhtamäki	
	Muuta	Vastaava työnjohtaja: Hannu Räsänen	
1. Tässä kohteessa kosteusteknisesti kriittiset rakenteet, materiaalit tai työtavat ovat	Rakenne, materiaali tai työtapa	Toimenpiteet riskin hallitsemiseksi	
	Allasrakenteiden kuivuminen	Allasrakenteiden kuivumista edistetään luomalla optimaaliset kuivumisolosuhteet, kun vaippa on tiivis ja lämpö päällä	
	Vesikatto ja sen läpiviennit	Tarkastetaan, että kattopinnat on tehty katemateriaalien valmistajien ohjeiden mukaisesti	
	Hormien ym. aukkojen suojaaminen	Runkovaiheessa hormit ja muut läpiviennit suojataan vanerilevyillä	
	Saniteetti-tilat	Päälystettävyyttä täytyy varmistaa ennen pinnoittamista kosteusmittauksin	
2. Rakenteiden päällystäminen ja kosteustekniset raja-arvot	Päällystemateriaali (lattiat, seinät jne.)	Sallittu kosteuspitoisuuden raja-arvo RH%	
		Tässä kohteessa	Raja-arvo RYL 2000:en mukaan
	Muovimatot huopa- tai solumuovipohjalla	Ei	< 85%
	Muovimatot ilman huopa- tai solumuovipohjaa	Ei	Materiaali kestää jopa < 90%, mutta liimat yleensä < 85%
	Korkkilaatta	Ei	< 85%
	Tekstiilimatto	Ei	< 85%
	Epoksi-pinnoitteet	Ei	Valmistajan ohjeiden mukaan
	Lautaparketti ilman muovia alla	Ei	< 60%
	Mosaikkiparketti liimattuna betoniin	Ei	< 80%
	Lautaparketti tai laminaatti muovi alla	Ei	< 80% (käytännössä käytetty arvoa < 85%)
	Vedeneristeet (valm. ohjeiden mukaan)	Kyllä	Valmistajan ohjeiden mukaan

Kosteudenhallintasuunnitelma / rakentamisvaihe

Perustiedot	Kohde	Keravan Uimahalli peruskorjaus ja laajennus							
	Työ nro	5104							
3. Kuivumisajan laskeminen.	Rakennetyyppi	A. Vesisideaine-suhde(vesise-menttisuhde)	B. Rak.paksuus	Alusta/kuivumi ssuunta	D. Ilman RH% ja LämpötilaC	E. Kastumi-nen/vesis. suhde	Peruskuivumis käyrä; Massiivilaatta 19vk <90% ja Maanvarainen 10vk <90%	Teoreettinen Kokonaiskuivu misaika, kaavalla *1	Muuta
	Uima-altaat	0,5	1,3	1	1,4	1	19	17,29	300mm
	Vedenkäsittelytilat	0,5	2,4	1,1	1,4	1	10	18,48	200mm
	Märkätilojen pintalattiat	0,5	2	1,1	1,4	1	10	15,4	120mm
	Uudet allastasot	0,5	1,3	1	1,4	1	19	17,29	300mm
	IV -konehuoneen välipohja	0,5	0,8	1	1,4	1	10	5,6	60mm
	Kahvilan alapohja	0,5	1	1,1	1,4	1	10	7,7	80mm
	Vapaaharjoittelusalin uusi lattia	0,5	2,4	1,1	1,4	1	10	18,48	150mm
	Vapaaharjoittelusalin korjattu lattia	0,5	1,6	1,1	1,4	1	10	12,32	100mm

Kosteudenhallintasuunnitelma / rakentamisvaihe

Perustiedot	Kohde	Keravan Uimahalli peruskorjaus ja laajennus	
	Työ nro	5104	
4. Jos betoni ei kuivu käytettävissä olevassa ajassa	Toimenpide	Kirjaa valittu toimenpide alle ja missä laajuudessa sitä käytetään. (Laske uudelleen valitsemasi toimen vaikutus yllä olevalla kaavalla)	
	Vaihdetaan betonilaatua	Esim. vesisementtisuhde muutos 0,7=> 0,5 (NP-betoni) vaikuttaa kuivumisaikaan 0,5-kertoimella.	
	Lisätään lämpötilaa (ilman=> betonin)	Lämpötilan nosto (10C / kerroin 1,2; 18C / kerroin 0,8; 25C / kerroin 0,7; 30C / kerroin 0,6, kun RH35%).	
	Pienennetään ilman kosteuspitoisuutta RH%	Sisäilman kosteuden lasku (RH80% / kerroin 1,2; RH35% / kerroin 0,8, kun lämpötila on 18C)	
	Estetään betonin kastuminen valun jälkeen	Kuivassa kerroin 0,7, kastunut yli 2vk kerroin 1,5, kun vesisementtisuhde 0,7.	
	Hiotaan betonin pinta auki heti, kun mahdollista	Betoni kuivuu kunnolla vasta, kun sementtiimakerros poistetaan päältä.	
	Otetaan lattialämmitys käyttöön	Nopeuttaa kuivumista	
	Ilmanvaihdon optimointi	Varmistetaan kosteuden hallittu poistuminen riittävällä ilmanvaihdolla.	
	Kuivatusjärjestelmien käyttö	Tarvittaessa otetaan käyttöön ilmankuivaimet (kustannukset huomioitava)	
	Työjärjestyksen muutos	Muutetaan pinnoitettavan rakenteen pinnoitus aikataulussa myöhäisimpään mahdolliseen ajankohtaan	
	5. Materiaalien suojausten ja varastoinnin järjestäminen	Suunnitellaan materiaalivirrat niin että optimoidaan työmaalla varastointi.	
Materiaali		Vastaanotto, välivarastointi, suojaus ja siirrot kohteessa.	
Puutavara		Pressuilla suojataan	
Lämmöneristeet		Pressuilla suojataan	
Elementit suojaus tehtaalla/ kuljetuksen aikana sovitava		Edellytetään tehtaalla kuljetuksen ajaksi elementit muovitettuna	
Elementit suojaus asennuksen jälkeen työmaalla		Elementit suojataan työmaalla aseennuksen jälkeen muoveilla jos on tarvetta	
Kipsilevyt		Materiaalitoimittajalta edellytetään levyniput muovitettuna	
Muut levyt		Sisätiloihin tai pressun alle	
Kalusteet		Varastoidaan sisätiloihin	
Laastit yms.		Laastit varastoidaan sisätiloihin heti vaipan tiiviiksi saatettua	
Ikkunat ja ovet		Oikea-aikainen toimitus vähentää varastoinnin tarvetta ja materiaalit varastoidaan pressujen alle	

Kosteudenhallintasuunnitelma / rakentamisvaihe

Perustiedot	Kohde	Keravan Uimahalli peruskorjaus ja laajennus		
	Työ nro	5104		
6. Runkorakenteiden suojaaminen kastumiselta	Toimepide	Toteutus tässä kohteessa		
	Aukkojen tiivistäminen ja suojaaminen heti holvin	Hormit ja aukot suojataan heti holvin valmistuttua myös turvallisuuden kannalta		
	Veden ohjaaminen pois holveilta(tilap.viem., suojat jne)	Vedenojaimilla tai vesi-imurilla		
	Lopullisten viemärien käyttöönotto mahdollisimman pian	Lopulliset viemärit otetaan käyttöön heti jos vaan mahdollista		
	Lumen poisto holvilta ennekuin sulaa ja tallantuu Villojen suojaus	Mekaanisesti poistaen ei sulattamalla! Kattovillat suojataan pressuilla heti villoitus töiden edetessä		
7. Työnaikaisten vesivuotojen ja vahinkojen torjunta	Vesivahingon aiheuttaja	Toimepide (suunnitellaan miten toimitaan jos sattuu)		
	LVI-laitteiden vuodot	Imuroidaan vesi-imureilla välittömästi		
	Työnaikainen vesivuoto timanttikorauksessa	Sisävalmistusvaiheessa mahdollisten timanttikorauksista syntyvä vesi imuroidaan pois		
	Viistosade	Viistosade estetään ovi ja ikkuna-aukkojen muovituksilla		
8. Vedeneristystyön tekijät	Vedeneristystyöntekijän täytyy olla joko sertifioitu tai muulla tavalla vedeneristystyöhön koulutuksen saanut(vuodot joht. pääosin tekijästä)			
	Eristäjän pätevyys	Tekijän nimi ja koulutus(sertifioitu tai mikä muu)		Vastuuhenkilö
	Vedeneristystyön tekevät sertifioidut alirakkoitsijan eristäjät			
9. Hyvien kuivumisolosuhteiden järjestäminen	Toimepide tai menetelmä	Toteutus tässä kohteessa		
	Sisälämpötila pidetään >20C	Kuivatukseen hankitaan lisälaitteita, lämmitys, kuivatus		
	Sisäilman kosteus <RH 50%	Kohteen kaikki seinät ja ikkunat asennettu tai muovit aukoissa		
	Ilmankierto tehokasta, mutta hallittua Estetään betonin kastuminen valun jälkeen	Hyvä kuivatustulos varmistetaan tehokkaalla tuuletuksella Suojataan betonivalu muoveilla heti betonointitöiden jälkeen		

Kosteudenhallintasuunnitelma / rakentamisvaihe

Perustiedot	Kohde	Keravan Uimahalli peruskorjaus ja laajennus			
	Työ nro	5104			
12. Kohteen kosteusmittaus-suunnitelma: Milloin mittaukset alkavat ja minkälaisin aikavälein niitä tehdään ja mistä mitataan.	Mittaus nro	Mittausaika, vk	Mittauspaikka (sijainti) ja laajuus	Rakennuttajan edustaja	Vastuuhenkilö
	1.				
	2.				
	3.				
	4.				
	5.				
	6.				
	7.				
	8.				
	9.				
	10.				
	11.				
	12.				
	13.				
10. Kosteusteknisen valvonna organisointi ja hoitaminen ja poikkeamat	Työmaan kosteusvastaava vastaa kosteudenhallintasuunnitelman toteutuksesta ja kontrolloi, että vastuuhenkilöt tekevät asiat sovitusti				
	Toimepide	Nimi ja mittaajan pätevyys (sertif. tai muu koulutus, mikä?)			Vastuuhenkilö
	Kosteusmittaukset suorittaa kuivumisen aikana				
	Kosteusmittaukset (lopulliset) suorittaa ennen pinnoitusta				
	Kosteusvastaava kirjaa poikkeamat kosteudenhallintasuunnitelmasta tähän. esim. vesivuodot, kastumiset	Korjaavat toimepiteet (vaurioituneet materiaalit pitää vaihtaa)			Vastuuhenkilö

Vaisala SHM40



SHM40 rakenteiden kosteuden mittaamiseen



Vaisala HUMICAP® rakenteiden kosteusmittalaitepaketti SHM40 tarjoaa helpon ja luotettavan ratkaisun betonin ja muiden materiaalien kosteuden mittaamiseen.

Betoni kuivuu epätasaisesti siten, että pinta on yleensä kuivempi kuin betonilaatan sisäosat. Siksi on tärkeää mitata betonin kosteutta pintaa syvemmillä. Porareikämittaus antaa tiedon pinnan alla olevasta kosteudesta. Betoniin porataan reikä, johon asetetaan mittausholkki ja mittapää. Nämä jätetään paikoilleen kunnes kosteus on saavuttanut tasapainotilan, jolloin tasaantuneet arvot voidaan lukea näytöltä.

SHM40 - kätevä paketti porareikäkosteusmittaukseen

Vaisala HUMICAP® rakenteiden kosteusmittalaitepaketti SHM40 on täydellinen ratkaisu porareikämittaukseen. Peruspaketissa on yksi HMP40S-mittapää, HM40-näyttölaitte sekä lisävarusteet porareikämenetelmää varten. Tavarat on pakattu säänkestävään kantolaukkuun ja suunniteltu kestäväksi rakennustyömaaolosuhteissa. SHM40:n lisävarusteiden avulla voidaan valmistella kosteuden mittaamiseen

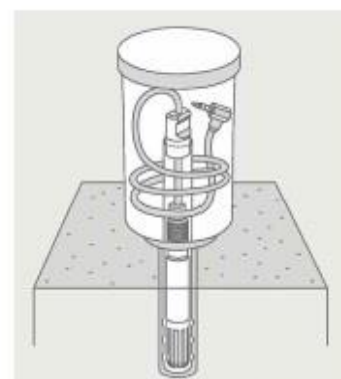
reikä myös juuri valettuun betoniin. Näin vältetään poraamiseen liittyvät riskit, kuten lämmitysvastusten tai putkien vaurioittaminen.

Useiden HMP40S-mittapäiden käyttö helpottaa mittausta

HMP40S-mittapäät ovat vaihdettavia ja ne on helppo kytkeä HM40-näyttölaitteeseen käteväällä liittimellä. Tämä mahdollistaa useiden mittapäiden käytön yhdellä näyttölaitteella. Mittausulos saadaan näytölle numeroina tai graafina.

Ominaisuudet ja hyödyt

- helppo käyttää
- keskenään vaihdettavat mittapäät, ei kalibrointi-kertoimien syöttämistä/tallentamista
- kestävä
- tarkka mittausdata numeroina tai graafina
- IP65-luokittelun mukainen mittapää ja kantolaukku



Betoniin porattu reikä, johon on asetettu HMP40S-mittapää



Mittausulos saadaan HM40-näyttölaitteelta helposti nopean liittämisen ansiosta

SHM40 -paketin standardisisältö

- HM40-näyttölaitte ja adapteri
- 1 kpl HMP40S -mittapää kaapelilla
- 12 kpl asennushokkeja (19266HM)
- 12 kpl kumitulppia (233976)
- 3 kpl kannellisia suojakoteloita (19258HM)
- NIST-jäljitettävä kalibrointitodistus
- säänkestävä kantolaukku oikahihnalla

Tekniset tiedot

HMP40S-mittapää

Suhteellinen kosteus (RH)

Mittausalue	0 ... 100 %RH
Tarkkuus (sis. epälineaarisuus, hystereesi ja toistettavuus):	
lämpötilavälillä	0 °C ... +40 °C
0 ... 90 %RH	±1.5%RH
90 ... 100 %RH	±2.5 %RH
lämpötilavälillä	-40 °C...0 °C ja +40 °C ... +80 °C
0 ... 90 %RH	±3.0 %RH
90 ... 100 %RH	±4.0 %RH
Tehdaskalibroinnin epävarmuus +20 °C:ssa	
0 ... 90 %RH	±1.1 %RH
90 ... 100 %RH	±1.8 %RH
Kosteusanturi	HUMICAP® 180R
Stabiiliisuus	±2 %RH kahden vuoden aikana

Lämpötila

Mittausalue	-40 °C ... +80 °C
Tarkkuus mittausalueella:	
0 ... +40 °C	±0.2 °C
-40 ... 0 °C, +40 ... +80 °C	±0.4 °C
Lämpötila-anturi	Pt1000 RTD Luokka F0.1 IEC 60751

Yleistä

Mittapään toimintalämpötila-alue	-40 °C ... +80 °C
Mittapään paino standardikaapelilla	31 g
Mittapään kotelo	ruostumatonta terästä
Mittapään suodin ja anturisuojaus	kalvosuodin kromilla päällystettyä ABS-muovia
Kaapelin materiaali	johdo PVC, suojavaippa PU
Kaapelin liitin	TRRS uros 3.5 mm
Mittapään suojausluokitus	IP65
Tarvittava porareian halkaisija	16 mm
Mittaussyvyys standardivarustuksella	min. 30 mm, max. 90 mm

HM40-näyttölaite

Näyttölaitteen käyttölämpötila-alue	-10 ... +60 °C
Varastointilämpötila	-30 ... +70 °C
Paino	
Näyttölaite adapterilla	240 g
SHM40-paketti standardisäällöllä	3.7 kg
Näyttölaitteen materiaali	PC/ABS -seos, näyttö akryylimuovia
Näyttölaitteen adapterin materiaalit	nikkelipäällystetty messinki ja päällevalettu muovi
Näyttölaitteen kotelon luokitus	IP54
Pudotusiskunkestävyys	1 m, ilman mittapää

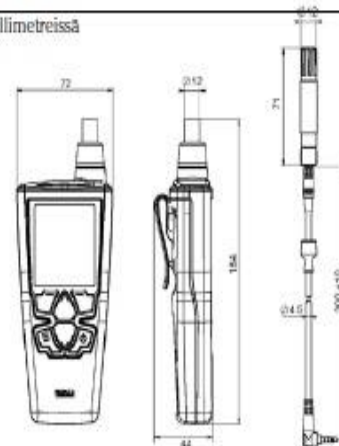
Käynnistysaika	< 3 s
Alkaliparistot	2 x AA, 1.5V (LR6)
Tyypillinen toiminta-aika alkaliparistoilla	100 h (ilman taustavaloa)
Lasketut suureet	Td, Tw, a, x, h
Valikon kielet	suomi, ruotsi, englantii, saksa, ranska, espanja, venäjä, kiina, japani
Näyttö	LCD (140 x 160 pikseliä)
Sähkömagneettinen yhteensopivuus (EMC)	EU:n direktiivi EN61326-1 kannettaville laitteille

Lisälaitteet ja varaosat

HM40-näyttölaite adapterilla ja mittapää kaapelilla	HM40S
Mittapää kaapelilla	HMP40S
HM40-näyttölaite adapterilla	HM40SIND1
Pikaliitin adapteri	HM40SADAPTER
Kaapeli mittapäälle	HMP40SCABLE
Pitkä kaapeli (2,7 m) mittapäälle	HMP40SCABLE2
Asennusholkit (12 kpl)	19266HM
Kumitulpat (12 kpl)	233976
Kannellinen suojakotelo (3 kpl)	19268HM
Säänkestävä kantolaukku	233815
USB-laturi HM40-lukulaitteen paristoille	229249SP
Muoviruilä kalvosuotimella HMP40S-mittapäälle	DRW010525SP
LISÄTARVIKKEET TUOREELLE BETONILLE	
Muovilaipat (12 kpl)	26529HM
Pitkä kumitulppa tuoreelle betonille (12 kpl)	26530HM

Mitat

Mitat millimetreissä



VAISALA

www.vaisala.com

Ota yhteyttä tästä
www.vaisala.com/requestinfo



Sei lallatje
kennamalle
QR-koodin

Ref. B21B7/FI-E ©Vaisala 2014

Tämä materiaali on tekijänoikeusajan alainen ja Vaisala ei ole
ylittänyt yhteistyökumppanit pidättävät kaikki tekijänoikeudet
siihen. Kaikki oikeudet pidätetään. Kaikki tekijänoikeudet ja/tai tuote-
merkit ovat Vaisalan tai sen yksittäisten yhteistyökumppaneiden
varausmerkkejä. Täällä esitetyssä olevien tietojen kaltaisen muotojen
lopullinen sisältö, sijoitus, jäsennys tai tallentaminen ilman Vaisalaa siemmen
sääntö lupaa on ehdottomasti kielletty. Kaikkia tietoja - myös
tekijänoikeus - voidaan muuttaa ilman erillistä ilmoitusta.

CE

Heatmobil HTL 250

HEATMOBIL HTL 250



14. TEKNISET TIEDOT

Spesifikaatiot	mittayksikkö	
sallittu polttoteho (öljypoltin)	kW	max. 220
sallittu polttoaineen kulutus (öljypoltin)	kg/h	max. 18,5
nimellinen lämpöteho	kW	195
nimellinen polttoaineen kulutus	kg/h	18
öljysuuttimet, 1 & 2-liekki (tehdasasennus)	USgall/h	2,25 + 1,75 / 60°S
öljypumpun paine (tehdasasennus)	bar	14
polttoaine (suositus talvilaatu)		lämmitysöljy # 1 (tai diesel)
savukaasuhäviöt	%	8 ... 12
nimellinen ilmamäärä (Δ 45 K / 1,2 kg/m ³)	m ³ /h	13.350
sallittu ulkoinen puhaltimen vastapaine, max.	Pa	450
sähköliitäntä	V	400/230 (3N~)
taajuus	Hz	50
nimellisvirta	A	max. 8,8
ottoteho	kW	max. 4,4
sähkönsyötön sulakekoko	A	3x16
melutaso, L _{PA} 1m	dB (A)	74
muadapterin aukko Ø (ulko)	mm	550
puhallusadapterin aukko Ø (ulko)	mm	550
savukaasuadapteri Ø (ulko)	mm	200
pituus	mm	3000
leveys	mm	800
korkeus	mm	1380
paino	kg	~ 570
kuivapaino lisävarusteena olevan säiliön kanssa	kg	~1100

Valmistaja:

polartherm oy
POLAR THERM OY

Polarintie 1
Fin-29100 LUVIA
FINLAND

internet: www.polartherm.fi
e-mail: palaute@polartherm.fi