



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

JONI KALLIOMÄKI

# **Kosteudenhallinta kerrostalotyö- maalla**

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN TUTKINTO-  
OHJELMA  
2021

Tekijä Kalliomäki Joni	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Maaliskuu 2021
	Sivumäärä 35	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Kosteudenhallinta kerrostalotyömaalla		
Tutkinto-ohjelma Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma		
<p>Kosteudenhallinta on rakennustyömailla tärkeässä roolissa. Hyvällä kosteudenhallinnalla pystytään vaikuttamaan rakennushankkeen aikataulutukseen ja kustannustehokkuuteen. Näitä tärkeämpää on se, että hyvällä kosteudenhallinnalla pystytään vaikuttamaan rakennuksen elinkaaren pituuteen, rakenteiden toimivuuteen ja näiden myötä terveelliseen ja turvalliseen asuinympäristöön.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia kosteudenhallintasuunnitelma MVR-Yhtymä Oy:n kerrostalotyömaalle. Rakennushankkeeseen tutustumisen ohella opinnäytetyössä tutkittiin kosteudenhallintaan liittyvää kirjallisuutta, sitä ohjaavia lakeja ja asetuksia sekä yrityksen edellisen kerrostalotyömaan kosteudenhallintaa.</p> <p>Opinnäytetyössä käsiteltiin rakennustyömaata rasittavat kosteuslähteet, kosteuden siirtyminen rakennuksessa ja kosteudenhallintasuunnitelman eri osa-alueet. Työssä laadittiin yrityksen käyttöön taulukkopohjainen kosteudenhallintasuunnitelma, jonka on tarkoitus palvella yritystä tulevissa hankkeissa. Opinnäytetyö antaa kattavan kokonaiskuvan työmaan kosteudenhallintamenetelmistä hankkeen alkuvaiheesta aina käyttöönottoon saakka.</p>		
<a href="#">Asiasanat</a> kosteus, kosteudenhallinta, kosteudenhallintasuunnitelma, kerrostalotyömaa		

Author(s) Kalliomäki Joni	Type of Publication Bachelor's thesis	Date March 2021
	Number of pages 35	Language of publication: Finnish
Title of publication Humidity management on an apartment building site		
Degree program Construction and Civil Engineering		
<p>Humidity management plays an important role on construction sites. Good humidity management can affect the scheduling and cost-effectiveness of a construction project. I consider it more important than these that good humidity management can affect the length of the building's life cycle, the functionality of the structures and, with them, a healthy and safe living environment.</p> <p>The purpose of the thesis was to prepare a moisture management plan for MVR-Yhtymä Oy's apartment building site. In addition to getting acquainted with the construction project, the thesis examined the literature related to humidity management, the laws and regulations governing it, and the humidity management of the company's previous apartment building site. The thesis dealt with the moisture sources burdening the construction site, the transfer of moisture in the building and the different aspects of the moisture management plan. In the work, a table-based humidity management plan was prepared for the company's use, which is intended to serve the company in future projects. The thesis provides a comprehensive overview of site moisture management methods from the beginning of the project to commissioning.</p>		
<u>Key words</u> humidity, humidity management, humidity management plan, apartment building site		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
2 KOSTEUSLÄHTEET JA KOSTEUDEN SIIRTYMINEN RAKENTAMISESSA	6
2.1 Sadevesi.....	6
2.2 Lumi, jää ja sulamisvesi .....	6
2.3 Rakennuspaikka ja maaperän kosteus .....	7
2.4 Ulkoilman ja sisäilman suhteellinen kosteus .....	7
2.5 Rakennustyön kosteuskähteet .....	8
2.6 Kosteuden siirtyminen rakentamisessa .....	8
3 KOSTEUDENHALLINTA RAKENNUSTYÖMAALLA .....	10
3.1 Kosteudenhallintasuunnitelma .....	13
3.2 Kosteudenhallinnan organisointi.....	15
3.3 Kosteusriskien kartoitus ja arviointi.....	17
3.4 Olosuhdehallinta .....	19
3.5 Rakenteiden suojaus työmaalla .....	20
3.6 Materiaalien varastointi ja toimitus.....	21
4 KOSTEUSMITTAUKSET RAKENNUSTYÖMAALLA .....	22
4.1 Pintakosteusmittaus.....	22
4.2 Porareikämenetelmä.....	23
4.3 Näytepalamenetelmä .....	24
4.4 Kosteusmittaussyvyydet.....	25
5 BETONIRAKENTEIDEN KUIVUMISAIKA-ARVIOT JA PÄÄLLYSTETTÄVYYS .....	26
5.1 Kuivumisaika-arvion laskeminen.....	27
5.2 Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät .....	29
5.3 Rakenteiden päällystettävyys .....	30
6 AS OY PORIN KULTAHERRA KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA..	31
6.1 Hankkeen yleistiedot.....	31
6.2 Hankkeen kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen .....	32
7 YHTEENVETO .....	34
LÄHTEET	
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tarkoituksena oli tutkia kosteudenhallintaa kerrostalotyömaalla rakennusurakoitsijan näkökulmasta. Työssä pyrittiin kehittämään tulevien kohteiden toimintatapoja kosteudenhallintaan liittyen sekä laadittiin yrityksen alkaneeseen kerrostalokohteeseen kosteudenhallintasuunnitelma. Työssä käsiteltiin kosteudenhallinnan tavoitteet ja määräykset työmaan kannalta. Näiden lisäksi käsiteltiin kerrostalotyömaata rasittavat kosteuslähteet sekä tutkittiin eri kosteuslähteiden ehkäisemiseen, kuivumiseen sekä kuivaamiseen soveltuvia ratkaisuja. Kosteudenhallintasuunnitelma laadittiin kohteen lähtötietojen, edellisen kohteen kosteudenhallinnan toimenpiteiden sekä tässä opinnäytetyössä tutkittujen lähteiden avulla. Tukena opinnäytetyössä oli kirjallisuus sekä internetistä löytyvä tieto kosteudenhallintaan liittyen. Lähteet pyrittiin rajaamaan uusimpiin teoksiin.

Opinnäytetyön aihe tuli ajankohtaiseksi työskenneltyäni MVR-Yhtymä Oy:n As Oy Porin Karhunpesän kerrostalokohteessa. Kohde valmistui joulukuussa 2020 ja seuraava kerrostalohanke alkoi yrityksellä 1/2021. Kosteudenhallintasuunnitelma laadittiin 2021 alkaneeseen hankkeeseen As Oy Porin Kultaherraan. Opinnäytetyö tehtiin MVR-Yhtymä Oy:lle, joka on molempien kohteiden perustajaurakoitsija. MVR-Yhtymä Oy on yritys, jonka päätoimialana on asuin- ja muiden rakennusten rakentaminen.

## 2 KOSTEUSLÄHTEET JA KOSTEUDEN SIIRTYMINEN RAKENTAMISESSA

Rakennusta rasittaa rakennusaikana useat eri kosteuslähteet. Sadevesi, lumi, jää ja sulamisvedet ovat kosteuslähteitä, joiden esiintymistä ei pystytä ilman sääsuojauksia poistamaan. Rakennuspaikan korkeus ja pohjaolosuhteet vaikuttavat merkittävästi maaperästä tuleviin kosteusrasituksiin, mutta näihin pystytään vaikuttamaan jo suunnittelussa ja rakennustöiden edetessä. Rakennusaikaisten työvaiheiden aiheuttamat kosteuslähteet esimerkiksi betonointi, muuraustyöt ja tasoitustyöt ovat merkittävimpiä kosteuslähteitä sadeveden ja sulamisvesien rinnalla. Rakennusaikaisiin kosteuslähteisiin pystytään vaikuttamaan valitsemalla vähemmän vettä sisältäviä ja/tai vaativia rakennustuotteita.

### 2.1 Sadevesi

Rakentamisessa esiintyvien sateiden määrään vaikuttaa merkittävästi vuodenaika. Vuotuiset sademäärät vaihtelevat Suomessa n. 500 ja 650 mm:n välillä. Suurimmat sademäärät ovat kesäkuukausina heinä-elokuussa. Kesällä sadepäiviä on kuitenkin harvemmin kuin keväällä ja syksyllä, mutta kuurottaiset sateet kasvattavat sademääriä. Syksyllä ja talvella sademäärät ovat taas pienempiä, mutta sadepäiviä on useammin. (Ilmasto-opas [www-sivut](http://www.sivut) 2021)

Tuulenpaine ja ilmavirtaukset tuovat vesisateisiin oman haasteensa, koska ne voivat siirtää vettä myös ylöspäin rakenteissa. Tästä syystä on tärkeää suunnitella ja toteuttaa julkisivu niin, että myös tuulen vaikutus otetaan sadevesien poisohjaamisessa huomioon. Rannikolla ja vesistöjen läheisyydessä sekä korkeita rakennuksia rakentaessa asia korostuu entisestään. (RIL 250-2020, 98)

### 2.2 Lumi, jää ja sulamisvesi

Lumi ja jää voivat kertyä rakenteisiin talvisaikaan ja kevään alkaessa sulamisvedet voivat aiheuttaa kosteusongelmia rakenteille. Tuulen avulla kulkeutuva lumi voi kulkeutua pitkiä matkoja esimerkiksi yläpohjiin. Tämä voi aiheuttaa sulamisjaksona

sellaisten paikkojen kostumista, joita ei tulla edes ajatelleeksi. Talvella vaihtelevat lämpötilat aiheuttavat lumen ja vesisateen vaihtelua, joka voi ennestään hankaloittaa tilannetta. Lumi voi jäätyessään aiheuttaa esteitä vesisateelle, jonka seurauksena vesi voi kulkeutua esimerkiksi jääpatojen kautta ylöspäin. (RIL 250-2020, 98-99)

### 2.3 Rakennuspaikka ja maaperän kosteus

Rakennuksen korkeusasemaa suunniteltaessa tulee huomioida rakennuspaikan kosteusolot sekä maaperän aiheuttamat kosteusrasitukset. Huomioitavia asioita ovat maaperän kosteuteen vaikuttava pohjaveden korkeus, orsivesi, kuivatus- ja salaojitusjärjestelyt sekä käytettävät maalajit. Jokaisella maalajilla on omat kapillaariset ominaisuudet. Maaperän kosteus tulee aina huomioida maanvastaisia rakenteita suunniteltaessa. (RIL 250-2020, 99)

### 2.4 Ulkoilman ja sisäilman suhteellinen kosteus

Ulkoilman suhteellinen kosteus vaihtelee jatkuvasti vuodenaikojen mukaan. Vesihöyryn määrään vaikuttaa ilman lämpötila. Lämpimään ilmaan pystyy sitoutumaan suurempi määrä vesihöyryä kuin kylmään. Vesihöyryn siirtyminen rakenteisiin on mahdollista, jos ulkoilman vesihöyrynpitoisuus on korkeampi kuin rakenteen huokosilma. Ulkoilman kosteudella on suora vaikutus sisätilojen kosteuteen. Ulkoilman kosteus siirtyy sisätiloihin mahdollisen ilmanvaihdon ja rakennusaikaisen tuuletuksen avulla. (RIL-2020, 99)

Sisäilman suhteellinen kosteus vaihtelee ulkoilman kosteuden mukaan. Sisäilman kosteus seuraa pääosin ulkoilman suhteellisen kosteuden vaihtelua. Sisäilman suhteellinen kosteus on suurin kesäaikaan, koska korkean lämpötilan johdosta ilmaan sitoutuu enemmän vesihöyryä kuin talvella, jolloin ulkoilman sisältämä vesihöyrynpitoisuus on pieni. Sisäilman suhteelliseen kosteuteen vaikuttavia tekijöitä ovat myös rakennuksen ilmanvaihto sekä ihmisten aiheuttama kosteudentuotto. (RIL 250-2020, 102-103)

## 2.5 Rakennustyön kosteuslähteet

Rakennusmateriaaleissa esiintyvä kosteus voi olla peräisin materiaalin valmistamisessa, varastoinnissa, kuljetuksissa sekä rakennustyön aikana mahdollisesti kosteudelle altistuvissa työvaiheissa. Kosteus voi myös siirtyä rakennusmateriaaliin hygroskooppisesti. Tällä tarkoitetaan rakennusmateriaalin kosteuspitoisuuden tasapainottamista ympäristön kosteuspitoisuuden kanssa. Rakennusaikana jossakin työvaiheissa tarvitaan vettä ja tämä aiheuttaa rakennusaikaisen kosteuden muodostumista. Tällaisia työvaiheita ovat esimerkiksi seinien ja lattioiden tasoitukset ja betonointi. Rakenteessa oleva rakennusaikainen kosteus pyrkii tasoittumaan tasapainokosteuteen ympäröivän ilman kanssa. Tällaiset työvaiheet aiheuttavat suurta kosteuskuormaa rakennusvaiheissa. (RIL 250-2020, 105)

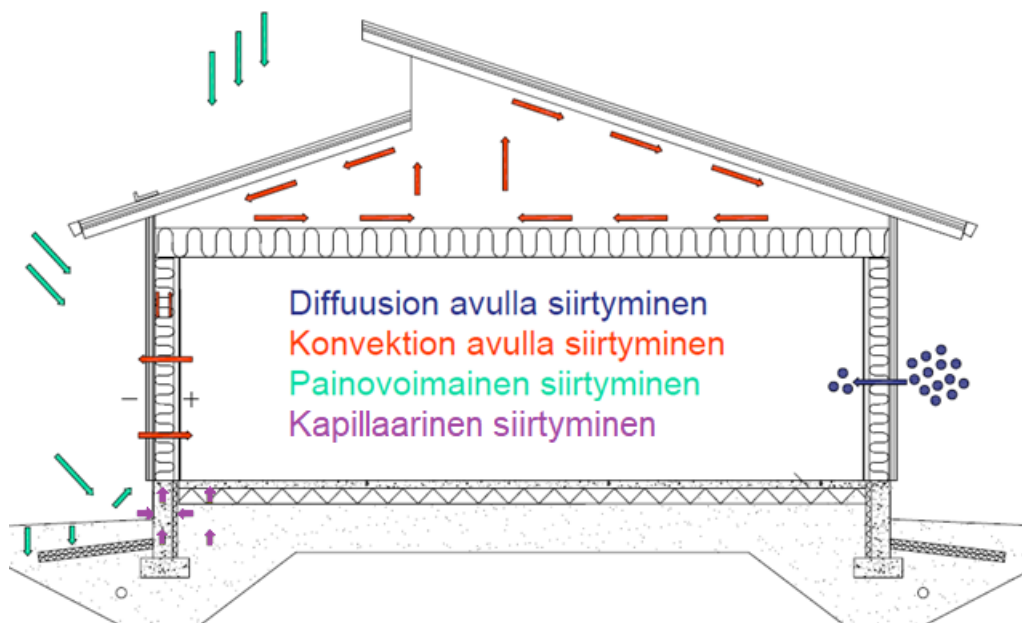
Esimerkkinä betonimassa sisältää vettä n.  $180 \text{ kg/m}^3$ . Tästä määrästä n. 40-70 kg sitoutuu kemiallisesti sementin hydrataatioreaktiossa betonin kovettuessa. Tämän vesimäärän lisäksi betoni sisältää n.  $25\text{-}40 \text{ kg/m}^3$  vettä joka pitää materiaalin kosteuspitoisuuden tasapainossa ympäristön kanssa. Tätä kutsutaan hygroskooppiseksi kosteudeksi. Näiden vesimäärien jälkeen betonikuutiosta jää  $70\text{-}115 \text{ kg/m}^3$ , josta suurin osa on kuivatettava pois ennen rakenteen pinnoittamista tai päällystämistä.

(Sisäilmayhdistys ry www-sivut 2021)

## 2.6 Kosteuden siirtyminen rakentamisessa

Kosteus voi siirtyä rakentamisessa diffuusion, konvektion, painovoimaisen siirtymisen ja kapillaarisen siirtymisen avulla (kuva 1).





Kuva 1. Kosteuden siirtymisen eri muodot. (Siikanen 2014)

Diffuusio on kosteuden liikkumista vesihöyrynä rakenteen läpi. Diffuusion aiheuttaa vesihöyrypitoisuuksien ero rakenteen eri puolilla. Tämä tarkoittaa, että rakenteen eri puolilla olevat vesihöyrypitoisuudet pyrkivät tasoittumaan keskenään rakenteen läpi. Vesihöyry siirtyy diffuusiolla suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään. Vaikuttavia tekijöitä diffuusiovirtaukseen on rakenteen vesihöyrynläpäisevyys ja rakenteen eri puolilla vallitsevat kosteuserot. Vesihöyrynläpäisevyys on materiaalikohdainen. Diffuusiota estetään asettamalla rakenteisiin höyrynsulku, jolla pystytään välttämään rakenteelle haitallinen diffuusio. Höyrynsulku sijoitetaan rakennuksen kosteammalle puolelle, eli rakenteen sisäpintaan. Ongelmaksi muodostuu, jos vesihöyryä pääsee siirtymään rakenteen sisään enemmän kuin rakenteesta on mahdollista poistua. Tässä tilanteessa rakenteeseen on mahdollista tiivistyä kosteutta aiheuttaen kosteusvaurioita. (Siikanen 2014, 70)

Konvektio on vesihöyryn siirtymistä ilmavirtauksien mukana. Ilmavirtauksiin vaikuttaa tuulenpaine, lämpötilaerot sisä- ja ulkoilman välillä sekä rakennuksen ilmanvaihto. Lämpötilaerot sisä- ja ulkoilman välillä aiheuttavat savupiippuvaikutuksen avulla ylipainetta huoneiden yläosiin ja tästä syystä konvektion aiheuttamat kosteusriskit ovat suurimmillaan seinien yläosissa ja yläpohjarakenteissa. Rakennuksen ilmanvaihto vaikuttaa konvektioon. Alipaineisena ilmanvaihto repii ilmaa mahdollisista rakenteiden

vuotokohdista ja puutteellisten tiivistyksien kautta olevista raoista, kun taas ylipaineisena pyrkii työntämään ilmaa näistä ulospäin. Konvektion vaikutuksesta voi siirtyä moninkertainen määrä kosteutta verrattuna diffuusion aiheuttamaan kosteuden siirtymiseen. (Siikanen 2014, 34-38)

Veden painovoimainen siirtyminen on sadeveden siirtymistä maata kohden, valumista rakenteita pitkin alaspäin sekä maaperässä valumalla ja imeytymällä siirtyminen. Merkittävä osa rakennuksen kosteusteknisestä toiminnasta perustuu veden painovoimaiseen siirtymiseen. Painovoimainen vesi pyritään rakennuksessa siirtämään hallitusti sadevesikouruilla ja ränneillä sadevesiviemärointiin ja maaperässä siirtämään pois rakennuksen perustuksiin päässyt vesi salaojitusjärjestelmällä. (RIL 205-2020, 109)

Veden siirtyminen kapillaarisesti on tilanne, jossa vesi siirtyy materiaalin huokosissa eli kapillaareissa. Vesi siirtyy veden pintajännitysvoimien aiheuttaman huokosalipaineen avulla. Kapillaarisesti vesi voi siirtyä joka suuntaan, myös ylöspäin. Kapillaarinen veden siirtymiseen materiaali tarvitsee kosketuksen vapaaseen veteen tai materiaaliin, joka on jo kosteusalueella. Kapillaarinen vedennousu materiaalissa riippuu materiaalin ominaisuuksista. Maalajeilla kapillaarisuus on sitä suurempi, mitä hienoisempaa maalaji on. Kapillaarinen kosteustasapaino saavutetaan, kun vesi nousee korkeudelle, jossa huokosalipaineen aiheuttama imu ja painovoima ovat yhtä suuria. Veden siirtymistä rakenteissa pyritään katkaisemaan kapillaarikatkolla. (RIL 205-2020, 108-109)

### 3 KOSTEUDENHALLINTA RAKENNUSTYÖMAALLA

Rakennushankkeen kosteudenhallinta on yksi tärkeimmistä asioista koko rakennushankkeessa. Kosteutta ei rakentamisessa pystytä kokonaan poistamaan, mutta tärkeintä onkin suunnitella mahdollisimman riskittömiä rakenteita, huolehtia toimituksien ja varastoinnin sääsuojauksesta, estää ylimääräisen kosteuden tunkeutuminen rakenteisiin sekä keskittyä poistamaan rakenteista ylimääräinen kosteus.

Rakennuksen kosteusteknisessä suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan maankäyttö- ja rakennuslain 117 §:n ja 117 c § pykälää ja niiden nojalla 24.11.2017 annettua asetusta rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017).

Maankäyttö ja rakennuslain (132/1999) 117 c § mukaan:

*”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. Rakentamisessa on käytettävä tuotteita, joista ei niiden suunnitellun käyttöönsä aikana aiheudu sisäilmaan, talousveteen eikä ympäristöön sellaisia päästöjä, joita ei voida pitää hyväksyttävänä. Rakennuksen järjestelmien ja laitteistojen on sovelluttava tarkoitukseensa ja ylläpidettävä terveellisiä olosuhteita. Ympäristöministeriön asetuksella voidaan antaa uuden rakennuksen rakentamista, rakennuksen korjaus- ja muutostyötä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta varten tarvittavia tarkempia säännöksiä rakennukselta edellytettävistä terveellisyyteen liittyvistä fysikaalisista, kemiallisista ja mikrobiologisista olosuhteista, taloteknisistä järjestelmistä ja laitteistoista sekä rakennustuotteista.”*

(Finlex, Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132)

Terveellisen ja turvallisen rakennuksen aikaansaaminen kosteudenhallinnan näkökulmasta vaatii kaikkien rakennushankkeeseen osallistuvien osapuolten sitoutumista kosteudenhallintaan. Asianmukaisella kosteudenhallinnalla pystytään myös pienentämään hankkeen elinkaarikustannuksia sekä rakennuskustannuksia. (RIL 205-2020, 162)

Rakennushankkeen aikataulussa pysyminen on rakennuskustannuksien kannalta tärkeää. Seuraamalla työmaan tavoiteolosuhteita ja tekemällä tarvittavia toimenpiteitä ennakkoon sekä torjumalla ylimääräinen kosteuden syntyminen rakenteisiin saavutetaan paremmat edellytykset rakennusosien kuivumiselle sekä rakennushankkeen aikataulussa pysymiselle. Rakennuksen käyttöönoton jälkeisiä korjaustoimenpiteitä pystytään vähentämään merkittävästi noudattamalla rakennushankkeelle asetettuja ohjeita sekä vaatimuksia rakennustyön aikana. Ohjeita ja vaatimuksia noudattamalla minimoidaan myös kosteuden aiheuttamat mahdolliset terveystriskit.

Rakenteiden suojaustarvetta voidaan vähentää suunnittelemalla rakenteet niihin aiheutuvien kosteusrasitusten mukaan. Lisäksi oikein suunnitellut rakenteet mahdollistavat nopeamman siirtymisen seuraaviin työvaiheisiin niiden vähäisen kuivatuksen ja sääsuojauksen tarpeen myötä. Kosteuden aiheuttaman materiaalihukan minimointi voidaan toteuttaa oikein aikataulutetuilla ja suojatuilla kuljetuksilla sekä materiaalien suojaamisella varastoinnin, nostojen ja suojaamista vaativien asennusten aikana.

Työmaan kosteudenhallintaan liittyviä toimenpiteitä ovat kosteusriskien kartoitus, rakenteiden kuivumisaika-arviot, olosuhdehallinta, kosteusmittaussuunnitelma sekä seuranta, valvonta ja raportointi. (RIL 205-2020, 163)

Rakennushankkeen alkaessa tehdään kosteusriskien kartoitus, jossa kartoitetaan suunnitellut rakenteet, niiden riskit ja toimenpiteet riskien toteutumisen ehkäisemiseksi.

Rakenteiden kuivumisaika-arvioiden laskennan avulla saadaan käsitys rakenteiden kuivumisajoista. Arvioitujen kuivumisaikojen avulla pystytään aikataulun kannalta suunnittelemaan tarvittavat toimenpiteet rakenteiden kuivatukselle.

Olosuhdehallinnan suunnittelussa määritetään työmaalle tavoiteolosuhteet sekä eri rakennusvaiheissa tehtävät toimenpiteet kosteuden ehkäisemiseksi ja rakenteiden kuivumisen varmistamiseksi.

Kosteusmittaussuunnitelmassa kartoitetaan pinnoitettavat rakenteet, pinnoitemateriaalien vaatimien alustojen suhteelliset kosteudet ja alustojen suhteellisen kosteuden mitausmenetelmät. Laadittujen suunnitelmien ja tavoitteiden toteuttamisen kannalta on

tärkeää seurata, valvoa ja dokumentoida kosteudenhallinnan kannalta tärkeät työvaiheet.

### 3.1 Kosteudenhallintasuunnitelma

Kosteudenhallintasuunnitelma on suunnitelma, jossa kartoitetaan kosteudelle riskialttiit työvaiheet, suunnitellaan toimenpiteet, joiden avulla rakennusmateriaalit sekä rakennusosat suojataan työn aikaiselta sekä sään aiheuttamalta kosteusrasitukselta sekä suunnitellaan näiden kuljetuksen ja varastoinnin aikaisen sääsuojauksen toteutus. Lisäksi kosteudenhallintasuunnitelmassa suunnitellaan eri rakennusosien vaatimat kosteusmittaukset ennen niiden pinnoittamista tai päällystämistä. Kosteudenhallintasuunnitelma koostuu hankkeen yleistiedoista, kosteudenhallinnan laatutavoitteista, kosteusriskien arvioinnista, rakenteiden kuivumisaika-arvioista, kosteudenmittaussuunnitelmasta sekä työmaaolosuhteiden hallinnan suunnittelusta. (RIL 250-2020, 165)

Ympäristöministeriön asetus 782/2017 rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta asettaa kosteudenhallintasuunnitelmalle seuraavat vaatimukset pykälässä 13, työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen ja sisältö:

*”Vastaavan työnjohtajan on huolehdittava työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuen.*

*Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman sisältöön sovelletaan rakentamisen suunnitelmista ja selvityksistä annetun ympäristöministeriön asetuksen (216/2015) 15 §:ä Sen lisäksi työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällyttävä tiedot rakennustyömaan kosteudenhallinnasta vastaavista rakennusvaiheen vastuuhenkilöistä.” (YM asetus 782/2017 §13)*

Kosteudenhallintasuunnitelman tulee olla käytettävissä ennen työmaan aloitusta. Kosteudenhallintasuunnitelman tarkoituksena on parantaa rakennushankkeen kosteudenhallintaa rakennushankkeen aikana ja tämän avulla vähentää kosteusvaurioiden riskejä. Kosteudenhallintasuunnitelman laajuus vaihtelee kohteen laajuuden ja

vaativuuden mukaan ja sen sisältö tulee aina muokata vastaamaan kohteen vaatimuksia. Suunnitelmassa esitetään rakennustyön toteutuksen aikana tehtävät kosteudenhallinnan toimenpiteet, joilla vaikutetaan rakennuksen toimivuuteen ja terveellisuuteen. (Ympäristöministeriö 2020)

Kosteudenhallintasuunnitelmaan on ympäristöministeriön asetuksen 216/2015 pykälän 15 mukaan:

*”Sisällytettävä tieto toimenpiteistä, joilla rakennusaineet- ja tuotteet sekä rakennusosat suojataan sään aiheuttamista tai työmaan olosuhteista johtuvilta haittavaikutuksilta sekä toimenpiteistä, joilla rakennusaineiden ja –tuotteiden sekä rakennusosien kosteudensuojaus toteutetaan ja rakenteiden kuivuminen varmistetaan”*

(YM asetus 782/2017 §15)

Kosteudenhallintasuunnitelman pohjan muodostaa suunnitteluvaiheessa laadittu kosteudenhallintaselvitys. Ympäristöministeriön asetuksen 782/2017 pykälän 12 mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta. (YM asetus 782/2017 §12)

Kosteudenhallintaselvitys sisältää rakennuttajan laatutavoitteet, hankkeen alussa todetut riskit ja miten hankkeen tavoitteiden toteutuminen varmistetaan. Kosteudenhallintasuunnitelmassa kosteusriskit ja suunnitellut rakenteet käsitellään tarkemmin. (RIL 250-2020, 165)

Kosteudenhallintasuunnitelmassa hankkeen yleistiedoissa käsitellään kohde, tilaaja ja hankkeen osapuolet. Hankkeen yleistiedoissa on tärkeää esittää hanke- ja hankkeen osapuolet. Kosteudenhallinnan osapuolilla tarkoitetaan henkilöitä, jotka vastaavat rakennushankkeen eri vaiheissa työmaan kosteudenhallinnan toteutumisesta, tarkastavat eri työvaiheita ja valvovat kosteusteknisiä työsuorituksia. Nämä vastuuhenkilöt nimetään hankekohtaisesti. (Ympäristöministeriö 2020)

Laatutavoitteissa esitetään rakennuttajan asettamat sekä suunnitelmissa asetetut laatutavoitteet. Edellä mainitut tiedot asettavat lähtötiedot kosteudenhallintasuunnitelman

laadintaan. Osassa kunnissa rakennusvalvonta voi vaatia kosteudenhallinnan tason määrittämisen jo rakennusluvan hakemisen yhteydessä. (RIL 250-2020 s.165)

Kosteusriskien arvioinnissa käsitellään rakennukseen suunnitellut rakenteet ja arvioidaan niiden riskit yksityiskohtaisesti kosteudenhallinnan osalta sekä toimenpiteet, joilla riskit pystytään eliminoimaan ja miten riskeihin varaudutaan.

Kosteudenhallintasuunnitelmassa rakenteiden kuivumisaika-arviot käsitellään rakennusosittain. Suunnitelmassa laaditaan kuivumisaika-arviot rakenteille, jotka tullaan päällystämään kosteudelle herkillä materiaaleilla tai joihin kuivumisen aiheuttamat muodonmuutokset voivat aiheuttaa ongelmia. Kuivumisaika-arviot ovat suuntaa antavia lähtötietoja ja työn edetessä tulee kosteudet varmistaa asianmukaisilla kosteusmittauksilla. (RIL 250-2020, 168)

Työmaaolosuhteiden hallinnan osiossa käsitellään rakennushankkeelle asetetut tavoiteolosuhteet, rakennusmateriaalien kuljetuksen ja varastoinnin suojauksen toteutus, rakenteiden kastumisen estämisen ja sääsuojauksen toimenpiteet, mahdollisten vesivahinkojen torjuntamenetelmät sekä rakennuksen lämmityksen ja kuivatuksen järjestäminen.

Kosteusmittaussuunnitelmassa esitetään kosteuden kannalta suoritettavat mittaukset työmaan aikana sekä kosteusmittausten ajankohdat, rakenteiden mittaussyvyudet, mittausten menetelmä ja mittausten dokumentoinnin tapa.

### 3.2 Kosteudenhallinnan organisointi

Kosteudenhallinnan kannalta on oleellista, että kaikki hankkeessa mukana olevat osapuolet sitoutuvat omalla panoksellaan kosteudenhallintaan ja ymmärtävät asian tärkeyden. Työmaalla työntekijöiden perehdytyksessä on nostettava esille työmaan kosteudenhallinnan toimintatavat. Työmaalla voidaan myös nimetä henkilö, joka seuraa ja ohjaa päivittäin tavoitteiden ja kosteudenhallintasuunnitelman toteutumista, seuraa työmaan olosuhteita ja tekee tarvittavia toimenpiteitä näiden eteen. Uusien työvaiheiden alkaessa on urakoitsijan, suunnittelijoiden, vastaavan työnjohtajan ja

kosteudenhallintakoordinaattorin syytä pitää aloituspalaveri, joissa käsitellään työvaiheen suunnitelmien sisältö, työmenetelmät ja työvaiheen riskit ja etsitään toimenpiteet niiden ehkäisemiseen. Rakennusaikana eri työvaiheissa esiin tulevat mahdolliset vesivahingot, kosteusmittaukset, päällystettävyyuspäätökset, työmaan olosuhdeseuranta sekä kaikki rakennusaikana tehdyt tarkastukset tulee kirjata tarkastusasiakirjaan. Rakennushankkeen edetessä rakennusvaiheiden vastuuhenkilöiksi nimettyjen henkilöiden tulee varmentaa rakennusvaiheissa tekemänsä tarkastukset tarkastusasiakirjoihin tai mahdolliseen Kuivaketju10-mallin omaan todentamisohjeeseen. Virallisissa työmaakokouksissa seurataan työmaalla toteutettavaa kosteudenhallintaa ja tavoitteiden toteutumista. (RIL 250-2020,176)

Kuivaketju10-toimintamalli on kehitetty rakennustyömaille ja sen tarkoituksena on vähentää kosteusvaurioiden riskiä suunnittelusta aina rakennuksen käyttöön asti. Kuivaketju10-toimintamalli koostuu riskilistasta sekä todentamisohjeesta. Riskilista keskittyy kymmeneen keskeisempään kosteusriskiin rakennushankkeessa (kuva 2). Rakennushankkeen suunnittelun aikana eri alojen suunnittelijat pystyvät tarkentamaan Kuivaketju10-riskilistaa sekä todentamisohjetta rakennushankkeen suunnitelmien mukaan. Tämän avulla hankkeen kaikki rakenneosat erityispiirteineen pystytään hallitsemaan kokonaisvaltaisesti. (Kuivaketju10 www-sivut 2021)

Kuivaketju10-toimintamallin käyttö rakennushankkeessa alkaa aina rakennushankkeeseen ryhtyvän henkilön tai yrityksen päätöksestä noudattaa Kuivaketju10-toimintamallia. Päätöksen synnyttyä tilaajan tulee kiinnittää hankkeeseen kosteudenhallintakoordinaattori ja kirjata toimintamallin käyttäminen pakollisena vaatimuksena kohteen suunnittelu- ja urakkatarjouspyyntöihin sekä lopullisiin sopimuksiin.

(Kuivaketju10 Tilaaminen ohjekortti)

Kosteudenhallintakoordinaattori on tilaajan hankkeeseen valitsema henkilö. Kosteuskoordinaattorin tehtävänä on valvoa ja ohjata kosteudenhallintaa ja Kuivaketju10:n toteutumista koko hankkeen ajan. Tästä syystä on tärkeää, että koordinaattori tuntee Kuivaketju10-järjestelmän ja hänellä tulee olla riittävä koulutus ja kokemus tehtävään. (Kuivaketju10 Kosteudenhallintakoordinaattorin ohjekortti)



Suunnitteluvaiheessa suunnittelijoiden tulee käydä läpi Kuivaketju10-riskilista ja -todentamisohje. Suunnittelijoiden tulee tarkentaa hankkeen erityispiirteet todentamisohjeeseen. Suunnittelijoiden tarkentaman riskilistan pohjalta muodostuu hankkeen lopullinen riskilista ja todentamisohje. Suunnittelijan tehtävänä on varmistaa koordinaattorin ja urakoitsijan kanssa, että suunnitelmat pystytään myös toteuttamaan. (Kuivaketju10 Suunnittelun ohjekortti)

Työmaalla Kuivaketju10-toimintamallin noudattamisesta vastaa pääurakoitsija. Hänen tehtävänsä on perehdyttää hankkeen eri osapuolet toimintamalliin ja huolehtia olosuhdehallinnan toteutumisesta. Pääurakoitsija todentaa ja dokumentoi eri työvaiheet urakoitsijan tarkistuslistan mukaisesti. Kuivaketju10:n toteuttamisesta päävastuu on pääurakoitsijalla. (Kuivaketju10 Työmaatoteutus ohjekortti)

- |   |  |
|---|--|
| <b>1.</b> Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakenteita.                                    | <b>6.</b> Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kiinteistöön laajoja vesivahinkoja.                |
| <b>2.</b> Sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinärakenteen sisälle.  | <b>7.</b> Huonosti toteutetussa märkätilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet.             |
| <b>3.</b> Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan.  | <b>8.</b> Kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällystemateriaalin turmeltumisen. |
| <b>4.</b> Kosteutta siirtyy ilmansulkerakenteiden vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi. | <b>9.</b> Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen.                          |
| <b>5.</b> Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin.   | <b>10.</b> Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti.                         |

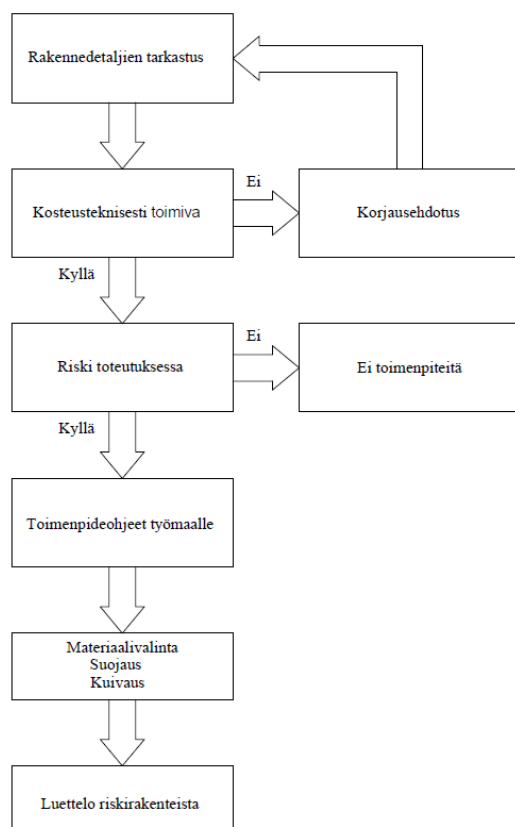
Kuva 2. Kuivaketju10-riskilistan pääkohdat (Kuivaketju10 www-sivut 2021)

### 3.3 Kosteusriskien kartoitus ja arviointi

Rakennuksen kosteusriskien kartoituksessa ja arvioinnissa rakennesuunnitelmista kartoitetaan mahdolliset kosteusteknisesti kriittiset rakenneosat. Tällaisten rakennusosien

kosteustekninen toiminta varmistetaan. Kartoituksen perusteella kootaan riskialttiit rakenteet ja materiaalit kosteudenhallintasuunnitelmaan ja määritetään kosteudenhallinnan näkökulmasta toimenpiteet, joita työmaalla tullaan tekemään kyseisen rakenneosan kohdalla. Tarkastelu suoritetaan rakennuksen tulevaisuuden sekä rakennusaikaisen ajan näkökulmasta. (Kosteudenhallinta www-sivut 2020)

Rakennushankkeessa kaikkien kosteusriskien poistaminen ei ole mahdollista, mutta ensisijaisesti riskit pyritään poistamaan kokonaisuudessaan. Kartoittaessa havaittu kosteusteknisesti kriittinen rakenneosa voidaan pyrkiä uudella suunnittelulla poistamaan. Jos tämä ei ole mahdollista, pohditaan mitä toimenpiteitä ja/tai tarkastuksia tullaan tekemään rakenteen rakentamisen kohdalla. Tämän lisäksi suunnitellaan toimenpiteet, miten toimitaan, jos mahdollinen riski toteutuu. Kuvassa 3 esitetty kosteusriskien kartoituksen ketju.



Kuva 3. Kosteusriskien kartoituksen ketju. (Kosteudenhallinta www-sivut 2020)

Kosteusriskien kannalta on oleellista käyttää aikaa eniten vakavimpien riskien ennaltaehkäisemiseen ja toteuttamiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi monimuotoiset

julkisivut, vesikattojen ja vaipan läpiviennit sekä pihakansien käännetyt kattorakenteet. Apuna arvioinnissa voi käyttää Kuivaketju10-toimintamallin riskirakenteita. (Kosteudenhallinta www-sivut 2020)

### 3.4 Olosuhdehallinta

Hankkeen kosteudenhallintasuunnitelmassa käsitellään rakennusaikaiset olosuhteiden tavoitteet, kosteus sekä lämpötila. Olosuhdehallinta koostuu olosuhteiden seurannasta ja tavoitteiden saavuttamiseen vaadittavista toimenpiteistä. Näitä ovat lämmitys, ilman kuivattaminen ja ylimääräisen kosteuden muodostumisen ehkäisy. Ylimääräiseen kosteuden muodostumiseen pystytään vaikuttamaan materiaalien ja rakennusosien hyvin suunnitelluilla varastoinneilla, kuljetuksilla sekä sääsuojauksilla. Kaikki rakenteisiin päässyt ylimääräinen vesi tulee poistaa rakenteista. Kustannustehokkain tapa on sääsuojata rakenteet ja materiaalit niin, että kuivatusta ei tarvitse rakenteeseen tai materiaaliin ylimääräisen kosteuden pääsemisen takia suorittaa. (Niemelä 2014, 52-55)

Rakenteiden kuivumista voidaan tehostaa lämmittämällä rakennetta, aiheuttamalla ilmavirtauksia rakenteen ympärille ja alentamalla ympäröivän ilman suhteellista kosteutta. Kuivatuksen ja lämmityksen kannalta vuodenaika vaikuttaa vahvasti siihen, mitä toimenpiteitä työmaan tavoiteolosuhteiden saavuttamiseen tulee tehdä. Talvi sekä kevätaikaan rakennuksen kuivattamisen kannalta tehokkain tapa on lämmittää sisäilmaa ja tuulettamisen avulla laskea huoneilman kosteuspitoisuutta. Kosteaa lämmin sisäilma tuuletetaan pois ja tilalle ulkoa tuotavan ilman sisältävän pienen kosteussisällön avulla rakenteet pystyvät jälleen luovuttamaan enemmän kosteutta sisäilmaan. Kerrostalossa tämä on helpoin toteuttaa avaamalla ylimpien sekä alimpien kerroksien ovet. Paine-ero aiheuttaa ilman liikkeen ylöspäin, jolloin yläkerroksesta sisäilma poistuu ulos ja alhaalta tulee korvaavaa ulkoilmaa tilalle. Kesällä ja syksyllä ulkoilman kosteuspitoisuus on suuri ja tästä syystä tuulettamalla ei pystytä sisäilman kosteutta laskemaan. Kesä ja syksyaikaan rakennuksen kuivattamista voidaan tehostaa ilmankuivaajilla, jotka kuivattavat sisäilmaa. Ilmankuivaajien käyttö edellyttää, että rakennuksen vaippa on tiivis ja ovet sekä ikkunat pidetään suljettuina, jotta ulkoilmasta ei siirry lisäkosteutta jo kuivatettuun sisäilmaan. (Niemelä 2014, 52-55)

### 3.5 Rakenteiden suojaus työmaalla

Työmaasuojauksessa tavoitellaan, että mitkään rakennusmateriaalit tai rakenteet eivät altistu niitä vaurioittavalle kosteudelle. Kastuneet rakennusmateriaalit ja rakenteet voivat aiheuttaa kuivumisen vaatiman ajan kautta aikataulullisia ongelmia, ylimääräisiä kustannuksia ja pahimmassa tapauksessa myöhemmin havaittavia terveyshaittoja. Rakenteiden riittävä suojaustarve käsitellään tapauskohtaisesti rakenteeseen kohdistuvan kosteusrasituksen ja rakenteen kosteusteknisen ominaisuuksien mukaan. (RIL 250-2020, 170)

Pääsuunnittelijan ja rakennesuunnittelijan tehtävänä on yhdessä suunnitella rakenne, joka kestää rakennusajan kosteusrasituksen. Jokaiselle rakennusosalle tulee määrittää suojavaatimukset huomioiden rakennusaikaiset kosteusrasitukset. Rakenteille suunniteltuihin suojausvaatimuksiin tulee työmaan vastuuhenkilöiden perehtyä ja valvoa, että niitä myös noudatetaan. (Kosteudenhallinta www-sivut, 2020)

Ympäristöministeriön asetus 782/2017 rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta asettaa seuraavat vaatimukset pykälässä 14, rakennustuotteiden- ja osien suojaus:

*”Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava rakennustuotteiden ja keskeneräisten rakennusosien suojaamisesta kastumiselta ja epäpuhtauksilta työmaavarastoinnin ja rakentamisen aikana.”*

(YM asetus 782/2017 §14)

Sääsuojauksen valintaan vaikuttaa se, mitä suojataan ja miltä suojataan. Rakennustyömailla yleisimmin rakenteita ja materiaaleja suojataan sateelta tai kylmältä ilmalta. Erilaisia suojausmenetelmiä ovat sääsuojahallit, julkisivusuojat, peitteet sekä rakennuksen omien rakenteiden käyttäminen sääsuojana. Taloudellisesti tehokkainta on käyttää rakennuksen omia rakenteita suojaukseen. Omien rakenteiden käyttäminen suojausmenetelmiin. Rakennuksen rakentaminen sääsuojan alla on yleensä kustannuksiltaan kallein tapa. Tästä syystä se on myös harvinaista Suomessa. Suojapeitteet ovat yleisimpiä suojausvälineitä rakennustyömailla. Suojapeitteiden keveyden ja

vedenpitävyyden vuoksi ne soveltuvat erilaisten rakennusosien ja materiaalien suo-  
jaukseen hyvin. (Teriö, Hämäläinen 2017, 18-20)

### 3.6 Materiaalien varastointi ja toimitus

Ympäristöministeriön asetuksen 782/2017 pykälän 14 rakennustuotteiden- ja osien suojaus sekä hyvä rakentamistavan mukaan rakennushankkeen vastuuhenkilön on huolehdittava materiaalien ja rakenteiden suojaamisen varmistamisesta koko rakennushankkeen ajan. Rakennusmateriaalien kastumista voidaan välttää rakennustyömaalla monella tapaa. Tärkeintä on noudattaa rakennusmateriaalin valmistajan asettamia ohjeita varastoinnin suhteen. Materiaalin varastoinnin suunnittelu tulee ottaa huomioon jo rakennushankkeen aluesuunnittelua tehdessä. Rakennusmateriaaleille varataan paikka, jossa materiaalit eivät joudu säälle alttiiksi. Varastointipaikka tulee järjestää niin, että sadevedet pystytään johtamaan pois alueelta. Varastointipaikan tulisi olla myös lähellä kohdetta, jotta materiaalin siirto kohteeseen kävisi mahdollisimman nopeasti sekä turhilta siirtelyiltä välttyttäisiin. Varastointipaikalla voidaan käyttää suojauspeitteitä valmistajien omien suojiensa lisäksi tai vaihtoehtoisesti rakentaa valmiit sääsuojat herkille materiaaleille. Yleensä materiaalien valmistuksessa tehtävät suojaukset eivät yksistään riitä työmaan suojaukseen. Varastointipaikalla tulee huolehtia maakoosteuden aiheuttamasta kosteusrasituksesta. Varastoitaessa materiaaleja ne pyritään saamaan sisätiloihin mahdollisimman nopeasti. Varastoinnissa tulee kuitenkin huomioida, että varastoiduilla tuotteilla ei estetä rakenteiden kuivumista. Viimeistään työvuoron päätyttyä tulee huolehtia, että avatut materiaalipakkaukset ovat suljettu ja niiden sääsuojaus on varmistettu. Materiaalitoimituksen ajankohta tulee pyrkiä sopimaan niin, että toimitettavien tuotteiden asennus alkaa mahdollisimman pian kuljetuksen saavuttua. Toimituksia sopiessa materiaalien kastumista voidaan ehkäistä vaatimalla toimittajalta kuljetuksen aikaista suojausta ja noudattamalla sovittua toimitusajankoh-  
taa. Tuotteet tulee kuljettaa rakennustyömaalle säältä suojattuna tai mahdollisuuksien mukaan katetulla ajoneuvolla. (Kosteudenhallinta [www-sivut](http://www-sivut), 2020)

## 4 KOSTEUSMITTAUKSET RAKENNUSTYÖMAALLA

Rakennustyömaalla tehtävät mittaukset voivat olla olosuhdemittauksia sekä rakenteiden kosteuspitoisuuksien mittauksia. Olosuhdemittauksilla seurataan työmaan sisäilman olosuhteita, lämpötilaa sekä kosteuspitoisuutta. Olosuhteisiin pyritään vaikuttamaan erilaisilla menetelmillä, jotta saavutetaan parhaat olosuhteet rakenteiden kuivumiselle. Kosteusmittauksia tehdään rakennustyömaalla rakenteista, jotka ovat mahdollisesti kastuneet rakennusaikana ja/tai tullaan pinnoittamaan tai päällystämään. Mittaukset ovat työmaalla tärkeitä, koska rakenteiden kuivuminen vaikuttaa seuraavien työvaiheiden aloitukseen ja tämän kautta koko hankkeen aikatauluun. Tarkoituksena on saada selville rakenteen kosteuspitoisuus, jotta voidaan määrittää tarvittavat toimenpiteet niiden kuivattamiseen sekä saadaan tieto, koska voidaan edetä seuraavaan työvaiheeseen aina rakenteiden päällystämiseen saakka.

Mittaukset aloitetaan, kun kohteessa saadaan vaippa suljettua ja lämpö päälle. Tämän avulla saadaan rakenteista lähtötiedot ja pystytään arvioimaan tarvittava kuivumisaika sekä tulevien mittauksien avulla seuraamaan tarvitaanko kuivaamiseen lisää tehoa aikataulun puitteissa. Rakenteiden kosteusmittaukset vaativat erityistä huolellisuutta. Mahdolliset virheet mittaustuloksissa voivat aiheuttaa turhaa odottelua tai myöhemmin kosteusvaurioita. (RIL 250-2020, 174-176)

Rakenteiden kosteusmittauksia suorittavan henkilön tulee tuntea rakennusfysiikan lämpö- ja kosteustekniikan perusteet sekä osata soveltaa näitä rakenteen kosteusteknistä toimintaa arvioidessa. Mittaajan tulee hallita käyttämänsä mittauslaitteistot ja hänen tulee osata tulkita ja raportoida näiden tuloksia. (RT 14-10984 2010, 3)

### 4.1 Pintakosteusmittaus

Pintakosteusmittarin avulla on mahdollista mitata rakenteita rikkomatta niitä (kuva 4). Kosteusvaurioepäilyn esiintyessä pintakosteusmittaria voidaan käyttää apuna kartoittaessa vaurioita. Laitteella voidaan vertailla kuivan ja kastuneeksi epäillyn materiaalin lukemia toisiinsa ja tämän avulla päätellä onko materiaali päässyt kastumaan. Pintakosteusmittarilla mitattaessa tulee tuloksia tulkita aina mittarin valmistajan

käyttöohjeen mukaan. Pintakosteusmittareiden mittaussyvyys on mallista riippuvainen ja mittaussyvyys on yleensä 5:stä 50 millimetriin. Tästä syystä pintakosteusmittarilla ei ole mahdollista saada rakenteen kokonaiskosteudesta tietoa. Vaikuttavia tekijöitä mittaukseen on rakenteissa olevat raudoitukset, sähköjohdot, vesiputket, vesieristeiden vahvuudet sekä rakennusmateriaalien erot. Lisäksi materiaaleissa olevat ilma-eräot vaikuttavat lukemiin. Edellä mainittujen tekijöiden syystä jo muutaman senttimetrin alueella saattaa havaita suuria eroja lukemissa. Pintakosteusmittarit soveltuvat tietyn alueen kosteuspitoisuuden tutkimiseen ja tällä alueella toteutuneiden keskinäisten tuloksien merkittäviin muutoksiin. Pintakosteusmittarin avulla ei tule tehdä rakenteen päällystys- tai purku päätöstä vaan se on vain suuntaa antava mittausmenetelmä. (RATU 1215-S, 13)



Kuva 4. Rakenteen kosteusmittaus pintakosteusmittarilla.

#### 4.2 Porareikämenetelmä

Betonin suhteellisen kosteuden (RH) mittaus tehdään usein betoniin poratusta reiästä. Reikien syvyyteen vaikuttaa rakenteen paksuus sekä moneen suuntaan rakenteen on mahdollista kuivua. Syvyyden määrittämiseen käytetään erillistä ohjeistusta.

Porareikämittaus aloitetaan poraamalla mittapisteiden reiät ja puhdistamalla ne huolellisesti imuroimalla putkeen mahtuvalla suuttimella. Mittapään ulkohalkaisijan koosta riippumatta reiän halkaisijan tulee olla vähintään 10 mm. Yleensä käytetään 16 mm:n reikää. Reikien halkaisijan tulee olla mittapäitä vähintään muutama millimetrin suurempia. Reikien poraamisen ja puhdistamisen jälkeen reikiin asennetaan suojaputket, joiden juuri ja päällinen tiivistetään vesihöyryntiiviillä kitillä (kuva 5).

Suojaputken käyttämättä jättäminen vääristää tulosta, koska rakenteen pinnassa oleva pienempi kosteus vaikuttaa mittaustulokseen. Mittapää voidaan asentaa jo suojaputkien asennuksen yhteydessä tasaantumaan, mutta normaalisti mittapää asennetaan kolmen vuorokauden jälkeen ja niiden annetaan tasaantua anturityypin vaatimuksen mukaan 1-24 tuntia jonka jälkeen tulokset voidaan lukea. Porareikämittausta suorittaessa tulee mitattavan rakenteen olla lähellä rakenteen käyttölämpötilaa +15-25°C. +20°C alhaisempi lämpötila vääristää kosteusarvoa pienempään, kun taas korkeampi lämpötila nostaa kosteusarvoa. Porareikämittaus on menetelmänä aikaa vievä, koska porattavien reikien tulee antaa tasautua 3 vuorokautta reikien poraamisen jälkeen. Mittapisteiden merkintä sekä mahdollinen eristäminen työmaalla on tärkeää. Eri työvaiheiden aikana aiheutuvien ulkoisten rasitusten takia mittapisteeet rikkoutuvat herkästi työmaalla. Mittapää voidaan katkaista myös betonipinnan tasosta, jolloin riski epäonnistuneesta mittauksesta vähenee. (RT 14-10984 2010, 4-7)



Kuva 5. Suojaputket tiivistetty ja mittapää laitettu tasaantumaan suojaputkeen.

#### 4.3 Näytepalamenetelmä

Näytepalamenetelmä mahdollistaa nopean ja luotettavamman rakenteen suhteellisen kosteuden (RH) mittauksen kuin porareikämenetelmä. Näytepalamenetelmässä rakenteesta porataan tavoiteltuun syvyyteen asti reikä, jonka jälkeen rakenne piikataan tai hakataan auki (kuva 6). Näytepala voidaan ottaa myös pelkästään piikkaamalla. Saatutetta mitattavan syvyyden, rakenteesta irrotetaan murusia, jotka laitetaan



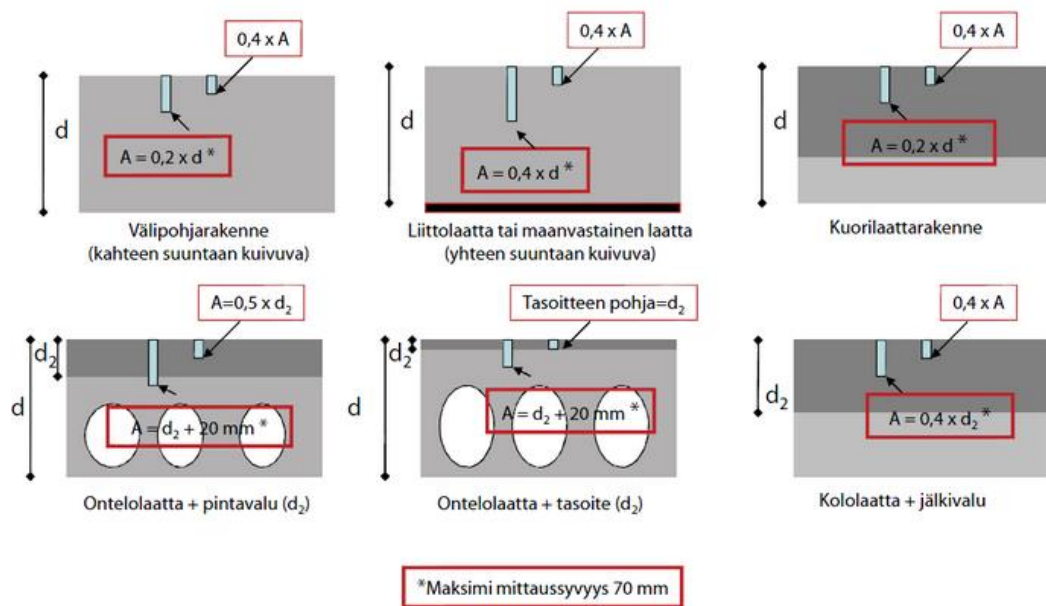
koeputkeen. Putkeen asennetaan samalla kosteusmittausanturi, jonka tiiviys on varmistettu. Murusien määrän tulee olla vähintään 1/3 koeputken tilavuudesta, jotta koepalojen sisältämä kosteus tasaantuu putken ilmatilaan. Koeputken suu tiivistetään tähän soveltuvalla materiaalilla huolellisesti ja näyte jätetään tasaantumaan +20°C lämpötilaan 5-12 tunniksi. Ajan määrittää haluttu mittauksen tarkkuus. Päälystettyvyysmittauksissa tasaantumisen vähimmäisaika on 6 tuntia, jonka jälkeen tulos voidaan lukea. (RT 14-10984 2010, 7-10)



Kuva 6. Kipsilattiasta porattu ja piikattu näytepalat.

#### 4.4 Kosteusmittaussyvyudet

Ennen päälystystyöhön ryhtymistä betonirakenteen suhteellinen kosteus RH tulee määrittää arviointisyvyydeltä (A). Arviointisyvyyden lisäksi mitataan rakenteen pinnan ja pintaosien (1-3 cm) kosteus syvyydeltä  $0,4 \times A$ . Maksimimittaussyvyys on 70 mm. Arviointisyvyys on syvyys, jossa kosteuden tulee alittaa rakenteen päälle asennettavan materiaalin valmistajan edellyttämä raja-arvo. Arviointisyvyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat rakenteen paksuus sekä kuivuuko rakenne yhteen vai kahteen suuntaan (kuva 7). Näistä tekijöistä muodostuu arviointisyvyys ja pintaosien mittaussyvyys, jonka tuloksia verrataan päälystemateriaalin edellyttämään suhteelliseen kosteuteen. (Merikallio, Niemi, Komonen 2007b, 6)



Kuva 7. Kosteusmittausvyvydet eri rakennerratkaisuille. (Merikallio, Niemi, Komonen 2007b, 6)

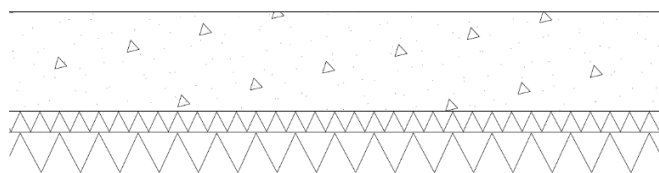
## 5 BETONIRAKENTEIDEN KUIVUMISAIKA-ARVIOT JA PÄÄL- LYSTETTÄVYYS

Rakennuksen rakenteiden kuivumisaika-arviot määrittävät osaltaan työmaan aikataulua. Kuivumisaika-arvioiden avulla saadaan käsitystä siitä, kuinka kauan rakenne tulee kuivumaan ja koska voidaan ryhtyä seuraavaan työvaiheeseen. Kuivumiseen vaikuttavia tekijöitä on useita, joten kuivumisajat ovat aina suuntaa antavia. Todellinen rakenteen kosteus tulee aina todeta asianmukaisella kosteusmittausmenetelmällä. Kuivumisaika-arvioita kerrostalotyömaalla tehdään pääsääntöisesti pinnoitettaviin tai päällystettäviin betonirakenteisiin. Kuivumisaika-arvion laskenta voidaan suorittaa betonirakenteiden kuivumisen arviointiohjeiston avulla sekä siihen kehitettyjen ohjelmistojen avulla.

## 5.1 Kuivumisaika-arvion laskeminen

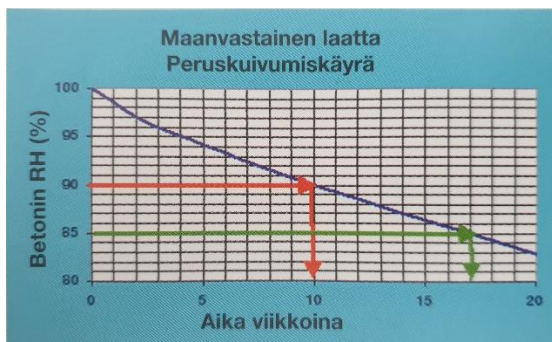
Suomen Betonikeskus ry:n julkaisemassa betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi teoksessa on esitetty betonirakenteiden kuivumisen arviointiohjeisto, jonka tarkoituksena on toimia työkaluna suunniteltaessa rakennustyömaan aikataulua, kosteudenhallintaa ja rakenteiden kuivamista. Arviointiohjeisto sisältää peruskuivumiskäyrät (kuva 8), muunnoskertoimet (kuva 9) ja eri rakennetyypeille on laadittu omat laskentakaavat (kuva 10). Kaavat on laadittu maanvastaisille teräsbetonilaatoille, massiiviselle teräsbetonirakenteelle, jota voidaan soveltaa sekä lattioihin ja seiniin, liittolaattarakenteille, kuorilaattarakenteille, ontelolaattavälipohjille ja kelluville pintabetonilaatoille. (Merikallio 2002, 38-58)

Alla esimerkkinä maanvastaisen teräsbetonilaatan laskelma. Oletetaan rakenne 150 mm paksuksi maanvaraiseksi laataksi, tavoitekosteus 90 %, rakenne kastunut yli 2 viikkoa, kuivatuksen alettua olosuhteet 18 °C / RH 50%. Vesisideainesuhde (v/s) on 0,7. Peruskuivumiskäyrän ja kertoimien avulla esimerkki rakenteen kuivumisaika-arvioksi saadaan:



Kerroin

Perusaika (RH 90 %)	10 viikkoa
v/s kerroin	1
Paksuus	2,5
Alusta	1
Alustan kosteus	1,5
Olosuhdekerroin	0,9
Kuivumisaika-arvio	34 viikkoa
$\text{Kuivumisaika} = 10 * 1 * 2,5 * 1 * 1,5 * 0,9$ $= 33,75 \text{ viikkoa}$	



Kuva 8. Maanvastaisen laatan peruskuivumiskäyrä (Merikallio 2002, 39)

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

Rakenteen paksuus (mm)	Vesisideainesuhte (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

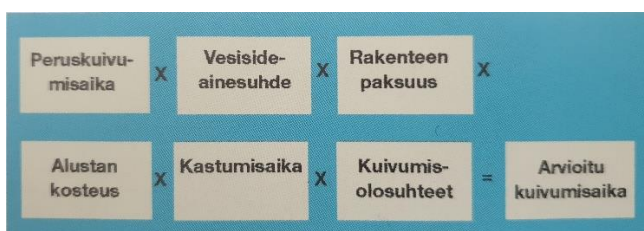
  

Kastuminen	Vesisideainesuhte			
	0,4	0,5	0,6	0,7
Kuivassa	1,0	0,9	0,9	0,8
kosteassa yli 2 viikkoa	1,0	1,0	1,0	1,0
kastunut yli 2 viikkoa	1,1	1,2	1,3	1,5

Olosuhteet				
RH (%)	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 9. Kuivumisaika-arvion kertoimet maanvastaiselle teräsbetonilaatalle. (Merikallio 2002, 39)



Kuva 10. Kuivumisaika-arvion laskentakaava maanvastaiselle teräsbetonilaatalle. (Merikallio 2002, 39)

Suomen betoniyhdistys Oy on vuonna 2021 julkaissut kaupallisen teoksen, by2020 Betonin kuivumisaika-arvio ohjelmiston. Ohjelmisto on kehitetty rakennustyömaiden olosuhdehallinnan ohjaamiseen. (Suomen Betoniyhdistys ry www-sivut 2021)

Ohjelmistolla pystytään laskemaan kuivumisaika-arviot eri rakenteille sekä suorittamaan päällystettävien rakenteiden riskiarvioita. Ohjelmistoa ei käytetty työssä, koska työn kannalta betonirakenteiden kuivumisen arviointiohjeisto todettiin riittäväksi kuivumisaikojen arviointiin.

## 5.2 Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät

Betonin kuivuminen on suhteellisen hidasta muihin rakennusmateriaaleihin nähden. Betonin kuivumiseen vaikuttavia tekijöitä on betonin ympäristöolosuhteet, rakenneratkaisut, betonin ominaisuudet sekä työmaalla tehtävät toimenpiteet. Betonin ympäristöolosuhteissa vaikuttavia tekijöitä ovat lämpötila sekä ilman kosteus. Lisäksi ilmavirrat, kuten tuuli tai koneilla tuotettu ilmavirta vaikuttavat kuivumiseen. Lämpötilan noustessa betonin kyky luovuttaa kosteutta kasvaa. Betonin kuivumisen kannalta riittävä lämpötila on +20°C, mutta lämpötilan noustessa yli +25°C kuivuminen nopeutuu huomattavasti. Liian nopea lämpötilan nosto saattaa kuitenkin vaurioittaa betonirakennetta aiheuttamalla mm. halkeamia. Betonirakennetta ympäröivän ilman suhteellinen kosteus vaikuttaa rakenteen kuivumiseen. Betonirakenteen sisäosan ja sen pinnan suhteellisen kosteuden erotuksen kasvaessa kuivuminen nopeutuu, koska kosteutta siirtävä voima lisääntyy. Kun betonin suhteellinen kuivumisen seurauksena laskee, sen vesihöyrynläpäisevyys pienenee ja kyky haihduttaa kosteutta alenee. Tämän vuoksi betonin kuivumisen kannalta järkevä ja energiatehokas ilman suhteellinen kosteus on 50 %. Tuulen vaikutus betonin kuivumiseen perustuu betonin pintaan haihtuvan kosteuden tehokkaasta pois siirtämisestä ilmavirran avulla. Rakenneratkaisujen vaikutus betonin kuivumiseen muodostuu rakenteen paksuudesta sekä siitä mihin suuntaan betonirakenteen on mahdollista kuivua. Betonirakenteen paksuudesta määräytyy kosteuden siirtymismatka. Mitä paksumpi rakenne on, sitä kauemmin se kestää kuivua. Betonin kuivumiseen voidaan vaikuttaa lisäksi betonin ominaisuuksia muokkaamalla sekä työmaalla tehtävillä toimenpiteillä. Tällaisia toimenpiteitä ovat: Käyttämällä nopeasti kuivuvia betonilaatuja, käyttämällä suuriraekokoista ja mahdollisimman jäykkää massaa, vähentämällä betonirakenteen kastumista, poistamalla rakenteeseen pääsyt vesi mahdollisimman pian vesi-imurilla/lastalla sekä pitämällä betonin pinta mahdollisimman puhtaana rakennusmateriaalista, jätteestä ja pölystä. (Merikallio 2002, 35-37)

### 5.3 Rakenteiden päällystettävyys

Rakenteen päälle tehtävät pinnoitukset ja päällystykset ovat kosteudenhallinnan kannalta tärkeitä vaiheita. Rakenteiden vaatiman kosteuden raja-arvon saavuttaminen on usein myös tahdistava tekijä rakennustyömaalla. Kerrostalotyömaalla seinät ja lattiat ovat usein betonia ja nämä ovat myös pinnoitettavia kohteita. Pinnoitettavan tai päällystettävän rakenteen tulee saavuttaa se raja-arvo, jonka materiaalin valmistaja on sille asettanut. Liian kostealle asennetut materiaalit voivat aiheuttaa vaurioita itselleen tai sitä ympäröivälle rakenteelle. Vauriot voivat ilmetä värjäytymisenä, hajuhaittoina, pinnoitteen irtoamisena sekä terveydelle haitallisina mikrobeina. (Kosteudenhallinta www-sivut 2020)

Ympäristöministeriön asetus 782/2017 rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta asettaa rakenteiden päällystämiseksi seuraavat vaatimukset pykälässä 15, rakenteiden kuivuminen:

*”Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava siitä, että rakenteissa olevan kosteuden ja rakennuskosteuden kuivumisaste mahdollistaa rakenteiden peittämisen kuivumista hidastavalla ainekerroksella, pinnoitteella tai rakenteella vaurioita aiheuttamatta. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava kosteusmittauksin rakenteiden asianmukaisesta kosteuspitoisuudesta seuraavaan työvaiheeseen siirtymistä varten.”*

(YM asetus 782/2017 §15)

Rakenteen tavoitteelliseen suhteelliseen kosteuteen vaikuttaa se, kuinka paljon materiaali läpäisee vesihöyryä ja kestää kosteutta. Käytettäessä liimakiinnitteisiä päällystämateriaaleja tavoitteellinen suhteellinen kosteus määräytyy liiman kosteudensietokyvyn kannalta. Materiaalien valmistajat ilmoittavat suhteellisen kosteuden raja-arvot ohjeistukissaan. Rakenteen kosteuspitoisuus ja sen soveltuvuus pinnoitukseen tai päällystämiseen tulee todeta aina asianmukaisen kosteusmittauksien avulla. Taulukossa 1 esitetty alustan sallittuja kosteuspitoisuuksia eri päällystemateriaaleille.

Taulukko 1.Sallitut kosteuspitoisuudet eri materiaaleilla (Merikallio, Niemi ja Komonen 2007a, 50-63)

Päällystemateriaali	Betonin RH (%) arviointisyvyydellä A	Betonin ja/tai tasoitteen RH (%) pinnassa ja 1-3 cm syvyydellä
Muovimatot	85	75
Linoleumi	85	75
Kumimatot	85	75
Tekstiilimatot, tiivis alusta	85	75
Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta	90	75
Muovi-, kumi-, linoleumilaatat	90	75
Laminaatti+vesihöyryntiivis alusmateriaali	85	75
Alustaan liimattava lautaparketti	85	75
Kelluva lautaparketti ja alusmateriaali	85	75
Mosaiikkiparketti	85	75
Vedeneriste	90	75

## 6 AS OY PORIN KULTAHERRA KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

### 6.1 Hankkeen yleistiedot

As Oy Porin Kultaherra on MVR-Yhtymän kuudes kerrostalohanke Porin Karhukorttelin alueella (kuva 11). Kultaherra on Satamaidon tontin ensimmäinen rakennus. Rakennushanke käynnistyi 1/2021. Kerrostalo on 8-kerroksinen, 38 huoneiston kokonaisuus. Kellarikerros koostuu asuinhuoneistojen irtaimistovarastoista sekä lämmönjakohuoneesta. 1 kerroksessa sijaitsee polkupyörävarasto, ulkoiluvälinevarasto ja 4 asuinhuoneistoa. 2-8 kerroksissa sijaitsee loput 34 asuinhuoneistoa. Talon yhteyteen rakennetaan yhteiskäyttöinen autohalli tulevien kerrostalohankkeiden kanssa. Autohallin yläpuolella toimii kerrostalojen sisäpiha. Rakennus perustetaan paalujen varaan. Sokkelit ovat elementtejä ja alapohjana toimii kantava maanvastainen laatta. Välipohjat rakennuksessa ovat pääosin paikalla valettavia betoniholveja. Rungon muodostavat elementti sekä paikallavaluseinät. Kantavat rakenteet ovat teräsbetonia. Kantavissa ulkoseinissä käytetään teräsbetonisia sisäkuorielementtejä ja sandwich elementtejä. Julkisivut rakennuksessa on tiilimuurattuja, maalattuja betoniseiniä ja peltikaseteilla vuorattuja seiniä. Vesikatteena rakennuksessa toimii kumibitumikermikate. Taloyhtiö on

liitetty kaukolämpö ja kaukojäähdytys verkostoihin. Huoneistojen lämmitysmuotona on vesikiertoinen lattialämmitys. Yleisissä tiloissa lämmitysmuotona on patterilämmitys. Kaukojäähdytys verkoston liittymän avulla on toteutettu huoneistokohtainen jäähdytys mahdollisuus. (Karhukortteli www-sivut 2021)



Kuva 11. As Oy Porin Kultaherra. (Karhukortteli www-sivut 2021)

## 6.2 Hankkeen kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen

Hankkeen kosteudenhallintasuunnitelmaa lähdettiin suunnittelemaan keräämällä tietoa niin internetistä ja aiheeseen liittyvistä teoksista kuin edellisen hankkeen toteutuneesta kosteudenhallinnasta. Toimin yrityksen edellisessä kohteessa työmaamestarina ja yksi tehtävistäni oli seurata päivittäin kosteusolosuhteita ja niiden hallintaa. Työmaalta kertyneen kokemuksen avulla sain ideoita lomakepohjien toteuttamiseen.

Teoriatiedon keräämisen jälkeen lähdettiin tutkimaan olemassa olevia kosteudenhallintasuunnitelmia. Totesin suunnitelmat epäkäytännöllisiksi ja käytettävyydeltään heikoiksi. Lisäksi hankkeen vastaavan työnjohtajan kanssa käydyn keskustelun pohjalta aloin muokkaamaan uudenlaista lomakepohjaa suunnitelman toteuttamiseen (kuva 12). Kosteudenhallintasuunnitelma muodostui kuudesta eri lomakkeesta:

- hankkeen yleistiedot ja laatutavoitteet
- kosteusriskien kartoitus



- kuivumisaika-arviot
- kosteusmittaus suunnitelma
- olosuhdehallinta
- kosteuden siirtymisen huomioiminen rakentamisessa.

Lomakepohjaan laadittiin hankkeen kosteudenhallintasuunnitelma. Kosteudenhallintasuunnitelman (liite 2) tekeminen aloitettiin hankkeen yleistietojen ja laatutavoitteiden täyttämällä. Kosteusriskien kartoituksessa käytiin läpi hankkeeseen suunnitellut rakenteet. Kosteusriskien omaaville rakenteille suunniteltiin työmaalla tehtävät toimenpiteet ja tarkastukset. Kuivumisaika-arviot laskettiin ja kosteusmittaus suunnitelma laadittiin niille rakenteille, jotka tullaan pinnoittamaan tai päällystämään. Kuivumisaika-arvioita verrattiin hankkeen suunniteltoon aikatauluun. Lomakkeelle tehtyjen laskelmien avulla saatiin tieto kriittisistä rakenteista aikataulun osalta. Olosuhdehallinnan osalta laadittiin suunnitelmat rakenteiden ja materiaalien sääsuojaukseen, mahdollisten vesivahinkojen torjuntaa n sekä rakennuksen lämmitykseen ja kuivatukseen. Kosteuden siirtymisen eri muodot rakentamisessa kerättiin viimeiseen lomakepohjaan kuvitetusti (kuva 13).

1/2

Kuivumisaika-arviot								
As Oy Porin Kultaherra								
Rakennustyyppi	Päälyttemateriaali	Tavoitearvo: RH (%)	Kuivumisaika-arvio (viikko)	Rakenteen sijainti (kerros)	Rakenteen suunniteltu valmistusajankohta (viikko)	Rakenteen suunniteltu pinnoitus (viikko)	Kuivumisaika-arvio (viikko)	Lisähuomioitava kriteerit
M1	Maalialue	95	1	K1	1	1	1	K1
	Käytävä	95	1		1	1	1	
	Käytävä	95	1		1	1	1	
	Käytävä	95	1		1	1	1	
M2	Maalialue	95	1	K1	1	1	1	K1
	Käytävä	95	1		1	1	1	
	Käytävä	95	1		1	1	1	
	Käytävä	95	1		1	1	1	
M3	Maalialue	95	1	K1	1	1	1	K1
	Käytävä	95	1		1	1	1	
	Käytävä	95	1		1	1	1	
	Käytävä	95	1		1	1	1	
M4	Maalialue	95	1	K1	1	1	1	K1
	Käytävä	95	1		1	1	1	
	Käytävä	95	1		1	1	1	
	Käytävä	95	1		1	1	1	

Kuva 12. Osa laadittua kosteudenhallintasuunnitelmaa.

Kosteuden siirtymisen huomioiminen rakentamisessa		
MVR		
As Oy Porin Kultaherra		
Ilmiö	Huomioiminen	
Diffuusio	Diffuusio on kosteuden liikkumista vesihöyrynä rakenteen läpi. Vaikuttavia tekijöitä diffuusioprosessiin on rakenteen vesihöyrynläpäisyvyys ja rakenteen eri puolilla vallitsevat kosteuserot. Diffuusiota estetään rakenteissa höyrynsululla. Höyrynsulut sijoitetaan rakenteiden kosteammalle puolelle (sisätilat).	<p>Diffuusion avulla siirtyminen Konvektion avulla siirtyminen Painovoiman siirtyminen Kapillaarinen siirtyminen</p>
Konvektio	Vesihöyryä siirtymistä ilmavirtauksen mukana. Vaikuttavia tekijöitä tuleepaase, sisä- ja ulkoilman lämpötilaerot, rakenteiden ilmavaihto. Alipaineinen ilmavaihto repii ilmaa rakenteiden mahdollisista vuotokohdista. Ylipaineinen ilmavaihto pyrkii työntämään ilmaa vaipan epätarkkuus kohdista ulospäin.	
Painovoimainen siirtyminen	Veden painovoimainen siirtyminen on sadeveden siirtymistä maasta kohteen, vähänistä rakenteista pitkin sekä maaperässä valunalla ja imeytymällä siirtyminen. Hallitaan sadevesijärjestelmien ja salaojien avulla.	
Kapillaarinen siirtyminen	Vesi imeytyy materiaalin huokosissa eli kapillaareissa. Vaikuttava tekijä on materiaalin kapillaariset ominaisuudet. Veden siirtyminen kapillaarisesti estetään rakenteissa käyttämällä kapillaarikatkoja: bitumisivelyt, kuumitumakermit, sepeksit selohdyt salaojakerrokset.	

Kuva 13. Osa laadittua kosteudenhallintasuunnitelmaa.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kosteudenhallintasuunnitelma yrityksen alkavaan kerrostalokohteeseen. Kosteudenhallintasuunnitelman laadintaa varten tutustuttiin hankkeen suunnitelmiin, kerättiin opinnäytetyöhön tietoa työmaan kosteudenhallinnasta sekä tutustuttiin edellisen kohteen kosteudenhallinnan menetelmiin, joita on käsitelty liitteessä 1. Opinnäytetyön edetessä yrityksen vastaavan työnjohtajan Rami Lahden kanssa keskustellessa hän esitti ajatuksen mahdollisimman yksinkertaistetusta suunnitelmasta, koska kosteudenhallintasuunnitelman ongelmana on yleensä iso määrä tekstiä, joka tekee siitä sekavan eikä palvele tarkoitustaan. Etsiessäni tietoa kosteudenhallintasuunnitelman toteuttamisesta internetistä löytyi valmiita pohjia kosteudenhallintasuunnitelman tekemiseen. Valmiita pohjia tutkiessa kävi ilmi juuri niiden ongelmat, ne sisältävät liikaa tekstiä ja ovat vaikeasti täytettäviä. Näiden ajatusten kautta työssä kehitettiin yrityksen käyttöön taulukkopohjainen tiedosto, jossa on valmis pohja kosteudenhallintasuunnitelman eri osa-alueille (liite 2). Valmiin pohjan avulla yrityksen henkilöt pystyvät helposti laatimaan kosteudenhallintasuunnitelman eri hankkeisiin sekä yrityksen kosteudenhallintasuunnitelmat ovat yhdenmukaisia. Kosteudenhallintasuunnitelmaa tehdessä havaitsin, että kohteen kosteusmittausuunnitelman laadinta tulee helpottamaan työnjohtajan työtä rakennusaikana. Tärkeimmäksi osaksi havaitsin kuivumisaika-arvioiden laskemisen. Laskelmissa saatujen tietojen

avulla pystytään rakentamisen alkuvaiheessa suunnittelemaan toimenpiteet, jos näyttää siltä, että jokin rakenne ei ehdi aikataulun puitteissa kuivumaan. Näin aikatauluihin pystytään vaikuttamaan jo hankkeen alkuvaiheessa ja projektin edetessä. Hankkeeseen mahdollisesti myöhemmin mukaan tulevien työnjohtajien on myös helpompi saada kokonaiskäsitys rakenteiden kuivumisaika-arvioista sekä rakenteisiin tehtävistä kosteusmittauksista kosteudenhallintasuunnitelman avulla.

## LÄHTEET

Finlex, Maankäyttö- ja rakennuslaki. 5.2.1999/132. Viitattu 13.2.2021  
<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P117>

Ilmasto-opas www-sivut. 2021. Viitattu 22.1.2021  
<https://ilmasto-opas.fi/fi/>

Karhukortteli www-sivut. 2021. Viitattu 22.2.2021  
<https://karhukortteli.fi/karhukortteli/kultaherra/>

Kuivaketju10 www-sivut. 2021. Viitattu 15.2.2021.  
<https://kuivaketju10.fi/#kuivaketju10>

Kuivaketju10. Tilaaminen ohjekortti. 13.3.2018. Viitattu 15.2.2021  
[http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Tilaaminen\\_150313.pdf](http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Tilaaminen_150313.pdf)

Kuivaketju10. Suunnittelun ohjekortti. 13.3.2018. Viitattu 15.2.2021  
[http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Suunnittelu\\_150313.pdf](http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Suunnittelu_150313.pdf)

Kuivaketju10. Työmaatoteutuksen ohjekortti. 13.3.2018. Viitattu 15.2.2021  
[http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/04/Kuivaketju10-Tyo%CC%88maatoteutus\\_150313.pdf](http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/04/Kuivaketju10-Tyo%CC%88maatoteutus_150313.pdf)

Kuivaketju10. Kosteudenhallintakoordinaattorin ohjekortti. 13.3.2018. Viitattu 15.2.2021.  
[http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Kosteudenhallintakoordinaattori\\_150313.pdf](http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Kosteudenhallintakoordinaattori_150313.pdf)

Kosteudenhallinta.fi www-sivut 2020. Viitattu 9.2.2021.  
<http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/>

Merikallio, T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy.

Merikallio, T., Niemi, S. & Komonen, J. 2007a. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

Merikallio, T., Niemi, S. & Komonen, J. 2007b. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

Niemelä, T. 2014. Kosteusvaurioiden ehkäiseminen rakennustuotannossa. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy.

RATU 1215-S Työmaan laadunvarmistus, tarkastukset ja mittaukset. 2006. Viitattu 8.2.2021.  
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot>

RIL 250-2020. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2020. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. 2010. Viitattu 8.2.2021  
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot>

Suomen Betoniyhdistys ry www-sivut 2021. Viitattu 12.2.2021.  
<http://www.betoniyhdistys.fi/julkaisut/betoniohjelmat/by-2020-betonin-kuivumis-aika-arvio-2.html>

Siikanen, U. 2014. Rakennusfysiikka - Perusteet ja sovelluksia. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys ry www-sivut 2021. Viitattu 27.1.2021  
<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>

Teriö, O. Hämäläinen, Jari. 2017. Kestävä rakentaminen. Helsinki: Opetushallitus

Ympäristöministeriön asetusrakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, 782/2017 §13, §14 ja §15.

Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. 2020. Helsinki.

## LIITELUETTELO

Liitteet sisältävät yrityksen luottamuksellista tietoa

Liite 1 Hankkeen kosteudenhallintaan tutustuminen, As Oy Porin Karhunpesä

Liite 2 Kosteudenhallintasuunnitelma, As Oy Porin Kultaherra