



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Veera Ahlroos

# Verkkokurssi kosteudenhallinnasta työmailla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

24.4.2021

Tekijä Otsikko	Veera Ahlroos Verkkokurssi kosteudenhallinnasta työmailla
Sivumäärä Aika	32 sivua 24.4.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine	Rakennetekniikka
Ohjaajat	HSE-päällikkö Juhana Leinonen Lehtori Timo Riikonen
<p>Opinnäytetyön aiheena on työmaiden kosteudenhallinnan verkkokurssi. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat ovat suurimpia laatuongelmia rakentamisessa. Laatuongelmien lisäksi kosteudenhallinnalla on merkittävä vaikutus myös rakentamisen kustannuksiin ja aikatauluun. Kosteudenhallinnan päämääränä työmailla on taata rakennuksen käyttäjälle terveellinen ympäristö sekä minimoida rakentamiseen tarvittava aika ja kustannukset. Tavoite saavutetaan estämällä kosteusvaurioiden muodostuminen, varmistamalla rakenteiden tarvittava kuivuminen ilman viiveitä aikatauluissa sekä minimoimalla rakenteiden kuivatustarve ja materiaalihukka.</p> <p>Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin kosteudenhallintaan työmailla. Verkkokurssi on suunnattu pääsääntöisesti työnjohdolle, joten opinnäytetyössä painotetaan työn suunnittelun ja toteutuksen näkökulmaa kosteudenhallintaan.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä henkilöstön tietoutta kosteudenhallintaan liittyvissä asioissa verkkokurssin avulla ja näin parantaa Skanskan rakentamisen laatua. Verkkokurssi laadittiin opinnäytetyön materiaalien ja oppien perusteella osaksi Skanskan sisäistä oppimisympäristöä.</p> <p>Skanska on vuonna 1887 perustettu ruotsalainen kansainvälisesti toimiva rakennuskonserni. Maailmanlaajuisesti Skanskassa työskentelee noin 32 000 henkilöä, joista reilu 2000 työntekijää Suomessa. Skanskan arvoihin kuuluu ihmisistä ja ympäristöstä välittäminen ja asiakkaille omistautuminen, joten laadukkaiden tuotteiden valmistaminen on tärkeää.</p> <p>Opinnäytetyötä varten kerättiin tietoa kirjallisista lähteistä ja käytettiin hyväksi työharjoitteluissa saatua käytännön osaamista työmailta. Lisäksi työtä varten haastateltiin Skanskan laadunvarmistustiimiä, takuutyöpäällikköä ja työnjohtajia sekä Sitowisen rakennusvalvojaa.</p>	
Avainsanat	Kosteudenhallinta, kosteusvaurio, kuivaketju10

Author Title	Veera Ahlroos Moisture Control on Construction Sites
Number of Pages Date	32 pages 24 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Professional Major	Structural Engineering
Instructors	Juhana Leinonen, HSE-manager Timo Riikonen, Senior Lecturer
<p>The topic of the thesis is an online course on construction site moisture management. Moisture and mold problems in buildings are the most important quality problems in construction. In addition to quality problems, moisture management also has a significant impact on construction costs and schedule. The goal of humidity management at construction sites is to guarantee a healthy environment for the building users and to minimize the time and costs required for construction. The goal is achieved by preventing the formation of moisture damage, ensuring the necessary drying of the structures without delays in the schedules, and minimizing the material loss.</p> <p>Moisture management at construction sites was researched for this thesis. The online course is mainly aimed at work management, hence the thesis emphasizes the aspect of work planning and realization in moisture management.</p> <p>The aim of the thesis was to increase the staff's knowledge related to moisture management with the help of an online course and therefore to improve the quality of Skanska's construction. The online course was developed based on the thesis materials and lessons as part of Skanska's internal learning environment.</p> <p>Skanska is an international construction group founded 1887 in Sweden. Skanska employs globally about 32,000 people, of whom more than 2,000 in Finland. The values of Skanska include caring for life and committing to customers and the environment. Therefore, it is important to produce quality products.</p> <p>Information for the thesis was collected from literature and of the practical knowledge gained during internships. In addition, quality assurance team, warranty manager and foremen from Skanska, and construction supervisor from Sitowise were interviewed for the work.</p>	
Keywords	Moisture management, moisture problem, kuivaketju10

# Sisällys

## Käsitteet

1	Johdanto	1
1.1	Skanska Oy	1
1.2	Tausta ja tavoite	2
1.3	Rajaus ja työtapa	3
2	Kosteudenhallinta työmailla	3
2.1	Kosteudenhallinnan tavoitteet	3
2.2	Kosteusvaurioiden synnyn ehkäiseminen	4
2.3	Rakenteiden kuivatustarpeen minimointi	5
2.4	Rakenteiden kuivattaminen	7
2.4.1	Betonirakenteen kuivuminen	8
2.5	Työnaikainen suojautuminen kosteudelta	10
2.6	Vesivahingon sattuessa	13
2.7	Materiaalihukan minimointi	14
2.8	Kosteudenhallinnan vaikutuksia kustannuksiin	17
2.9	Laadunvalvonta	17
2.10	Kosteudenhallintakoordinaattori	18
3	Kosteudenhallintasuunnitelma ja sen osa-alueet	19
3.1	Kosteudenhallintasuunnitelma	19
3.2	Suunnitteluvaihe	19
3.3	Kosteusriskien arviointi ja kartoitus	20
3.4	Työvaiheiden tarkastukset ja toimenpiteet	21
3.5	Märkätilarakenteet	21
3.6	Kuivumisaika-arviot ja kuivumisolosuhteet	22
3.7	Kosteusmittausuunnitelma ja -mittauspöytäkirja	22
3.8	Tulostettava kooste	23
4	Kuivaketju10	24
4.1	Tilaaminen	26

4.2	Suunnittelu	26
4.3	Työmaavaihe	26
4.4	Käyttöönotto	27
4.5	Käyttö	27
5	Congridin kosteudenhallintakierros	27
6	Yhteenveto	29
7	Pohdinta	29
	Lähteet	31

## Käsitteet

Congrid	Rakennustuotannon laadun- ja turvallisuuden hallintaan tarkoitettu mobiilisovellus.
Kosteus	Kemiallisesti sitoutumaton vesi kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa.
Kosteusongelma	Liiallisen kosteuden tai kosteusvaurion aiheuttama ongelma, joka voi aikaansaada esimerkiksi homeongelman tai muun haitan rakenteessa.
Kosteusvaurio	Rakenteessa tai materiaalissa esiintyvä liiallisen kosteuden aiheuttama vaurio, joka vaatii osan korjaamista tai vaihtamista.
Kuivaketju10	Kuivaketju10 on toimintamalli, jonka tarkoituksena on vähentää kosteusvaurioiden riskejä koko rakennuksen elinkaaren ajan kohdentamalla toimenpiteet kymmeneen keskeisimpään kosteudenhallintariskiin.
RALA	Rakentamisen Laatu RALA ry. Rakennus- ja kiinteistöalan organisaatioiden perustama yhdistys, jonka päämääränä on parantaa laadun edellytyksiä rakentamisessa.
Suhteellinen kosteus Rh	Relative humidity eli ilmassa tai rakenteessa olevan vesihöyryn pitoisuus.
TR-mittaus	Mittausmenetelmä rakennustyömaan turvallisuustason viikoittaiseen mittaamiseen.

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee työmaiden kosteudenhallintaa ja se tehdään Skanska Oy:lle. Tavoitteena on laatia opinnäytetyön materiaalien ja oppien perusteella verkkokurssi osaksi Skanskan sisäistä oppimisympäristöä. Home- ja kosteusongelmat on yksi huomattavin laatuongelma rakentamisessa. Ne voivat pahimmillaan aiheuttaa vakavia terveydellisiä vaivoja, siksi niiden syntyminen on estettävä jo rakentamisen aikana.

Skanskan arvoihin kuuluu välittäminen ympäristöstä ja ihmisistä sekä omistautuminen asiakkaille, joten laadun varmistaminen on tärkeä osa työtä Skanskassa. Sen vuoksi Skanskalla panostetaan henkilöstön kehittämiseen ja kouluttamiseen. Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä henkilöstön tuntemusta kosteudenhallintaan liittyvissä asioissa.

Opinnäytetyö toteutetaan tutustumalla ja keräämällä tietoa alan kirjallisuudesta ja haastatteleamalla Skanskan laadunvarmistustiimiä ja työnjohtoa. Näkökulma opinnäytetyössä on työmaatoteutuksessa.

Lopputuloksena on tutkimusmateriaali, jonka pohjalta toteutetaan verkkokurssi. Verkkokurssin tavoitteena on perehdyttää työnjohto syvällisemmin kosteudenhallintaan liittyviin asioihin ja näin välttää kosteudenhallinnan laiminlyömisestä johtuvia vaurioita ja ongelmia tai ylimääräisiä kustannuksia.

### 1.1 Skanska Oy

Skanska on ruotsalainen vuonna 1887 perustettu kansainvälisesti toimiva rakennuskonserni, joka kuuluu maailman kymmenen suurimman rakennusyhtiön joukkoon. Skanska Cementgjuterietin on perustanut vuonna 1887 Etelä-Ruotsissa Rudolf Berg ja sen toiminta keskittyi alkuvuosina betonituotteisiin. Vuonna 1984 yritys vaihtoi kansainvälisessä käytössä vakiintuneen nimen Skanska. Suomen toiminnoista vastaava tytäryhtiö Skanska Oy perustettiin vuonna 1994.

Skanskan toimialoihin kuuluvat rakentaminen, toimitilojen ja asuntojen projektikehitys sekä julkisen sektorin elinkaarihankkeet. Skanska toimii valituilla markkina-alueilla sekä Euroopassa että Yhdysvalloissa.

Skanskassa työskentelee maailmanlaajuisesti noin 32 000 henkilöä, joista runsaat 2000 työntekijää Suomessa. [1.]

## 1.2 Tausta ja tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on lisätä työntekijöiden tietoutta kosteudenhallintaan liittyvissä asioissa verkkokurssin muodossa ja näin parantaa Skanskan rakentamisen laatua.

Verkkokurssi tehdään Skanskan sisäisen oppimisympäristöön. Kurssit on jaettu siellä viiteen eri osa-alueeseen; Työmaahan perehdyttäminen, Töissä Skanskassa, Rakentaminen ja projektikehitys, Työturvallisuus, työterveys ja ympäristö sekä Esimiestoiminta. Verkkokurssi tehdään osaksi Työn terveellisyys, turvallisuus ja ympäristö –kategoriaa.

Skanskan intranetistä löytyvästä oppimisympäristöstä löytyy kymmeniä kursseja eri aiheista, kuten kemikaaliturvallisuus, nostotyöt ja vaara-alueiden rajaaminen. Verkkokurssien avulla on helppo oppia uutta tai päivittää tietojaan. Kosteudenhallintaan liittyvää kurssia ei ole vielä olemassa. Opinnäytetyö tehdään paikkaamaan tätä aukkoa oppimisympäristössä, sillä rakennusten kosteus- ja homeongelmat ovat suurimpia laatuongelmia rakentamisessa. Laatuongelmien lisäksi kosteudenhallinnalla on suuri merkitys myös rakentamisen aikatauluun ja kustannuksiin.

Skanskan oppimisympäristöä pääsevät käyttämään kaikki skanskalaiset työntekijöistä toimitusjohtajaan. Myös yhteistyökumppaneina toimiville alihankkijoille on tarjolla rajattu valikoima kursseja esimerkiksi työturvallisuuden osiosta. Oppimisympäristön kurssien opiskelu ei ole sidottu aikaan tai paikkaan ja opiskelun voi tarvittaessa keskeyttää ja jatkaa samasta kohdasta myöhemmin. [2.]



### 1.3 Rajaus ja työtapa

Pääpaino opinnäytetyöstä tulee painottumaan työmaan toimintaan kosteudenhallinnassa, mutta työssä käydään läpi myös suunnitteluvaiheiden vaikutukset kosteudenhallintaan. Verkkokurssi on suunnattu pääsääntöisesti työnjohdolle, joten opinnäytetyötä painotetaan työn suunnittelun ja toteutuksen näkökulmaan kosteudenhallinnassa.

Opinnäytetyötä varten kerätään tietoa kirjallisista lähteistä ja käytetään hyväksi työharjoitteluissa saatua käytännön osaamista. Lisäksi työtä varten haastatellaan Skanskan laadunvarmistustiimiä, takuutyöpäällikköä ja työnjohtajia sekä Sitowisen rakennusvalvojaa.

## 2 Kosteudenhallinta työmailla

### 2.1 Kosteudenhallinnan tavoitteet

Työmaan kosteudenhallinnan päämääränä on varmistaa rakennuksen käyttäjälle terveellinen ympäristö sekä minimoida rakentamiseen käytettävä aika ja kustannukset. Tavoite saavutetaan kosteusvaurioiden synnyn estämisellä, varmistamalla rakenteiden riittävä kuivuminen ilman viivästyksiä aikatauluissa sekä minimoimalla rakenteiden kuivustarve ja materiaalihukka.

Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisesti säädetyssä Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta määrätään seuraavasti:

#### **”3 § Rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden olennaiset tekniset vaatimukset**

Rakennuksen, rakenteiden ja rakennusosien on oltava sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset huomioon ottaen kosteusteknisesti toimiva niiden suunnitellun teknisen käyttöajan ajan. Rakennuksen liian suuri kosteuspitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin tai sisäpinnoille ei saa vaurioittaa rakennusta eikä aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville terveyshaittaa.

## 5 § Rakennuksen kosteustekninen toiminta

Sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi, lumi tai jää ei saa haittaa aiheuttaen kulkeutua rakenteisiin.” [14.]

Kosteudenhallinta on hankkeen jokaisen osapuolen velvollisuus. Kosteudenhallinta varmistetaan jakamalla vastuu sekä urakoitsijalle että materiaalitoimittajalle. Se toteutetaan sekä sopimusteknisesti että työntekijöiden perehdyttämisellä ja tuotannon jatkuvalla valvonnalla.

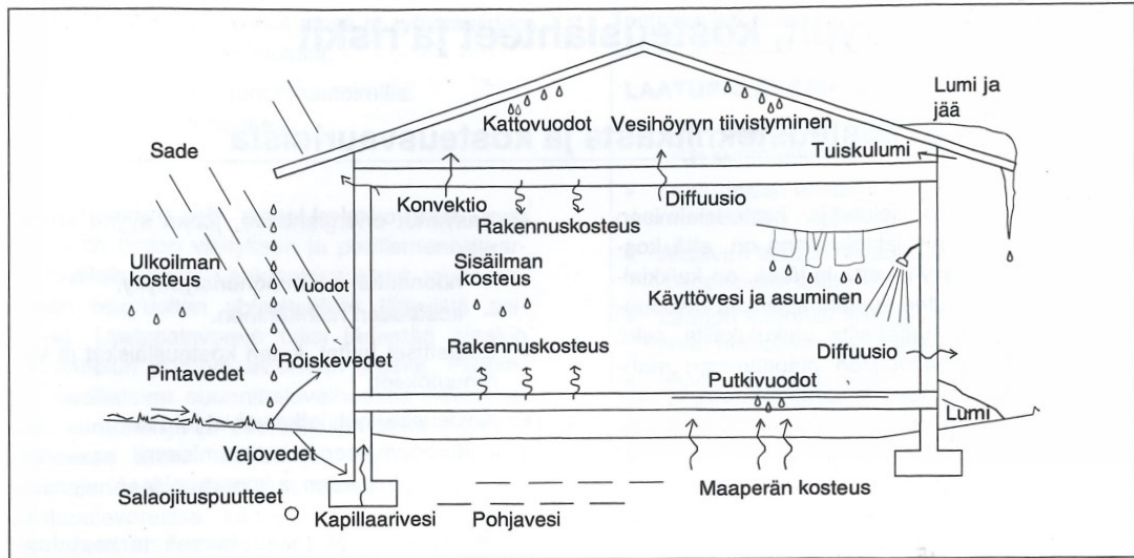
Hankkeen loppuvaiheessa merkittävät tiedot kerätään rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeeseen ja varmistetaan käyttö- ja huoltohenkilöstön osaaminen perehdyttämisellä ja käytön opastuksella. [2.]

### 2.2 Kosteusvaurioiden synnyn ehkäiseminen

Tehokkain tapa estää kosteusvaurion synty on estää kosteuden tiivistyminen materiaaliin. Kosteusvaurio pääsee syntymään, jos rakenteessa vallitsee liian suuri kosteuspitoisuus liian pitkään. Kosteuspitoisuuden noustessa rakenteissa liian korkeaksi, siitä voi olla haittaa rakennuksen käytölle tai rakenteen toiminnalle ja kestävyydelle. Kosteusvaurio ei tarkoita pelkästään kosteuden aiheuttamaa havaittavaa vauriota, vaan kosteusvauriona pidetään myös jo kosteuspitoisuuden nousemista pidemmällä aikavälillä niin korkeaksi, että rakenteen vaurioituminen on todennäköistä. Vaurioituminen voi ilmetä esimerkiksi homehtumisena, lahoamisena, ruostumisena ja muodonmuutoksina.

Kosteusvaurioiden synnyn ehkäisemiseksi pitää estää kosteuden pääseminen rakenteisiin sekä rakentamisen että käytön aikana. Pintojen haitallista ja turhaa kastumista tulisi välttää, sillä on huomattavasi helpompaa, halvempaa ja tehokkaampaa estää kosteuden pääseminen ja tiivistymien rakenteeseen kuin tiivistyneen kosteuden poistaminen. On tärkeää huolehtia siitä, että kastuneet rakenteet ja pinnat pääsevät kuivumaan itsestään tai kuivattaa ne mekaanisesti. Kuivattamisessa voi hyödyntää myös ilmanvaihtoa ja lämpöä.

Kosteutta voi ilmetä eri muodoissa ja kosteudenhallintaan kuuluu näiden kaikkien olo-  
muotojen hallinta. Kuvassa 1. on esitetty rakennuksen eri osiin vetenä, höyrynä, jäänä  
ja lumena vaikuttavia kosteuslähteitä. [11, 13, 16.]



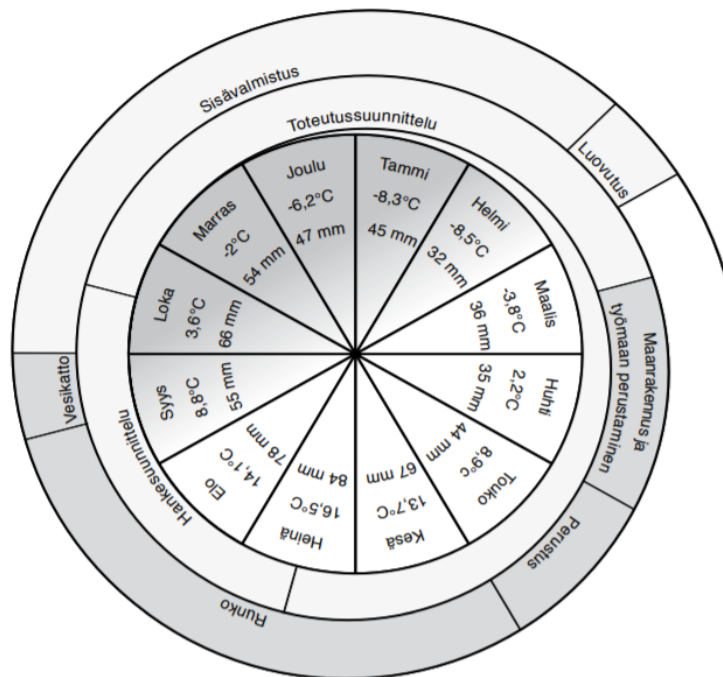
Kuva 1. Rakennuksen eri osiin vaikuttavia kosteuslähteitä. [13.]

Käytännössä on mahdotonta estää kosteuden vaikutusta rakenteiden sisällä ja pinnoissa kokonaan. Sen vuoksi kosteuden vaikutuksen tulisi olla enintään rakenteen tai materiaalin kosteussietokyvyn mukainen ja kuivumisen aina mahdollista. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että rakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa on oltava tietty vikasietoisuus, jolloin hetkellisestä liiallisesta kosteuspitoisuudesta ei synny ongelmia. [16.]

### 2.3 Rakenteiden kuivatustarpeen minimointi

Kosteuden haitallisuudesta ja kuivumiseen kuluva ajasta johtuen, rakenteiden kuivatustarve tulisi minimoida. Rakenteiden kuivumisaikojen laiminlyömisestä seuraa melkein väistämättä aina ongelmia. Laskennallista kuivumisaikaa tulee aina verrata hankkeen suunniteltuun toteutusaikatauluun. Jos laskennallinen arvio kuivumisajalle on liian pitkä toteutusaikatauluun verrattuna, pitää suunnitella vaihtoehtoisia toimintatapoja eikä lyhentää rakentamiseen kuluva aikaa kuivumisajasta. [2.]

Muuttamalla rakentamisen aloitusajankohtaa voidaan vaikuttaa siihen, rakennetaanko runkoa kesällä vai talvella ja arvioida, millaiset vaikutukset säällä on kyseiseen työvaiheeseen. Alla olevan kuvaajan avulla voidaan arvioida millaiset sääolosuhteet vaikuttavat eri rakennusvaiheissa. Sisäkehän sektoreihin on merkitty kuukaudet keskilämpötiloineen ja -sademäärineen Jyväskylän havaintoasemalla Ilmatieteen laitoksen vertailukaudelta 1981-2010. Kun on määritelty rakentamisen aloittamisajankohta, ulkokehällä kiertävä spiraali osoittaa karkeasti, millaisia olosuhteita on keskimäärin odotettavissa rakentamisen eri vaiheissa. [4.]



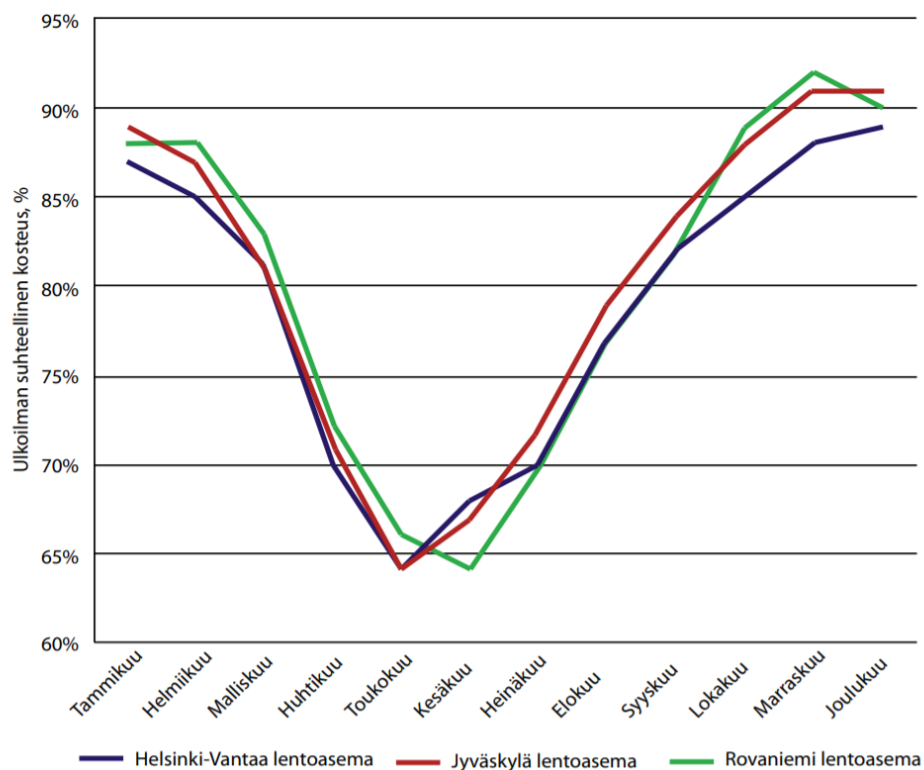
Kuva 2. Kuvaaja eri kuukausien keskimääräisistä sääolosuhteista eri rakentamisvaiheissa. [4]

Työjärjestyksen muuttaminen siten, että rakenteen kuivumisaikaa saadaan pidennettyä, antaa rakenteelle enemmän aikaa kuivua itsestään. Esimerkiksi lattian pinnoituksen siirtäminen viimeiseen mahdolliseen ajankohtaan, antaa omatoimiselle kuivumiselle aikaa eikä rakennetta tarvitse kuivattaa manuaalisesti. Myös käytettävän materiaalin vaihtamisella toiseen voidaan vaikuttaa kuivattamisen tarpeeseen. Esimerkiksi epoksinpintoitus antaa rakenteen hengittää ja kuivua, kun taas muovimatto ei päästä kosteutta yhtään lävitseen. Luvussa 2.4 esitetään tapoja lyhentää rakenteen kuivumisaikaa ja vaikuttaa kuivumisolosuhteisiin huomattavasti ilman mekaanista kuivatusta. [4, 17.]

Yksittäiset työt, kuten timanttiporaus tai -leikkaus, tarvitsevat vettä onnistuakseen. Välttämällä näiden käyttöä, esimerkiksi huolehtimalla läpivientien tekemisestä betonivaluun, pystytään välttämään työhön tarvittavan veden käyttöä työmaalla ja pääsemistä rakenteisiin.

## 2.4 Rakenteiden kuivattaminen

Rakenteiden kuivattamisen päämääränä on poistaa mahdollisimman paljon kosteutta mahdollisimman vähällä lisälämmittämällä. Kuivatettaessa rakenteita on ratkaiseva ymmärtää, mihin poistuva vesi siirtyy rakenteesta. Esimerkiksi lämmittämällä materiaaleja kosteus voi siirtyä myös rakenteessa sisälle päin, jolloin kosteus voi nousta jossain toisessa rakenneosassa. Rakennuksen tuuletuksesta pitää siksi huolehtia kuivatuksen aikana, jotta sisäilmaan kertyvä kosteus pääsee tasaantumaan ulkoilman kanssa. Tarvittaessa rakenteen kosteuspitoisuus voidaan varmistaa kuivatuksen jälkeen riittäväillä kosteusjakaumamittauksilla. [9.]



Kuva 3. Viivadiagrammi ulkoilman suhteellisen kosteuden kuukausittaisesta vaihtelusta eri lentoasemilla [10.]

Rakenteiden kuivattamiseen liittyy oleellisesti vallitsevan ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus. Kuivumisolosuhteet on tarkastettava heti, kun rakenteet ovat sääsuojassa. Ilman suhteellisen kosteuden on oltava riittävän alhainen, jotta se voi vastaanottaa rakenteessa olevaa kosteutta. Yksinkertaistettuna, mitä korkeampi lämpötila tai matalampi paine, sitä pienempi suhteellinen kosteus. Ja päinvastaisesti, mitä matalampi lämpötila tai korkeampi paine, sitä suurempi ilman suhteellinen kosteus. Lämmin ilma pystyy pitämään enemmän kosteutta, jolloin suhteellinen kosteusprosentti on pienempi, vaikka ilmassa on huomattavasti kosteutta.

Kun kuivatettavien tilojen lämpötila on noin 20 °C ja suhteellinen kosteus alle 50 % kuivuminen on tehokasta ja silloin pelkkä rakennuksen tuulettaminen riittää. Jos ulkoilman kosteus on suurempi kuin 50 %, ei kuivattaminen pelkän ilmanvaihdon avulla onnistu, vaan on otettava käyttöön ilmankuivaajia kosteuden sitomiseksi. Tuulettamalla kuivattaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi avaamalla ulko-ovi alimmasta ja parvekkeen ovi ylimmästä kerroksesta, ilma pääsee näin liikkumaan vapaasti koko rakennuksen läpi.

Talvella, jolloin ulkoilma on kuivaa, on ensisijaisesti huolehdittava rakennuksen riittävästä lämmittämisestä ja ilmanvaihdosta. Silloin rakenteista lämmittämällä haihtuva kosteus pääsee tasaantumaan kuivan ulkoilman kanssa. Lämmitettävä tila tiivistetään huolellisesti, mutta kuitenkin niin, että kosteus pääsee poistumaan. Tilaa lämmitettäessä on tehokasta käyttää rakennuksen omaa lopullista lämmitysjärjestelmää, kuten esimerkiksi lattialämmitystä. Lämmityksen voi ottaa käyttöön myös lohkoittain työn edetessä.

Kesällä, kun ulkoilman kosteuspitoisuus on yli 50 %, pitää rakennus tiivistää ja kuivata ilmaa kostean rakenteen ympäriltä. [8, 10, 16.]

#### 2.4.1 Betonirakenteen kuivuminen

Betonilattiarakenne pinnoitetaan usein erilaisilla päällysteillä, kuten esimerkiksi parkeilla, muovimatolla tai keraamisilla laatoilla. Päällystemateriaali voi yhdessä betonin kanssa muodostaa kosteusteknisesti haastavan yhdistelmän. Betonissa oleva kosteus voi olla erittäin haitallista päällystemateriaalille, vaikka se itse kestää hyvin kosteutta. Siksi on hyvin tärkeää, että betoni saa kuivua rauhassa vaadittuun kosteustasoon.

Päällystettävyyden vaatimuksena oleva määritelty betonin suhteellisen kosteuden arvo ei tarkoita sitä, että rakenteen pitäisi kuivua tiettyyn raja-arvoon läpikotaisin. On riittävää, että kyseinen arvo on alitettu rakenteen paksuuden määräämällä arviointitietäisyydellä. Betonirakenteen paksuus, kuivumissuunnat ja -olosuhteet sekä käytetty betonilaatu vaikuttavat siihen, miten nopeasti rakenne alittaa määritellyn raja-arvokosteuden.

Tehokkain tapa saada betoni kuivumaan on nostaa sen lämpötilaa. Korkeampi lämpötila lisää betonin huokoisten ilmantilan vesihöyrynpainetta ja kosteus pääsee siirtymään helpommin. Alhaisempi vesi-sementtisuhde tarkoittaa tiiviimpää betonia ja hitaampaa vesihöyrynläpäisevyyttä. Eli nostamalla vesi-sementtisuhdetta, betoni kuivuu nopeammin, sillä kosteus pääsee siirtymään nopeammin. Myös valitsemalla suurempi runkoaineuksen raekoko betonimassa kuivuu nopeammin. Rakennepaksuuden kasvattaminen tarkoittaa, että kosteus joutuu siirtymään pidemmän matkan päästäkseen rakenteen pinnalle haihtumaan. Eli mitä paksumpi betonirakenne on, sitä hitaammin se kuivuu. Sementtiliimakalvon poistaminen betonivalun pinnasta hiomalla avaa pinnan huokoiset ja rakenne pääsee kuivumaan tehokkaammin.



Kuva 4. Kastunut betonilaatta Kuva: Veera Ahlroos

Betonin kastuminen hidastaa kuivumista huomattavasti. Mitä kauemmin betoni on ehtinyt kuivua ennen kastumistaan, sitä haitallisempaa siihen päässyt ylimääräinen kosteus

on. Ylimääräinen kosteus haihtuu myös hitaammin. Valettaessa betonin huokokset ovat lähes täynnä kosteutta, mutta jo parin viikon päästä valusta sattuneella kastumisella on merkittävä vaikutus kuivumisaikoihin. Esimerkiksi neljän viikon rankkasade voi kasvattaa betonista tehdyn välipohjan kuivumisaikaa jopa parilla kymmenellä viikolla.

Kastuminen ei vaikuta pelkästään työmaalla valettuihin betonipintoihin, vaan myös betonielementteihin. Valmiselementit ovat usein ehtineet kuivua jo jonkin verran tehtailla, ja niihin päässyt ylimääräisen kosteuden haihtuminen voi olla hyvinkin hidasta tiiviistä elementistä.

Ontelolaatoista rakennettaessa tulee myös ottaa huomioon onteloihin mahdollisesti päässyt vesi, jota ei välttämättä havaita vielä rakennusaikana. Ontelovedet voivat aiheuttaa kosteusongelmia rakennuksen käytön aikana. Ontelolaattoihin suositellaan vedenoistoreikien auki porausta asennuksen jälkeen, jotta kaikki onteloihin päätyneet vesi pääsee valumaan tai haihtumaan porausaukon kautta. Ontelovedet ovat tyypillisiä uudiskohteiden takuuajana havaittuja vesivahinkoja ja voivat ilmetä jopa vuodenkin kuluttua kohteen valmistumisesta. Ontelovesistä johtuva kosteusvaurio ilmenee tummana läikkänä huoneen sisäkatoissa ja pilaa katon tasoitteen ja maalin.

Kuivumisaikoja määriteltäessä tulee aina muistaa, että ne ovat vain arvioita ja suuntaa antava työkalu työmaan aikataulua, kosteudenhallintasuunnitelmaa ja rakenteiden kuivatusta suunnitellessa. Varmuuden rakenteiden todellisesta kuivumisesta saa vain mittaamalla betonin suhteellisen kosteuden. Mittauksen voi toteuttaa joko näytepalasta tai rakenteeseen poratusta reiästä. [3, 4, 17, 18.]

## 2.5 Työnaikainen suojautuminen kosteudelta

On aina tehokkaampaa suojata rakenteet kosteudelta kuin lähteä kuivattamaan niitä. Rakennuksen omien rakenteiden käyttäminen on taloudellisin ja tehokkain tapa suojata rakennusta ja materiaaleja kosteudelta, mutta valitettavasti työmailla joudutaan usein tukeutumaan väliaikaisiin ratkaisuihin. Kosteudenhallinnan periaatteet tulee käydä perehdytettäessä huolellisesti läpi, jotta ne olisivat työmaan jokaiselle työntekijälle selvät. [9.]



Suojaamalla keskeneräiset työvaiheet huolellisesti työpäivän päätteeksi voidaan vähentää rakenteeseen pääsevän kosteuden määrää. Valmistunut työ tulee suojata heti työn lopettamisen jälkeen tai sitä mukaa kun se valmistuu. Esimerkiksi välipohjien läpivientiaukot pitäisi peittää, jotta sadevesi tai lumi eivät pääse kastelemaan alemmaa kerrosta. Talvella työkohte on hyvä suojata lumipeittein lumitöiden vähentämiseksi (kuva 5). Sääsuojauksissa on huolehdittava, että ne pysyvät paikoillaan ja ovat tiiviitä. Lisäksi niiden kunto on tarkistettava säännöllisesti. [10.]

Suojauksen tarvetta mietittäessä ja suojaamisessa on hyvä käyttää maalaisjärkeä. Jos on kuiva kesäkuukausi menossa ja säätiedotukset eivät ennusta sadetta, suojaus ei välttämättä ole pakollinen. Kun taas märempinä kevät- ja syyskuukausina sateen mahdollisuus on suurempi ja suojan tarve näin todennäköisempi. Talvella lumi ja jää tulee poistaa ajoissa ja mekaanisesti. Yhden neliömetrin alueelle satanut viiden senttimetrin paksuinen kerros lunta tarkoittaa sulaneena viittä litraa vettä ja vapaasti sulaessaan tai sulatettaessa koko vesimäärä päätyy vetenä tai vesihöyrynä rakenteisiin. Holville satanut vesi tulisi imuroida tai lastata pois. [4.]



Kuva 5. Holviraudoituksen suojaamista lumipeitteillä työn päätteeksi. Kuva: Petri Kupias

Työmaa tulisi pitää siistinä työturvallisuussyiden lisäksi myös kosteudenhallinnan näkökulmasta. Lattioilla oleva rakennusjäte, pöly ja ylimääräiset rakennusmateriaalit sitovat

kosteutta ja estävät alapuolisen rakenteen vapaan kuivumisen. Tarvittava rakennusmateriaali pitää samasta syystä varastoida aluspuiden tai pukkien päälle riittävän ilmavirran takaamiseksi. [3.]



Kuva 6. Roskat keräävät kosteutta ja hidastavat rakenteen vapaata kuivumista. Kuva: Veera Ahlroos

Työnaikainen vesi voi aiheuttaa pahimmassa tilanteessa isoja vesivahinkoja ja siitä on siksi tärkeä huolehtia tarkasti. Vesiputki kulkee yleensä kerroksesta toiseen rappukäytävässä, joka ei ole mitenkään kosteudelta suojattuna. Vapaasti valuessaan vesi voi päästä rappukäytävästä myös asuntoihin sisään ja pilata siellä juuri asennetun parketin. Työnaikainen vesi pitäisi siis poistaa heti kun lopullisen veden käyttöönotto sen mahdollistaa. Työmaalla ei myöskään saa säilyttää astioissa suuria vesimääriä, sillä kaatuesaan nekin voivat aiheuttaa laajan kosteusvaurion. [3, 18.]

## 2.6 Vesivahingon sattuessa

Työmaalla on varauduttava jo etukäteen mahdolliseen vesivahinkoon. Työmaalle on varattava työnaikaisia vesivuotoja varten tarvittavaa kalustoa, kuten vesi-imureita ja lastoja, lämpöpuhallin, ilmankuivain. Kuivauskaluston on oltava helposti kaikkien saatavilla.

Sattuneet vesivahingot pitää kirjata ylös. Kirjauksista tulee ilmetä, mitä on tapahtunut ja milloin, sekä miten vahinko korjattiin. Mahdollisten tulevien ongelmien selvittäminen on helpompaa, jos tiedetään, miten asian kanssa on ensimmäisellä kerralla toimittu ja miten laaja vesivahinko on ollut. Mahdollisten tulevien korjausten tai asioiden selvittely rakennuksen tulevan käyttäjän kanssa on helpompaa, kun tiedetään tarkasti, mitä on tapahtunut ja miten asian kanssa on toimittu.



Kuva 7. Vesi-imuri Kuva: Veera Ahlroos

Kuten aikaisemmin on todettu, vesivahingossa kastuneen betonin kuivumisaika voi olla huomattavasti pidempi kuin tuoreen betonin, joten on erittäin tärkeää kuivata vesivahingosta kastunut betoni välittömästi.

## 2.7 Materiaalihukan minimointi

Vähentämällä materiaalihukkaa voidaan pienentää kustannuksia merkittävästi, sillä moni materiaali on herkkä kosteudelle ja voi pilaantua, jos sitä ei suojata huolellisesti. Mikro-bivaurioiden lisäksi puun lujuus voi heikentyä kosteuden aiheuttaman lahoamisen seurauksena. Työmaalle suunnitellaan jo perustamisvaiheessa tarvittavat alueet materiaalien varastoinnille. Varastoalueelle voidaan joko rakentaa kevytrakenteinen ulkovarasto tai hankkia varastokontteja. [5.]



Kuva 8. Aluspuiden päälle varastoituja laastisäkkejä Kuva: Veera Ahlroos

Työmaalle tuodut rakennusmateriaalit pitää suojata välittömästi, jos niitä ei saada heti sisätiloihin tai erillisen sääsuojan alle. On myös huomioitava, että rakennusmateriaalien omat pakkaukset eivät välttämättä suojaa materiaalia riittävästi, siksi työmaalle on varattava riittävä määrä suojapeitteitä. Selvitetään valmistajalta rakennusmateriaalien varastointiohjeet ja varastoidaan tuotteet niitä noudattaen. Varastoitaessa materiaaleja ulkona peitteen alla, tulee huomioida myös riittävä ilmanvaihto suojan alle, jotta sinne mahdollisesti päässyt kosteus pääsee haihtumaan. [4, 8.]

Rakennusmateriaalit tulee aina varastoida irti alustastaan esimerkiksi kuljetuslavan tai aluspuiden päälle, sillä materiaali voi saada kosteutta myös alakautta. Suoraan alustaa vasten varastoitu rakennusmateriaali voi myös hidastaa alustarakenteena olevan betonin kuivumista [9].

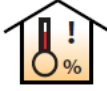






Kuva 9. Roskasäkki on estänyt betonin vapaan kuivumisen Kuva: Veera Ahlroos

Kun materiaalit tilataan oikea-aikaisesti, ne voidaan heti asentaa lopulliseen paikkaansa. Tällöin vältetään välivarastointi ja säältä suojaamista ei tarvita. Jos materiaalit pitää kuitenkin välivarastoida, järjestetään varastointiolosuhteet vastaamaan mahdollisimman lähelle materiaalin lopullisia käyttöolosuhteita. Ulos tulevia rakennusmateriaaleja, kuten esimerkiksi kattotiiliä, voidaan säilyttää ulkotiloissa ilman minkäänlaista suojaustarvetta. Suojaisessa tilassa, kuten katoksella tai suojapeitteillä suojattuja materiaaleja ovat esimerkiksi elementit. Herkemmät materiaalit, kuten parketti pitää säilyttää lopullista käyttölämpötilaansa ja -ilmankosteutta vastaavassa tilassa.

Pitämällä työmaalla varastoitavan tavaran määrä vähäisenä, on pienempi riski välttyä materiaalien vaurioitumiselta kosteuden vuoksi. Tällöin riittää, kun tavaraa säilytetään vain käynnissä olevan tai juuri alkavan työvaiheen tarvitsema määrä. Vähentämällä tavaran määrää työmaa pysyy myös siistimpänä ja turvallisempänä.

Kuvan 10 numeroituja säilytysolosuhteita käytetään hyväksi kosteudenhallintasuunnitelman kosteusriskejä ja kartoituksia tehdessä. Sen avulla voidaan selvittää, tarvitseeko rakennetta tai materiaalia sääsuojata.

1. Käyttötila	2. Lämmin tila	3. Sisätila	4. Suojainen tila	5. Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parketit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
			Laastit	
			Runkopuutavara	
			Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)	
			Metalli-ikkunat ja -ovet	
			Kuivabetoni	
			Lämmöneristeet	
			Metallikasetit	
			Puuelementit	
			Betonielementit	
			Keramiikka, tiilet ja laatat	
			Raudoitteet	
			Metallivarusteet	
			Maa-ainekset	
			Kattoitiit	
			Ulkovarusteet	

Kuva 10. Ratu S-1232 Rakennustyömaan sääsuojaus -ohjeen mukaiset materiaalien ohjeelliset varastointitavat käyttöolosuhteiden mukaan [4.]

Kosteusvaurioitunutta materiaalia ei käytetä. Jos rakennusmateriaali pääsee kuitenkin kastumaan, kuivataan se välittömästi ja tarvittaessa vaihdetaan uuteen.

Materiaalien ja rakenteiden sääsuojaminen tulee olla kaikkien työntekijöiden ja -johtajien vastuulla, ei vain sen henkilön, joka materiaalia käyttää tai on sen tilannut.

## 2.8 Kosteudenhallinnan vaikutuksia kustannuksiin

Kosteudenhallinnassa epäonnistuminen voi tuottaa kustannusten nousua monella eri tavalla. Kun taas onnistumalla kosteudenhallinnassa voidaan rakennuskustannusten lisäksi pienentää huomattavasti myös rakennuksen elinkaarikustannuksia. Materiaali pitää kastuttuaan vaihtaa kuivaan, sillä jätettynä paikoilleensa se voi aiheuttaa materiaalihukan lisäksi muitakin lisäkustannuksia.

Kuten aiemmin on jo mainittu, rakenteen suojaaminen on tehokkaampaa kuin sen kuivattaminen. Kuivattamista varten pitää vuokrata tai ostaa koneita tai laitteita ja niiden käyttäminen lisää energian tarvetta työmaalla, jotka molemmat lisäävät kustannuksia omalta osaltaan. Kuivattaminen voi myös lisätä rakennusajan tarvetta, sillä rakennetta ei voi esimerkiksi päällystää ennen kuin se on riittävän kuiva. Pidentynyt rakennusaika tarkoittaa menojen kasvamista esimerkiksi työntekijöiden palkkojen muodossa tai pahimmassa tapauksessa myöhästyneestä luovutuksesta johtuvana sakkona. [10, 16.]

Kustannuksia voi tulla vielä rakennuksen valmistuttua, esimerkiksi kasvaneena energiantarpeena kastuneen mineraalivillan heikentyneen lämmöneristyskyvyn vuoksi. Aiemmin mainittu huolimaton ontelovesien poistaminen on yleinen takuutyötehtävä. [13, 18.]

## 2.9 Laadunvalvonta

Laadunvalvonnan tavoitteena on tarjota loppukäyttäjälle virheetön rakennus. Rakennuttajan tulee asettaa rakennukselle kosteudenhallinnan laatutavoitteet ja siihen liittyvät vaatimukset ja toimintatavat sekä huolehtia niiden toteuttamisesta. Laatutavoitteiden toteuttaminen edellyttää edellä mainittujen asioiden kirjaamista sopimusasiakirjoihin. Toimivaan kosteudenhallintaprosessiin kuuluu kohteen kosteusriskien arviointi ja hallintatoimenpiteiden määrittely niiden hallitsemiseksi. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa kootaan ne toimenpiteet, joita työmaalla tullaan toteuttamaan laatutavoitteiden saavuttamiseksi.

Jo hankkeen alkuvaiheessa on tarpeellista sopia selkeistä ja aukottomista menettelytapoista laadunvalvonnan hallitsemiseksi. Toimintatapoja ovat muun muassa kokous-, kat-

selmus- ja tarkastusmenettelyt. Työnjohdon ja työntekijöiden perehdytykseen kosteudenhallintaan liittyviin asioihin eikä valvontatoimenpiteisiin saa jäädä aukkoja tai niin kutsuttuja harmaita alueita.

Kosteudenhallintaan liittyvät laadunvarmistustoimenpiteet kirjataan selkeästi kohteen kosteudenhallintasuunnitelmaan. Laadunvarmistustoimenpiteitä voivat olla esimerkiksi kalvopaksuuden mittauksesta sopiminen, kaatojen tarkemittaukset, kosteuden mittaus ennen vedeneristejärjestelmän asentamista, malliasennusten tarkastaminen ja tehtävien laadunvalvonta. Varsinkin kosteudenmittauksessa on vielä varmistuttava siitä, että mitaajalla on riittävät tiedot toimenpiteiden suorittamiseen. [16, 18.]

## 2.10 Kosteudenhallintakoordinaattori

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta edellytetään, että työmaan kosteudenhallintaselvityksessä on määrätty kosteudenhallinnasta vastaava henkilö eli kosteudenhallintakoordinaattori. Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävänä on valvoa, ohjata ja varmentaa hyvän kosteudenhallinnan toteutuminen koko rakennusprosessin ajan. Hän toimii rakennusprojektissa hankkeeseen ryhtyvän edustajana. On suositeltavaa, että kosteudenhallintakoordinaattori on ulkopuolinen asiantuntijataho. [9, 16, 17.]

Kosteudenhallintakoordinaattorin pätevyys pohjautuu ympäristöministeriön asetukseen rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. Kosteudenhallintakoordinaattorin pätevyyydessä ei ole pätevyysluokkia, vaan se perustuu koulutukseen ja työkokemukseen liittyviin kosteudenhallintatehtäviin. Pätevyys edellyttää rakennusalan AMK-tasosta korkeakoulututkintoa tai vastaavaa. [9, 16, 17, 26, 27.]

Kosteudenhallintakoordinaattorin osallistuu kaikkiin rakennusprosessin työvaiheisiin ja hänen tehtäviinsä kuuluu esimerkiksi työmaatoteutuksen valvonta ja ohjaus. Koordinaattori vieraillee säännöllisesti työmaalla ja osallistuu työmaakokouksiin sekä raportoi tietoa rakennuttajalle ja rakennusvalvontaan. [9, 16, 26.]



### 3 Kosteudenhallintasuunnitelma ja sen osa-alueet

#### 3.1 Kosteudenhallintasuunnitelma

Kosteudenhallintasuunnitelma on tärkeä käytännön työkalu, jossa määritellään konkreettiset toimenpiteet varmistamaan rakenteiden riittävä kuivuus päällystämishetkellä. Tavoitteet työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan määritellään teknisten asiakirjojen avulla ottaen huomioon lainsäädännön asettaman tavoitetason ja hyvän rakennustavan. Kosteudenhallintasuunnitelman laadinta alkaa jo suunnittelun alkuvaiheessa ja sitä täydennetään suunnittelun edetessä ja rakentamisen aikana. Suunnitelmat ovat aina kohdekohtaisia ja niissä otetaan huomioon kyseisen rakennuksen ominaisuuksien lisäksi rakentamisajan olosuhteet, kuten esimerkiksi vuodenaajat. Suunnitelmassa otetaan huomioon myös suunnittelijoiden tai rakennuttajan asettamat vaatimukset. Kosteudenhallintasuunnitelmassa suunnitellaan muun muassa materiaalien varastointi- ja suojaustavat sekä toimenpiteet, joilla estetään kosteuden pääseminen rakenteisiin. Kosteudenhallintasuunnitelma siirtyy soveltuvin osin huoltokirjan lähtötiedoiksi ja ylläpito-organisaation käyttöön. [2, 3, 16, 18.]

Skanskan kosteudenhallintasuunnitelma tallennetaan kohteen SharePoint-verkkolevylle Työmaa- ja tuotantosuunnitelmat -kansioon ja on siellä työmaan koko henkilökunnan luettavissa. [2, 3.]

#### 3.2 Suunnitteluvaihe

Kosteudenhallinta alkaa jo suunnitteluvaiheessa, jolloin on huomioitava suunnitteluratkaisuiden kosteustekninen toimivuus ja toteutettavuus. Suunnitteluvaiheessa määritetään rakennuttajan asettama tavoitetaso kosteudenhallinnalle sekä tarvittavat toimenpiteet ja toimintaperiaatteet sen saavuttamiseksi. Suunnittelijat arvioivat rakenteiden kosteusriskit ja eniten huomiota vaativat kohteet, sekä niiden toteutusperiaatteet. Työmaa käyttää suunnittelijoilta saatuja tietoja riskien hallitsemiseen ja konkreettisten kosteudenhallintatoimenpiteiden suunnitteluun.

Suunnitteluvaiheessa varmistetaan, että kosteusriskit otetaan huomioon arkkitehti-, rakenne-, LVI- sekä geoteknisissä suunnitelmissa. Useat rakennusfysikaaliset seikat, kuten rakenteiden kosteustekninen toiminta, edellyttävät kaikkien edellä mainittujen suunnittelulajien yhteistyötä. [2, 3.]

### 3.3 Kosteusriskien arviointi ja kartoitus

Kosteusriskien kartoituksen päämääränä on tunnistaa kriittiset rakenteet ja kosteudelle arat materiaalit. Riskien arvioinnin tulee perustua kohteen ominaispiirteiden selvittämiseen. Informaatiota tähän vaiheeseen on saatu suunnitteluvaiheesta kuten edellä on todettu. Kosteusriskien kartoituksessa määritellään myös työvaiheet, jotka ovat haasteellisia kosteudenhallinnan näkökulmasta. Oleellinen osa suunnitelmaa on määritellä toimenpiteet kosteusriskien hallitsemiseksi.

Taulukko 1. Ote kosteudenhallintasuunnitelman riskienarviointi kohdasta. Taulukossa käydään läpi yhden ulkoseinätyypin materiaalit varastointitapoineen. [3.]

Rakennetyyppi 1	Materiaalit	Varastointitapa	Altistuminen kosteudelle asennettaessa tai asennuksen jälkeen	Miten kosteus voi kulkeutua rakenteeseen? Missä vaiheessa kosteus voi kulkeutua rakenteeseen?	Toimenpiteet kosteusriskien takia ja mahdolliset riskit
US 1	Pintakäsittely	4	Kyllä	Kosteutta voi päästä rakenteeseen ennen muurausta vinosaateen ja rankkasateen aikana.	Koko rakennus huputetaan ja sääsuojataan vesikattotyön ja muurauksen ajaksi.
	Tiilimuuraus 135 mm	5	Kyllä		
	Ilmarako 60 mm	-	-		
	Tuulensuoja 30 mm	4	Kyllä		
	Lämmöneristevilla 150 mm	4	Kyllä		
	Teräsbetoni 250 mm	4	Kyllä		
	Pintamateriaali	2	Ei		

Riskit tulee arvioida taulukoimalla taulukon 1. mukaisesti jokainen rakennetyyppi erikseen materiaali kerrallaan, sillä toiset rakennetyypit ovat toisia herkempiä kosteuden aiheuttamille vaikutuksille. Taulukossa käydään läpi materiaalit varastointitapoineen kuvan 10 numerointia mukaillen ja merkitään, onko niiden mahdollista altistua kosteudelle. Jos materiaali altistuu kosteudelle asennettaessa tai sen jälkeen, taulukkoon kirjataan, miten

kosteus siirtyy rakenteeseen. Kun edellä olevat asiat on selvitetty, käydään läpi kosteusrasituksen aiheuttamat toimenpiteet ja mietitään konkreettiset toimet rakenteiden ja materiaalien suojaamiseksi. [3.]

### 3.4 Työvaiheiden tarkastukset ja toimenpiteet

Kosteudenhallintasuunnitelman Työvaiheiden tarkastukset ja toimenpiteet -välilehdellä suunnitellaan hankekohtaisesti toimenpiteet, joilla varmistetaan materiaalien ja rakenteiden riittävä kuivuus maanrakennus-, perustus-, runko- ja sisävalmistusvaiheissa. Kohdassa käydään läpi, missä olosuhteissa eri työvaiheet toteutetaan ja mitä erityispiirteitä työvaiheissa pitää ottaa huomioon. Esimerkiksi maanrakennusvaiheessa tarkistetaan, onko kaivanto pohjaveden pinnan alapuolella ja pitääkö sen kuivana pidosta siksi huolehtia. Seuraavaksi käydään läpi kosteudenhallinnan organisointi eri työvaiheissa ja työvaiheiden hyvien kuivumisolosuhteiden varmistaminen.

Lopuksi kosteudenhallintasuunnitelman Tarkastukset ja toimenpiteet kohdassa on listattuna valmiiksi kosteusteknisesti kriittisiä rakenteita, materiaaleja tai työtapoja. Siihen lisätään kohdekohtaisia tietoja hankkeen teknisten asiakirjojen pohjalta, mitä toimenpiteitä käytetään, miten suojaaminen ja varastointi hoidetaan sekä kenen vastuulla toiminta on. Osio toimii myös suunnittelu- ja toteutusvaiheen muisti- ja tarkastuslistana.

### 3.5 Märkätilarakenteet

Märkätilarakenteet-välilehdellä perehdytään märkätilarakenteiden erityispiirteisiin ja siihen millaisia toimenpiteitä tai tarkastuksia niiden vuoksi pitäisi tehdä. Kuten aiemmissakin kosteudenhallintasuunnitelman kohdissa, tässäkin otetaan kantaa, millaisissa olosuhteissa kyseinen työvaihe toteutetaan. Välilehti sisältää myös listan märkätilarakentamiseen liittyvistä tarkastettavista asioista.

Kohdassa on listattuna valmiiksi muutamia märkätilarakenteista tarkastettavia kohtia, kuten, että lattioissa on vain välttämättömät läpiviennit, talotekniikan kaadot ja liitokset on tarkistettu ennen lattiaan valamista.

Kosteusvaurioiden ehkäisemiseksi märkätilarakenteita ja varsinkin vedeneristyksiä tehdessä tulee ottaa huomioon monia asioita, jotka eivät ilmene muissa rakenteissa. Vedeneristystä tehtäessä tulee tarkastaa, että sekä työntekijällä että käytettävillä materiaaleilla on voimassa oleva sertifiointi. Kuka tahansa ei saa tehdä vedeneristyksiä, vaan sitä varten tulee käydä vedeneristäjän koulutus. Materiaaleja valittaessa tulee tarkastaa, että valittuja tuotteita voi käyttää yhdessä eli ovat samaa tuoteperhettä. [3, 20, 21.]

### 3.6 Kuivumisaika-arviot ja kuivumisolosuhteet

Kuivumisaika-arvioita varten taulukoidaan päällystettävät rakenteet ja niiden päällystämateriaalin mukaiset tavoitekosteusprosentit. Kuivumisaikojen arvioinnin tavoitteena on varmistua, että rakenteet saavuttavat tavoitekosteuspitoisuutensa aikataulun puitteissa. Päällystettävän rakenteen paksuuden ja oletettavissa olevien kuivumisolosuhteiden perusteella saadaan laskennallinen kuivumisaika. Kuivumisaikojen arvioimiseen käytetään Betoniyhdistyksen laskentaohjelmaa BY 1021. [3, 14.]

Taulukko 2. Esimerkki kuivumisaika-arviosta [3.]

Rakenne + päällystämateriaali	Päällystämateriaalin mukainen tavoite RH %	Kuivumisen alkaminen (vko)	Laskennallinen kuivumisaika (vko)	Aikataulussa huomioitu kuivumisaika (vko)	Tarvitavat toimenpiteet kuivumisen nopeuttamiseksi tai varmistamiseksi
(VP +) pintabetoni + parketti	< 85	23	14,4	16	Huolehditaan riittävästä ilman vaihtuvuudesta ja lämmitystarve arvioidaan ajoissa.
(VP +) pintabetoni + vedeneriste	< 90	23	9,9	10	Huolehditaan riittävästä ilman vaihtuvuudesta ja lämmitystarve arvioidaan ajoissa.

Kun laskennallinen kuivumisaika on saatu selville, otetaan aikataulussa huomioon hieinan pidempi aika, jotta rakenne saisi kuivua rauhassa. Taulukkoon kirjataan myös toimenpiteet, joilla varmistutaan rakenteen tehokkaasta kuivumisesta. [3.]

### 3.7 Kosteusmittaussuunnitelma ja -mittauspöytäkirja

Kosteusmittaussuunnitelma tulee suunnitella siten, että voidaan varmistua mittauksin siitä, että rakenteet ovat kuivuneet suunnitellusti. Mittaussuunnitelman tulee olla otettu

huomioon jo työmaa-aikataulua suunnitellessa, jotta välttyttäisiin työntekoa hidastavilta kosteusyllätyksiltä.

Betonirakenteiden kosteusmittauksilla varmistetaan rakenteen riittävä kuivuminen, jotta vältetään esimerkiksi kosteusherkkien päällysteiden mikrobivaurioilta tai alustaan kiinnitettävien materiaalien irtoamiselta. [7.]

Taulukko 3. Kosteudenmittaustaulukko rakenteittain [3.]

Skanska Talonrakennus Oy				Rakenteen kosteuden mittaus												
Asuntorakentaminen, Etelä-Suomi				Alustava tieto työmaalle ennen lopullista poytakirjaa												
Työmaa As Oy Kerrostalo				Tarkastuksen tekijä Tapio Tarkastaja												
Pmv 15.3.2021																
Krs	Asunto	Huonetilä	Rakenne	Laitteen nro	Sisälämpötilä °C	Ympäröivän alueen Rh%	Mittauspiste A Laitteen nro	Lämpötilä °C	Mittauspiste en Rh	syvyys mm	Mittauspiste B Laitteen nro	Lämpötilä °C	Mittauspiste en Rh	syvyys mm	Mittauspäivä	
2	201	mh	plaano 40 mm	19	15.6	64.7	24	15.8	80.0	19	10	15.6	78.7	12	11.9.2020	OK
2	202	k	plaano 48 mm	26	15.4	61.1	45	15.5	75.6	22	38	15.5	74.8	17	11.9.2020	OK
2	203	k	plaano 50 mm	41	15.1	62.7	39	15.2	76.6	20	20	15.1	75.0	12	11.9.2020	OK
2	204	k	plaano 55 mm	37	16.7	55.9	3	16.8	71.6	22	6	17.0	67.6	12	11.9.2020	OK
2	205	k	plaano 54 mm	40	16.0	59.0	28	15.5	79.4	22	8	15.5	76.3	12	11.9.2020	OK
2	206	mh	plaano 52 mm	15	16.1	60.0	33	16.1	76.0	21	44	15.9	73.7	12	11.9.2020	OK
3	301	k	plaano 60 mm	27	15.8	50.8	3	15.9	64.8	24	23	15.9	58.7	12	11.11.2020	OK
3	302	k	plaano 60 mm	5	16.3	59.9	12	16.0	79.3	24	23	15.9	77.0	12	11.9.2020	OK

Yllä esitettyyn rakenteen kosteudenmittaustaulukkoon (taulukko 3) merkitään jokainen mittaus omalle rivilleen. Mittauksia tehdessä kirjataan ylös mitattava rakenne, mittaava laite, sen hetkinen sisälämpötila ja ympäröivän alueen suhteellinen kosteus (Rh). Kosteus tarkastetaan kahdesta eri mittauspisteestä, joista tarkastetaan lämpötila °C, mittauspisteen suhteellinen kosteus ja mittaussyvyys. [3.]

### 3.8 Tulostettava kooste

Kosteudenhallintasuunnitelmasta tulostetaan työmaan ilmoitustaululle näkyville suunnitelman viimeinen välilehti, joka kokoaa edellisiltä välilehdiltä tiedot automaattisesti omiin taulukkoihinsa.

**SKANSKA Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma**

Työmaan nimi	Työnumero	Vastaava työnjohtaja	Kosteudenhallinnan vastuuhenkilö työmaalla	Kosteudenhallinnasta vastaava suunnittelija	Pvm
As Oy Kerrostalo	1234.5678	Veikko Vastaava	Timo Työmaa	Simo Suunnittelija	14.2.2021

Riskialttimmat rakenteet ja niiden vaatimat toimenpiteet			Materiaalien säilytys- ja suojaustavat				
US	Kuvaus	Toimenpiteet	1. Käyttötila	2. Lämmin tila	3. Sisätila	4. Suojainen tila	5. Ulkootila
US 1	Koko rakennus huputetaan ja sääsuojataan vesikattotyön ja muurauksen ajaksi.						
US 3	Elementin yläpää suojataan muovilla jo tehtaalla. Suoja poistetaan vasta kun elementin yläreuna on suojassa yläpuolisen rakenteen alla.						
YP 1	Rakennus huputetaan ja sääsuojataan vesikattotyön ajaksi.						
YP 31	Rakennus huputetaan ja sääsuojataan vesikattotyön ajaksi.						
YP 4	Rakennus huputetaan ja sääsuojataan vesikattotyön ajaksi.						

Kosteuden raja-arvot ja kuivumisen varmistaminen		
Rakenne + päällystämateriaali	Päällystämateriaalin mukainen tavoite RH %	Tarvittavat toimenpiteet kuivumisen nopeuttamiseksi tai varmistamiseksi
(VP +) pintabetoni + parketti	< 85	Huolehditaan riittävästä ilman vaihtuvuudesta ja lämmitystarve arvioidaan ajoissa.
(VP +) pintabetoni + vedeneriste	< 90	Huolehditaan riittävästä ilman vaihtuvuudesta ja lämmitystarve arvioidaan ajoissa.

Kosteusmittausuunnitelma					
Rakenne + päällystämateriaali	Mittaus- syvyys 1 [mm]	Mittaus- syvyys 2 [mm]	Suunniteltu päällystämisen säilyvyysaika, viikko	Rakenteen paksaus [mm]	Mittaus menetelmä (koepala/porareikä)
VP + parketti	28	11,2		280 + 70	Porareikä
VP + vedeneriste	28	11,2		280 + 70	Porareikä

Materiaalien säilytys- ja suojaustavat	
1. Käyttötila	2. Lämmin tila
Säilytys lämmityksessä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhteavaatimuksia, kuten lämpötilaa tai ilmankosteutta.	Materiaali säilytetään lämmityksessä sisätilassa.
Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumista välttämättä lämpötila-vaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	
Materiaali voidaan säilyttää katealustassa suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	
Materiaalilla ei ole erityisiä suojaustarvetta.	

Työvaiheiden tarkastukset ja tarkemmat toimenpiteet on esitetty työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa	

Kuva 11. Esimerkki työmaan kosteudenhallintasuunnitelman tulostettavasta koosteesta

Tulostettavassa koosteessa (kuva 11) on taulukoituna riskialttimmat rakenteet niiden vaatimien suojaustoimenpiteineen, kosteuden raja-arvot ja toimenpiteet kuivumisen varmistamiseksi sekä kosteusmittausuunnitelma. Lisäksi koosteessa on kuvan 10 materiaalien ohjeelliset varastointitavat. Koosteessa kerrotaan myös työvaiheiden tarkastusten ja tarkempien toimenpiteiden löytyvän kosteudenhallintasuunnitelmasta. [3.]

## 4 Kuivaketju10

Kuivaketju10 on Rakentamisen Laatu RALA ry:n ylläpitämä toimintamalli, jonka avulla pyritään ehkäisemään kosteusvaurioiden syntyminen rakennusprosessin jokaisessa vaiheessa. Kuivaketju10:n riskilistaan (kuva 12) on valittu kymmenen merkittävintä riskikohdtaa, jotka perustuvat suomalaisessa rakentamisessa yleisimmin havaittuihin ongelmiin. Niiden hallinnalla estetään keskeisimmät kosteusriskit ja siten vältetään yli 80 % kosteusvaurioiden vuoksi aiheutuneista kustannuksista. Lopputuloksena rakennuksen

markkinahinta kasvaa, takuukorjauksien tarve vähenee ja elinkaarikustannukset laskevat.

Toimintamallin toimintaohjeet kattavat rakennuksen koko elinkaaren, hankkeen tilaamisen, suunnittelu- ja työmaavaiheet, käyttöönoton ja loppukäytön. Kosteusriskien hallitseminen perustuu ketjuun, jossa toimintamallin riskit torjutaan koko rakentamisprosessin aikana ja onnistuminen torjunnassa todennetaan ja dokumentoidaan luotettavalla tavalla. [8.]



Kuva 12. Kuivaketju10 riskilista [8.]

Kuivaketju10:n ydin on toimintamallin riskilista ja todentamisohe. Todentamisoheen tarkastuslistoissa esitetään, miten riskit tulee torjua rakennusprosessin eri vaiheissa. Suunnittelijan tarkistuslistassa on eri alojen suunnittelijoille yksityiskohtaiset listat asioista, joiden tulee olla suunnitelmissa riskien torjumiseksi. Urakoitsijan listassa on keinot, joilla riskityövaiheiden onnistunut toteutuminen todennetaan ja dokumentoidaan. [8.]

#### 4.1 Tilaaminen

Tilaajan on ensiksi tehtävä päätös Kuivaketju10-toimintamallin käyttöönottamisesta rakennushankkeessa, jonka jälkeen hankkeeseen kiinnitetään kosteudenhallintakoordinaattori. Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtäviin kuuluu valvoa ja ohjata toimintamallin toteutumista rakennusprosessin alusta loppuun asti. Toimintamallin käyttäminen projektissa kirjataan lopullisten sopimusten lisäksi suunnittelu- ja urakkatarjouspyyntöihin. Tilausvaiheessa hankkeelle määritetään realistinen aikataulu, sillä liian tiukalla aikataululla on mahdotonta toteuttaa Kuivaketju10-toimintamallia. [8.]

#### 4.2 Suunnittelu

Suunnitteluvaiheessa tarkennetaan toimintamallin riskilistä ja -todentamisohteja ottaen huomioon kohteen erityispiirteet. Tavoitteena on merkittävimpien kosteusriskien torjuminen jo suunnitteluvaiheessa. Sen saavuttamiseksi suunnittelijat sisällyttävät kaikki Kuivaketju10-tarkistuslistan kohdat suunnitelmiinsa. Suunnittelijat varmistavat aluksi keskenään, että eri suunnittelualojen väliset suunnitelmat ovat yhteensopivia. Sen jälkeen suunnitelmien toteuttamiskelpoisuus käydään lävitse urakoitsijan ja kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa. Pääurakoitsijan työmaaorganisaatio perehdytetään riskikohtiin liittyviin suunnitelmiin.

Suunnitelmien tulisi olla niin kattavia, että työmaavaiheessa pystytään keskittymään yksinomaan niiden toteuttamiseen. Sen vuoksi riskikohdista pitää olla riittävästi detaljikuivia, jotta niiden toteuttaminen ei aiheuta epäselvyyksiä. [8.]

#### 4.3 Työmaavaihe

Työmaavaiheessa jokainen työntekijä perehdytetään toimintamallin periaatteisiin riskilistoihin ja todentamisohteihin. Pääurakoitsijan tärkein tehtävä on riskityövaiheiden toteutumisen todentaminen ja dokumentointi Kuivaketju10:n sähköiseen järjestelmään. Työmaakokouksissa seurataan säännöllisesti toimintamallin etenemistä. Toimintamallin



käytöstä sovitaan erikseen jokaisen aliurakoitsijan kanssa. Olosuhdehallinnan varmistaminen on tärkeä osa toimintamallia, sillä materiaalien ja rakenteiden kastuminen on yksi riskilistan kymmenestä kohdasta. [8.]

#### 4.4 Käyttöönotto

Rakennusprojektin aikana dokumentoidaan riskityövaiheiden suorittaminen ja riskien välttämässä onnistuminen. Tämä dokumentaatio todennetaan rakennuksen käyttöönottovaiheessa. Lopuksi arvioidaan Kuivaketju10 onnistuminen ja sen myötä kohteelle haetaan Kuivaketju10-status.

Käyttäjä ja huoltohenkilöstö perehdytetään toteutusvaiheen jälkeen toimenpiteisiin, joita vaaditaan rakennuksen kunnon ylläpitämiseen. [8.]

#### 4.5 Käyttö

Rakennusta ylläpidetään sen käytön aikana Kuivaketju10 ylläpitosuunnitelman mukaisesti. Rakennuksen huoltokirjaan merkitään ne Kuivaketju10-riskilistan riskit, jotka vaativat käytönaikaisia ylläpitotoimia. Rakennuksen käytön aikana noudatetaan huoltokirjan Kuivaketju10:n määrittelemää ylläpitosuunnitelmaa ja dokumentoidaan suunnitelman toteuttaminen.

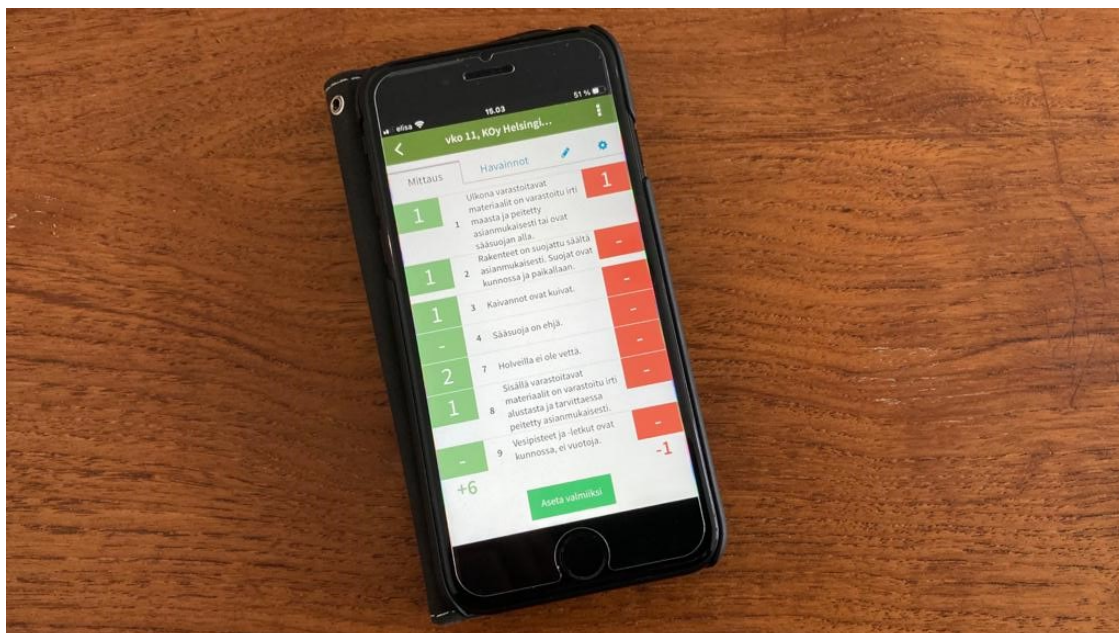
Toimintamallin mukaisen käytön ja ylläpidon laiminlyönti voi johtaa ansaitun Kuivaketju10-statuksen menettämiseen. Statuksen säilyminen edellyttää säännöllistä toimintamallin toteutumisen arviointia. Ensimmäinen arviointi tulee suorittaa kahden vuoden sisällä ennen takuuajan päättymisestä, seuraavat arvioinnit suoritetaan viiden vuoden kuluttua edellisestä. [8.]

## 5 Congridin kosteudenhallintakierros

Congrid on rakennustuotannon laadun- ja turvallisuuden hallintaan tarkoitettu mobiiliväline. Congridista löytyy myös kosteudenhallintaan tarkoitettu työkalu, TR-mittauksen

tavalla toimiva kosteudenhallintakierros. Se sisältää seitsemänkohtaisen listan tarkistettavista asioista, jotka ovat oleellisia kosteudenhallinnan kannalta (kuva 13).

Kosteudenhallintakierroksella kierretään koko työmaa ulko- ja sisätiloihin. Kierroksella tarkistetaan, ovatko kaikki materiaalit sekä ulkona, että sisällä varastoitu irti alustastaan ja suojattu asianmukaisin peittein tai sääsuojin. Ulkona kierrettäessä tarkistetaan, ovatko rakennuksen ympärillä olevat kaivannot kuivat. Rakennuksen tai väliaikaisen materiaali-varaston sääsuojan kunto tarkastetaan repeytymien varalta. Rakennuksen sisällä kierrettäessä tarkastetaan, ovatko holvit kuivat, jotta niiden kuivumiseen tarvittava aika ei pidentyisi. Myös työmaan kaikki vesipisteet ja -letkut tarkastetaan rikkoutumisen ja vuotojen varalta.



Kuva 13. Congridin kosteudenhallintakierroksen mittausta. Kuva: Veera Ahlroos

Puhelinsovelluksessa on mahdollista lisätä huomiota tai korjausta vaativiin poikkeamiin vastuurytyksen ja -henkilön tiedot. Tällöin havainnosta tulee merkintä sovellukseen ja ilmoitus sähköpostiin. Kun poikkeama on hoidettu kuntoon, se käydään merkitsemässä sovelluksessa tehdyksi. [11.]

## 6 Yhteenveto

Kosteudenhallinta on rakentamisen laadun tärkeimpiä osia. Sen päämääränä on minimoida rakentamiseen käytettävät kustannukset ja aika, sekä varmistaa rakennuksen käyttäjälle terveellinen ympäristö. Tavoite saavutetaan ehkäisemällä kosteusvaurioiden synty ja varmistamalla, että rakenteilla on riittävä kuivumisaika välttämällä aikatauluviiästyksyet sekä minimoimalla hukkamateriaalin määrä.

Laatuasioiden lisäksi kosteudenhallinnalla on huomattavia vaikutuksia myös rakentamisen aikatauluun ja kustannuksiin. Kosteusvauriot voivat tulla esiin jopa muutamien vuosien kuluttua rakennuksen valmistumisen jälkeen ja ilmaantuessaan aiheuttaa terveysongelmia rakennuksen käyttäjälle ja kolauksen urakoitsijan maineelle. Keskittymällä kosteusvaurioiden synnyn ehkäisemiseen suunnittelun ja rakentamisen aikana, vältetään monilta negatiivisilta seurauksilta.

Skanskan arvoihin kuuluu asiakkaille omistautuminen ja ihmisistä sekä ympäristöstä välittäminen, joten laadukkaiden tuotteiden valmistaminen on ensiarvoisen tärkeää. Sen vuoksi Skanska panostaa henkilöstönsä kouluttamiseen. Verkkokurssin tavoitteena on luoda informatiivinen ja helposti sisäistettävissä oleva oppimateriaali, jonka avulla henkilöstö on helppo perehdyttää kosteudenhallintaan liittyviin riskeihin ja välttää kosteudenhallinnan laiminlyömisestä johtuvia seuraamuksia.

Opinnäytetyön tutkimus toteutettiin kirjallisuudesta ja haastatteluista kerätyillä tiedoilla, sekä käytettiin hyväksi työharjoitteluissa saatua käytännön osaamista työmailta.

## 7 Pohdinta

Säästö kosteudenhallinnassa voi tulla kalliiksi. Kosteudenhallintaa parantamalla rakentamisen laatu paranee, rakennuskustannukset laskevat ja yrityksen imago paranee.

Kosteus- ja homevauriot ovat usein monen tekijän summa. Yhdistettäessä riskialtis rakenne, riskialttiin olosuhteen ja menetelmän kanssa, kosteusvaurion todennäköisyys kasvaa. Siksi on tärkeää käyttää vuosien aikana kertynyttä kokemusta ja osaamista rakentaen mahdollisimman riskivapailla materiaaleilla sekä työmenetelmillä vakiintuneita

ratkaisuja. Kosteusvarma ja kosteusteknisesti oikein toimiva rakennus toteutetaan tietoisesti asiantuntevalla suunnittelulla, riittäväällä valvonnalla ja huolellisella rakentamisella.

Kosteushallinnan tärkeyttä tulee korostaa rakennushankkeissa ja selkeyttää jokaisen osapuolen tehtäviä riskien välttämiseksi. TR-mittauksen tapaisesti kierretty säännöllinen kosteudenhallintakierros, käyttäen apuna esimerkiksi Congridin mobiilisovellusta, auttaisi varmasti vähentämään kosteusvaurioiden syntyä.

Kosteudenhallinnan tavoitteet ja menetelmät tulisi sisällyttää tarjouspyyntöihin ja sopimuksiin siten, että vastuukysymyksiä harmaat alueet poistuisivat ja pääurakoitsijan työjohto voisi keskittyä vain työn suunnitteluun ja ohjaukseen. Yksikään rakennushankkeen osapuoli ei saa olettaa, että virheetön kosteudenhallinta toteutuu automaattisesti.

Kosteudenhallinta ei lopu, kun rakentaminen lopetetaan, vaan se on koko rakennuksen elinkaaren ajan jatkuvaa toimintaa.

## Lähteet

- 1 Skanskan kotisivut. Verkkoaineisto. <https://www.skanska.fi/tietoa-skanskasta/> (Luettu 15.3.2021)
- 2 Skanskan Intranet. Verkkoaineisto. <https://one.skanska.com/> (Luettu 5.2.2021)
- 3 Skanskan sisäinen kosteudenhallintasuunnitelma.
- 4 Rakennustietokortisto. Rakennustyömaan sääsuojaus S-1232. <https://rt.rakennustieto.fi/haku?query=1232> (Luettu 29.1.2021)
- 5 Rakennustietokortisto. Rakennustyömaan aluesuunnittelu C2-0454. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20C2-0454> (Luettu 29.1.2021)
- 6 Hatakka Kalervo, Rakennustyömaan kosteudenhallinta. Verkkoaineisto. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140506.pdf> (Luettu 12.2.2021)
- 7 Rakennustietokortisto. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus RT 14-10984. <https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/866#page=1> (Luettu 12.3.2021)
- 8 Kuivaketju10. Verkkoaineisto. <http://kuivaketju10.fi/> (Luettu 5.2.2021)
- 9 Rakentamisen kosteudenhallinta -sivusto. Verkkoaineisto. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/> (Luettu 15.3.2021)
- 10 Rakennustietokortisto. Olosuhteiden vaikutus rakentamisessa S-1234. [https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1234?external\\_system=Juha&page=9](https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1234?external_system=Juha&page=9) (Luettu 17.3.2021)
- 11 Congrid-sovellus
- 12 Sisäilmayhdistyksen sivut. Verkkoaineisto. <https://www.sisailmayhdistys.fi/> (Luettu 17.3.2021)
- 13 Torikka, Hyypöläinen, Mattila, Lindberg, 1999, Kosteusvaurioiden laadunvarmistus
- 14 Betoniyhdistyksen kuivumisaikojen laskentaohjelma 1021. (Ei saatavilla julkisesti)
- 15 Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Verkkoaineisto. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/2017078> (Luettu 25.3.2021)

- 16 Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry, RIL 250-2020 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen, 2020, Hansaprint Oy
- 17 Betonirakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, Merikallio, Niemi, Komonen (2007)
- 18 Niemelä, 2014, Kosteusvaurioiden ehkäiseminen rakennustuotannossa, Tammerprint Oy
- 19 Sähköpostihaastattelu Skanskan laadunmittaustiimin kanssa, 2021
- 20 Kiilto Oy:n Märkätilojen suunnittelun ja valvonnan täydennyskoulutus, 18.3.2021
- 21 Rakentamisen henkilösertifikaatit. Verkkoaineisto. [https://rakentamisesertifikaatit.fi/sertifikaatit/markatilojen\\_vedeneristaja](https://rakentamisesertifikaatit.fi/sertifikaatit/markatilojen_vedeneristaja) (Luettu 27.3.2021)
- 22 Rakentamisen laatu RALA ry. Verkkoaineisto. <https://www.rala.fi/> (Luettu 27.3.2021)
- 23 Sähköpostihaastattelu Skanskan työnjohdon kanssa, 2021
- 24 Sähköpostihaastattelu Sitowisen rakennusvalvojan kanssa, 2021
- 25 Sähköpostihaastattelu Skanskan Takuutyöpäällikön kanssa, 2021
- 26 Skanskan kosteudenhallintakoordinaattori hankkeessa -koulutus, 18.2.2021
- 27 Fise. Verkkoaineisto. <https://fise.fi/patevyysspalvelu/hae-patevyytta/valvojat/kosteudenhallintakoordinaattori/> (Luettu 15.4.2021)