



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# KOSTEUDENHALLINTA RAKENNUSAIKANA

## Kuivaketju10 järjestelmä työmaalla

Olli Kontkanen

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2017  
Rakennusalan työnjohdon koulutus



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon koulutus

KONTKANEN, OLLI:  
Kosteudenhallinta rakennusaikana  
Kuivaketju10 järjestelmä työmaalla

Opinnäytetyö 29 sivua  
Joulukuu 2017

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia ja kehittää betonielementeistä rakennettujen kerrostalojen rakentamisen aikaista kosteudenhallintaa, ja pohtia ratkaisuja kosteuden ehkäisemiseksi eri rakenteissa. Työn tavoitteena oli myös tehdä yksinkertainen ja tehokas Kuivaketju10 toimintamalliin perustuva kosteudenhallintaohje Rakennustoimisto Arkta Oy:n käyttöön, jonka avulla yritys kehittää toimintaansa rakennusaikaisen kosteudenhallinnan suhteen.

Olosuhteet ja niistä johtuva kosteus ovat suuria ongelmanaiheuttajia rakennustyömailla. Rakenteissa voi esiintyä haitallista kosteutta ja esimerkiksi maanvaraisen laatan kuivuminen saattaa hidastua, rakenteiden sisään saattaa jäädä vasta myöhemmin ilmi tulevia vesikertymiä, eivätkä esimerkiksi pinnoitustyöt pääse alkamaan liian korkeiden kosteusmittaustulosten takia. Kosteusriskit, rakenteiden ja materiaalien suojaus ja kuivaus, sekä työmaalla tehtävät kosteusmittaukset ja niiden dokumentointi näyttelevät suurta osaa rakennusaikaisessa kosteudenhallinnassa.

Mahdollisiksi kehityksen kohteiksi ilmenivät erilaisten suojaustoimenpiteiden puute työmailla ja irtoveden poisto rakennuksesta. Tulevissa rakennuskohteissa työntekijöiden perehdytys kosteudenhallintaan, huolellisuus rakenteiden ja materiaalien suojaamisessa kosteudelta, sekä hyvien kuivumisolosuhteiden varmistaminen ovat avainasemassa entistä kuivempien asuntojen valmistamiseen.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Site Management

**KONTKANEN OLLI:**  
Moisture Management During Construction  
Kuivaketju10 System On Site

Bachelor's thesis 29 pages  
December 2017

---

The purpose of this thesis was to study and develop moisture management during the construction of block of flats made from concrete elements and to consider solutions to prevent moisture in different structures. The aim of the thesis was also to make a simple and effective moisture management guide based on the Kuivaketju10 operating model for Rakennustoimisto Arkta Oy, which enables the company to develop its methods in relation to construction moisture management.

The conditions on site and the resulting moisture are major problem makers at construction sites. The structures may have harmful humidity in them and, for example, the drying of the concrete slabs may be slowed down, there could be water deposits inside the structures which can become visible later on and, for example, coating work may not start due to too high moisture measurement results. Moisture risks, protection and drying of structures and materials, and humidity measurements on site and their documentation play a large part in moisture management during construction.

Possible development points were the lack of various protection measures against moisture on site and the removal of excess water from the building. In future construction projects, employee orientation for moisture management, taking care in protecting structures and materials from moisture, and ensuring good drying conditions are the key to making drier and better apartments.

---

Key words: moisture management, concrete element, block of flats

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	KOSTEUDENHALLINTA .....	6
2.1	Kosteudenhallinnan merkitys rakentamisessa .....	6
2.2	Kosteusriskien kartoitus .....	6
2.2.1	Ontelolaattojen ja maanvaraisen laatan kosteusriskit .....	7
2.2.2	Sandwich-elementtien kosteusriskit.....	8
2.3	Rakenteiden ja materiaalien suojaus.....	8
2.3.1	Varastointipaikat ja työntekijöiden ohjeistus .....	8
2.3.2	Materiaalilaukset ja kuljetukset .....	9
2.4	Rakenteiden kuivaus.....	9
2.4.1	Kuivausvaihtoehdot .....	10
2.4.2	Ilmankosteuden vaikutus kuivaukseen .....	10
2.4.3	Esimerkki rakennuksen kuivauksesta .....	12
2.5	Kosteusmittaukset.....	12
2.5.1	Rakenteiden sisältämä kosteus.....	13
2.5.2	Porareikämittaus .....	13
2.5.3	Betonivalun sisään asennettavat mitta-anturit.....	14
2.6	Dokumentointi.....	14
3	KOSTEUDENHALLINNAN KEHITTÄMINEN KUIVAKETJU10 JÄRJESTELMÄN AVULLA .....	- 16
3.1	Rakennustoimisto Arkta Oy:n tavoitteet .....	16
3.2	Tampereen Vuoreksen Optio, Ratio ja Fuusio .....	16
3.3	Esimerkkityömaan kosteusriskit.....	17
3.3.1	Materiaalien säänkesto.....	18
3.3.2	Kosteudenhallinta talviaikaan.....	19
3.4	Materiaalien ja rakenteiden suojausmenetelmät.....	20
3.4.1	Materiaalien suojaus työmaalla.....	20
3.4.2	Materiaalien suojaus kuljetuksen aikana .....	21
3.4.3	Rakenteiden suojaus .....	22
3.5	Rakenteiden kuivaus.....	23
3.6	Kosteusmittaukset.....	24
3.7	Työmaan kosteudenhallinnan dokumentointi.....	24
4	KUIVAKETJU10 TYÖMAAOHJEEN LAATIMINEN.....	26
4.1	Työmaanohjeen tavoite.....	26
4.2	Ohjeen sisältö ja rakenne.....	26
5	POHDINTA .....	27
	LÄHTEET.....	29

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on ylöjärveläinen Rakennustoimisto Arkta Oy (jäljempänä Arkta), joka halusi selvityksen siitä, kuinka Kuivaketju10-toimintamallia sovelletaan Arktan työmailla. Mediassakin useasti esillä olevista kosteus- ja sisäilmaongelmista halutaan päästä ahkerasti eroon ja rakenteiden kastuminen rakennusaikana onkin tällä hetkellä yksi suurimpia huolenaiheita rakentamiseen liittyen. Tässä opinnäytetyössä käsitellään kosteudenhallintaan liittyviä ongelmia ja pohditaan, kuinka rakentamisen aikana voitaisiin paremmin välttyä rakenteiden haitalliselta kastumiselta.

Työn tavoitteena on selvittää rakennusaikaisen kosteudenhallinnan toiminta ja ongelmatkohdat sekä pohtia sitä, miten kyseistä rakentamisen osa-aluetta voitaisiin tulevaisuudessa parantaa. Tavoitteena on myös tehdä Arktan työmaille tiivis ja selkeä ohjeistus kuivana rakentamisesta. Opinnäytetyössä käytetään kosteudenhallinnan kehittämisen pohjana Kuivaketju10 -järjestelmää ja muita olemassa olevia kosteudenhallintaan ja rakenteiden kuivaukseen kehitettyjä ohjeita.

Opinnäytetyötä on rajattu rakennusaikaisen kosteuden hallintaan ja rakenteiden kuivaukseen täyselementtikerrostaloissa. Täyselementtikerrostalot ovat Arktan tyypillistä rakennustuotantoa, joten opinnäytetyö rajattiin myös tälle kyseiselle talotyyppille. Osa opinnäytetyössä esitetystä tiedosta perustuu työssä käytettyihin lähteisiin, mutta iso osa tiedosta perustuu koulussa ja työelämässä opittuihin asioihin kosteudenhallintaan liittyen.

Rakennustoimisto Arkta Oy on perustettu vuonna 1988 ja työllistää tällä hetkellä 50 henkilöä. Liikevaihto vuonna 2017 on noin 27 miljoonaa euroa ja rakennuskohteet pääsääntöisesti asuinkerrostaloja. Asuntoja rakennetaan vuonna 2017 yli 400 ja vuonna 2018 on tavoitteena rakentaa lähes 500 asuntoa. Arkta konsernin muodostavat yhdessä Arkta Oy, Arkta Rakennuttajat Oy, Rakennustoimisto Arkta Oy, Rakennusliike Reponen Oy, LS Laatuselinä Oy, sekä Laatutilit Oy. Yritys perustaa toimintansa asiakastyytyväisyyteen, osaaviin asiantuntijaorganisaatioihin, tekemisen iloon ja kehittymiseen työtovereiden ja asiakkaiden kanssa, sekä taloudelliseen menestykseen. (Arkta Oy 2017.)

## **2 KOSTEUDENHALLINTA**

### **2.1 Kosteudenhallinnan merkitys rakentamisessa**

Rakennustyömaan kosteudenhallinta tarkoittaa rakennusaikaisten olosuhteiden ja kosteuden huomioon ottamista rakentamisessa tekemällä ratkaisuja, kuinka kosteudelta voitaisiin parhaiten välttyä ja kuinka rakenteisiin pääsyyttä kosteutta kuivataan. Rakennus pyritään pitämään mahdollisimman kuivana koko rakennusajan ja lopullisen tuotteen tulee täyttää kaikki kosteuteen liittyvät laatuvaatimukset.

Kosteudenhallintaan on alettu viime vuosina kiinnittää enemmän huomiota mediassakin paljon esillä olleiden home- ja sisäilmaongelmien takia. Sisäilmaremontit ja korjaukset ovat yleistyneet kasvavaan tahtiin ja uusilla kosteudenhallintaohjeilla pyritäänkin välttämään vastaavanlaisia ongelmia tulevaisuudessa. Kosteus tuo myös omat ongelmansa rakennusvaiheeseen, jos rakenteet eivät ole kuivaneet täysin ennen pinnoitustöitä. Pintamateriaalit vahingoittuvat ja värjäytyvät, eikä kosteus pääse niiden alta enää kuivamaan yhtä tehokkaasti.

Sääolosuhteiden tuoma irtovesi, ilmankosteus, rakennusmateriaalien mukana tuleva vesi ja maaperästä nouseva kosteus kastelevat kaikki valmistuvan rakennuksen rakenteita. Sääolosuhteilta on mahdollista suojautua huputtamalla koko työmaa suuren teltan alle, mutta tämä ei taas ole kovinkaan kustannustehokasta, tai aikataulullisesti järkevää. Kosteutta pyritään välttämään koko rakennusvaiheen ajan, vaikka rakentamisen alkuvaiheessa se voikin olla haastavaa.

### **2.2 Kosteusriskien kartoitus**

Riskien kartoitus alkaa jo työmaan suunnitteluvaiheessa ja sen tarkoituksena on tunnistaa ja havaita työmaalla piilevät kosteusriskit. Yleisiä riskipaikkoja ovat esimerkiksi ontelolaattojen onteloihin mahdollisesti jäävä vesi, joka voi turmella rakenteita ja pinnoitteita jopa vielä pinnoitusvaiheen jälkeenkin. Yksi esillä olevista huolenaiheista on myös sandwich -elementtien eristetilat, jonne vettä valuu ontelolaataston päältä sekä sataa taivaalta.

Elementtien eristetiloihin saattaa myös joissakin tapauksissa kehittyä pohjakerroksen korkeudelle vesipesiä, jos ylhäältä päin valuva vesi ei pääse eristetilasta poistumaan esimerkiksi tarkoitusta varten tehtyä reikää, tai auki jätettyä saumaa pitkin. Riittävän kovalla pakkasella on myös mahdollisuus, että eristetilassa oleva vesi saattaa päästä jäätymään rakennuksen ulkonurkassa tai muussa kylmässä pisteessä. Tämä voi aiheuttaa ongelmia keväällä, kun lämpötila nousee nollan yläpuolelle ja eristetilassa oleva jää pääsee sulamaan ja turmelemaan valmiit pinnoitetut rakenteet.

### 2.2.1 Ontelolaattojen ja maanvaraisen laatan kosteusriskit

Ontelolaattojen sisään voi syntyä vesipesiä varsinkin talvella, kun laatat ovat sään armoilla ja vedenpoistoreikä jääty tukkoon. Jos vedenpoistoreiät ovat tukossa eikä vesi pääse pakenemaan ontelolaatan sisältä esteettömästi, onteloon saattaa kehittyä jäätä lämpötilojen vaihdellessa, ja jää saattaa jopa rikkoa ontelolaatan. Kuvassa 1 jää on laajentuessaan lohkaissut ontelolaatasta suuren palan irti, vaikka ontelolaatta on ollut jo useamman viikon asennettuna.

Tehtaalla ontelolaattoihin painetaan jokaisen ontelon molempiin päihin vedenpoistoreiät, mutta ne saattavat olla veden saavuttamattomissa erilaisten varausten, tartuntojen tai valujen takia. Reikien toimivuus, sijainnit ja avoimuus täytyy tästä syystä tarkistaa työmaalla, ettei alla näkyvää tilannetta pääse syntymään. (Parma Oy 2017.)



KUVA 1. Jään rikkoma ontelolaatta alhaalta kuvattuna.

Maanvaraisen laatan kosteus on myös yksi huomioitavista riskeistä, koska kaikki ylhäältä päin valuva vesi päätyy lopulta maanvaraisen laatan päälle. Vesi voi lammikoitua laatan päälle, valetun pinnan pienten epätasaisuuksien ansiosta. Lammikoista kosteus pääsee hitaasti imeytymään betoniin, eikä rakenteen normaali kuivuminen pääse etenemään. Laatta pääsee tehokkaasti kuivumaan vain yhteen suuntaan, joten kuivuminen on hitaampaa, kuin muissa rakenteissa. Ennen pinnoitusta tulee huolehtia siitä, että maanvaraisen laatan suhteellinen kosteus on riittävän alhainen koko laatan osalta pinnoitustöiden aloittamiseksi. Tämä varmistetaan tekemällä kosteusmittauksia paikoista, joissa vettä on havaittu lammikoituneena. Mittaukset suoritetaan näistä paikoista, koska ne ovat laatan kosteimpia paikkoja ja niiden kuivuttua on varmaa, että muutkin osat laatasta ovat riittävän kuivia pinnoitustöiden aloittamiseksi.

### **2.2.2 Sandwich-elementtien kosteusriskit**

Elementin eristetilan tuuletuksesta ja vedenpoistosta huolehtiminen on tärkeää, sillä eristetilaan päässyt vesi hidastaa rakenteiden kuivumista huomattavasti. Vaikka tuore alkali- nen betoni on kosteudesta huolimatta lähes mahdoton kasvualusta, voi valussa tai elementtien väleissä olla epäpuhtauksia, joihin mikrobikasvustoa pääsee mahdollisesti syntymään. Myös runkovaiheen päätyttyä asennettavat ikkunat ja parvekeovet ovat kosteudelle alttiita, koska betonielementin eristetilan kohdalle asennetun ikkunan päälle saattaa päästä valumaan vettä yläpuoleisista kerroksista eristetilan kautta.

## **2.3 Rakenteiden ja materiaalien suojaus**

### **2.3.1 Varastointipaikat ja työntekijöiden ohjeistus**

Yksi työmaan kosteudenhallinnan tärkeimpiä tehtäviä on antaa ohjeita, siihen kuinka rakenteita ja materiaaleja tulisi suojata, että niiden kastumiselta vältyttäisiin. Erilaisten suo- japeitteiden ja kuivien varastointipaikkojen käyttö kastumisen ehkäisemiseksi vähentää talon kuivaustarvetta runkovaiheen päätyttyä. Jokainen vesilitra, joka rakenteisiin pääsee imeytymään, hidastaa aikataulua ja aiheuttaa rakentamiseen lisäkustannuksia.



Erilaiset rakennusmateriaalit tulisi suojata sääolosuhteilta esimerkiksi pressuilla tai rakennusmuoveilla ja huolehtia, että peitteen alla olevilla materiaaleilla on riittävä tuuletus. Maasta nousevan kosteuden ja mahdollisesti peitteen alle jääneen veden pitää päästä haihtumaan pois, eikä se onnistu, jos peite ylettyy maahan asti. (Kauranen 2000, 23.)

Työntekijöiden tulee myös olla tietoisia työmaan kosteudenhallinnasta ja siitä, miten heidän toimintansa siihen vaikuttaa. Rakennusmateriaaleja pressujen alta haettaessa on aina tärkeää suojata jäljelle jääneet materiaalit uudelleen perusteellisesti, etteivät ne pääse kastumaan ja täten tuo vettä kuivattavan rakennuksen sisään. Pienetkin teot ylimääräisen kosteuden ehkäisemiseksi voivat lopulta vaikuttaa suurestikin rakenteiden lopullisen kuivatuksen kestoon ja kuivauskustannuksiin.

### **2.3.2 Materiaalitulaukset ja kuljetukset**

Materiaalit on syytä tilata siten että otetaan tilauksen yhteydessä huomioon valmistuksessa käytettävä vesi ja se, kuinka materiaali on varastoitu ennen toimitusta työmaalle. Betonia tilattaessa on syytä tilata massaa jossa olisi mahdollisimman vähän vettä. Rakennuksessa käytettävän puutavaran suhteellisen kosteuden on myös oltava sopiva, ettei rakennuksen sisälle tule puutavaran mukana turhaa kosteutta, eikä puurakenne myöskään ime kosteutta ilmasta ja muuta muotoaan turpoamalla.

Rakennusmateriaaleja kuljetettaessa materiaalit suojataan sääolosuhteilta mahdollisimman hyvin, että kuivassa varastossa säilytetyt materiaalit eivät kastu matkalla työmaalle (Kauranen 2000, 35). Betonisandwich-elementtien eristetilat on hyvä suojata matkan ja varastoinnin ajaksi vedeltä ja lialta suojamuovilla, joka joillakin elementtitehtailla asennetaan eristeen yläpään automaattisesti elementin valmistuksen aikana.

## **2.4 Rakenteiden kuivaus**

Kastuneiden rakenteiden kuivaaminen ennen rakenteiden pinnoitusta on tärkeää sisäilma-ongelmien välttämiseksi. Kuivaus alkaa irtoveden poistolla, jonka voi suorittaa esimerkiksi vesi-imurilla tai imeyttämällä vesi johonkin huokoiseen materiaaliin, kuten pyyhe-

liinaan. Irtovedellä tarkoitetaan silmin nähtävää vettä, joka on rakenteen pinnalla. Rakennustyömaalle irtovetä tulee pääasiassa sääolosuhteiden ja sateen mukana, mutta myös työmaalla liikkuvien henkilöiden ja materiaalien mukana kantautuu usein vettä rakennuksen sisälle.

Irtovesi on parasta poistaa mahdollisimman pian, ettei se pääse imeytymään syvemmälle rakenteisiin. Kun irtovesi on saatu pois, voidaan aloittaa rakenteisiin imeytyneen kosteuden poisto. Tärkeintä on luoda olosuhteet, joissa vesi haihtuu rakenteista ja tuulettuu tämän jälkeen pois rakennuksen sisältä. Nämä olosuhteet saavutetaan asettamalla rakennukseen riittävä määrä lämmittimiä ja tehokas ilmanvaihtojärjestelmä, joiden avulla esimerkiksi betonissa piilevä kosteus alkaa haihtua ilmaan ja tuulettuu rakennuksen sisältä ulos.

#### **2.4.1 Kuivausvaihtoehdot**

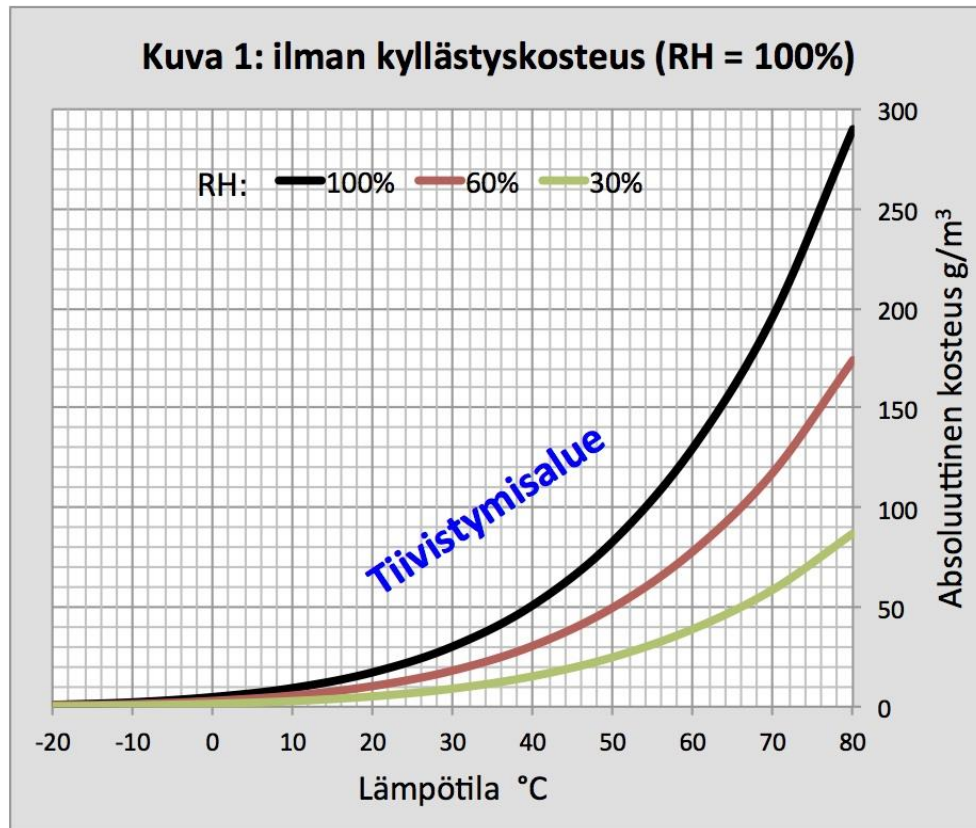
Työmaalla esiintyvän kosteuden kuivaamiseksi on olemassa monia erilaisia vaihtoehtoja. Markkinoilla on erilaisia lämmittimiä, ilmanvaihtokoneita, vesi-imureita ja kosteudenpoistajia. Rakennuslämmittimien tehtävänä on nostaa rakennuksen lämpötilaa ja haihduttaa kosteus vesihöyryksi lämpimän ilman sekaan. Ilmanvaihtokoneet puhaltavat kostean ilman tämän jälkeen ulos ja sisälle siirtyy ulkoa korvausilmaa, johon rakennekosteutta saadaan jälleen lämmittimien avulla haihdutettua.

Kosteudenpoistajat ovat laitteita jotka suodattavat ilmasta kosteuden pois käyttämällä kondensaatiota ja puhaltavat saman ilman lämpimänä uudelleen kiertoon rakennuksen sisällä. Kosteudenpoistajat ovat hyviä rakennuksen kuivaamiseen varsinkin kesällä, kun ulkona vallitseva suhteellinen kosteus on niin suuri, ettei sieltä saada rakennuksesta ulos menevän kostean ilman tilalle riittävän kuivaa korvausilmaa.

#### **2.4.2 Ilmankosteuden vaikutus kuivaukseen**

Ulkona vallitseva ilmankosteus vaikuttaa voimakkaasti kuivauksen nopeuteen. Rakenteiden kuivuminen estyy, veden painovoimaista siirtymistä lukuun ottamatta, jos ympärillä olevan ilman suhteellinen kosteus (RH) on 100 %. Kuivalla pakkassäällä rakennuksen

kuivaaminen on kaikista tehokkainta, koska ulkoa tuleva korvausilma sisältää hyvin vähän vettä ( $\text{g}/\text{m}^3$ ) vaikka suhteellinen kosteus olisikin korkea. Ilman kyky sitoa vettä itseensä on suoraan verrannollinen sen lämpötilaan (kuvio 1). (Tekeville 2017.)

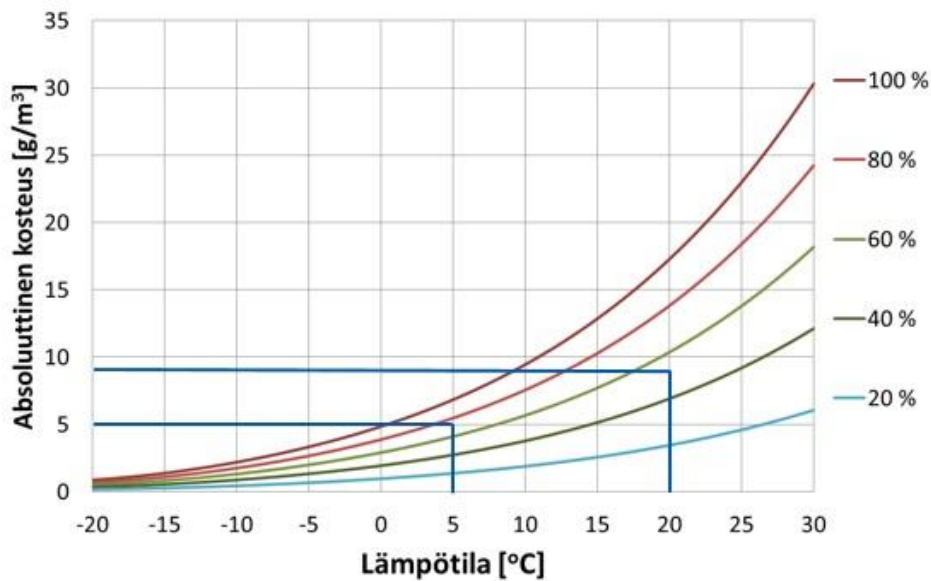


KUVIO 1. Ilman kyllästyskosteus (Tekeville 2017)

Mitä kylmempää ilma on, sitä vähemmän siihen voi vettä sitoutua. Kun ilmaa lämmitetään, sen kyky sitoa vettä itseensä kasvaa ja täten suhteellinen ilmankosteus laskee. Kostealla ja kuumalla kesäsäällä rakenteiden kuivaaminen on vaikeampaa juuri tästä syystä. Lämmin korvausilma on jo valmiiksi kyllästetty vedellä ja sitä pitäisi pystyä lämmittämään lisää, jotta ilmaan voisi sitouttaa enemmän kosteutta. Tällaisella säällä kuivaaminen on tehokkainta kosteudenpoistajilla, joita rakennukseen asennetaan riittävä määrä rakennuksen tilavuuteen ja pohjapiirustukseen katsoen. Kosteudenpoistajien toimiessa ikkunoiden ja ovien kiinni pitäminen on ehdotonta, ettei rakennuksen sisään pääse ulkoa kostea korvausilmaa ja kosteudenpoistajat saavat kuivattaa rakennuksen sisäilmaa ja rakenteita häiriintymättä.

### 2.4.3 Esimerkki rakennuksen kuivauksesta

Vesihöyryä pystytään siis tuulettamaan ulos esimerkiksi 10 000 m<sup>3</sup> tilasta (noin 50 asunnon kerrostalo) alla olevan ilmankosteustaulukon (kuvio 2) mukaan noin 4 g/m<sup>3</sup> (9 g/m<sup>3</sup> - 5 g/m<sup>3</sup>), jos lämpötila ulkona on 5 °C ja rakennuksen sisällä 20 °C, sekä suhteellinen kosteus ulkona on 75 % ja rakennuksen sisällä 50 % (kuvio 2). Eli jos koko rakennuksen sisältämä ilma vaihdetaan kerran, vesihöyryä poistuu rakennuksesta ilman mukana yhteensä 40 kg. (Tampereen teknillinen yliopisto 2017)



KUVIO 2. Ilman kyllästyskosteus esimerkkilasku (Tampereen teknillinen yliopisto 2017)

### 2.5 Kosteusmittaukset

Kosteudenhallintaan liittyvät oleellisena osana myös kosteusmittaukset, joiden avulla rakenteiden kuivumista on mahdollista seurata. Mittausraportit säilytetään myös työmaan päätyttyä mahdollisten kosteusreklamaatioiden varalta. Raportilla voidaan todentaa, että rakenteet ovat ennen pinnoitusvaihetta olleet kuivia ja mahdollinen kosteusvaurio saattaa täten johtua käyttäjän virheestä.

Mittauksen tekemiseen on olemassa useita erilaisia vaihtoehtoja, kuten pintakosteusosoittimet, porareikämittaus, näytepalamittaus ja punnituskuivausmenetelmä. Näiden lisäksi betonin suhteellista kosteutta on mahdollista mitata betonivaluun jätettävillä antureilla,

joissa on etäluettavat sirut. Tämä menetelmä on muihin verrattuna hyvin rakenneystävällinen, sillä kosteutta voidaan mitata milloin vain ja täysin rakenteita rikkomatta. Suhteellista kosteutta on mahdollista seurata etälukulaitteella myös pinnoitevaiheen jälkeen.

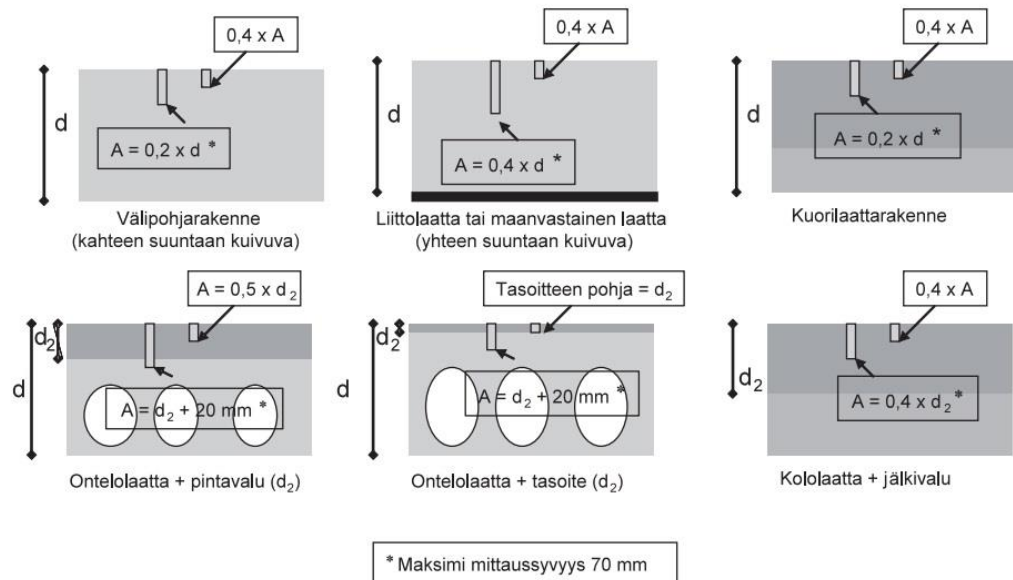
### **2.5.1 Rakenteiden sisältämä kosteus**

Kaikki rakennusmateriaalit sisältävät kosteutta ja tuovat sitä mukanaan sisälle rakennukseen. Kosteus tasaantuu rakenteen sisällä ajan kuluessa, mutta mittauksissa tulee aina ottaa huomioon myös se, mistä mittauslukemia otetaan. Esimerkiksi elementtien ja ontelolaattojen saumoihin pumpattava betonimassa sisältää vettä noin  $180 \text{ kg/m}^3$ , josta  $40 - 70 \text{ kg}$  sitoutuu betonin kovettuessa hydrataatioreaktiossa. Tämän jälkeen betoni sisältää vettä edelleen  $110 - 140 \text{ kg/m}^3$ , josta  $25 - 40 \text{ kg}$  on hygroskooppista kosteutta, joka tasapainottaa betonin kosteuspitoisuuden ympäröivän ilman kanssa. Jäljelle jäävä, noin  $70 - 115 \text{ kg/m}^3$  rakennekosteus täytyy kuivattaa pois siihen pisteeseen asti, että betonin suhteellinen kosteus on riittävän alhainen rakenteen pinnoittamiseksi. (Sisäilmayhdistys ry 2017.)

Eli käytännössä jokaista valettua betonikuutiota kohden vettä täytyy pystyä kuivattamaan valetuista rakenteista noin  $70 - 115 \text{ kg}$ , tai kunnes suhteellinen kosteus on alle pintamateriaalin vaatiman rajan. Esimerkiksi parketeilla, laminaateilla ja muovimatoilla betonin suhteellisen kosteuden tulee olla pinnoitettaessa alle 85% (Niemi 2010; Upofloor 2006).

### **2.5.2 Porareikämittaus**

Rakenteiden kosteuden mittaamiseksi on olemassa monia eri menetelmiä, joista porareikämittaus on yksi yleisimmistä. Porareikämittaus toteutetaan poraamalla betonirakenteeseen kuvan 4 mukaisesti eri syvyisiä reikiä, jotka poraamisen jälkeen puhdistetaan ja tulpataan. Vähintään kolmen vuorokauden tasaantumisaajan jälkeen reikään asennetaan kosteusmittausanturi ja reikä tiivistetään tarkoitukseen sopivalla vettä sisältämättömällä massalla (kitillä) umpeen siten, että anturin datapiuha jää esille. Tämän jälkeen reiän kosteuden annetaan taas tasaantua mittalaitteistosta riippuen tunnista, neljään tuntiin, jonka jälkeen datapiuhan kautta voidaan lukea betonin suhteellinen kosteus. (Niemi 2010)



KUVA 2. Porareikämittauksen mittaussyvytydet erilaisissa rakenteissa (Niemi 2010)

### 2.5.3 Betonivalun sisään asennettavat mitta-anturit

Rakenteen kosteutta on mahdollista mitata myös betonivalun sisään jätettävillä antureilla, joiden datapiuhat jäävät valun ulkopuolelle. Niistä suhteellinen kosteus on mahdollista tarkistaa helposti koska tahansa, eikä mittauslukemaan tule virheitä yhtä helposti kuin esimerkiksi porareikämittauksessa, jossa anturin huolimaton asennus tai mittausreiän puutteellinen tiivistäminen johtaa virheelliseen kosteusmittaustulokseen.

Rakennustoimisto Arakta Oy koekäyttää työmaillaan kosteuden mittaamiseksi Wiiste Oy:n SolidRH-järjestelmää, jonka toiminta perustuu betonivalun sisään jätettäviin, etäluettaviin kosteusmittausantureihin. Betonirakenteen kosteus voidaan tarkastaa etäluettelaitteella pintoja rikkomatta helposti myös rakennuksen valmistuttua ja mittauslukemat ovat tarkkoja, koska anturi on suojassa ulkoisilta mittaukseen vaikuttavilta häiriötekijöiltä rakenteen sisässä (Wiiste Oy 2017).

## 2.6 Dokumentointi

Työmaalla tehdyt kosteuteen liittyvät suojaukset, kosteusmittaukset täytyy dokumentoida hyvin, mahdollisia reklamaatioita ja tulevaisuuden vuosi-/takuukorjauksia ajatellen. Ilman hyvin dokumentoituja mittaustuloksia rakennusliike voi joutua tilanteeseen, jossa

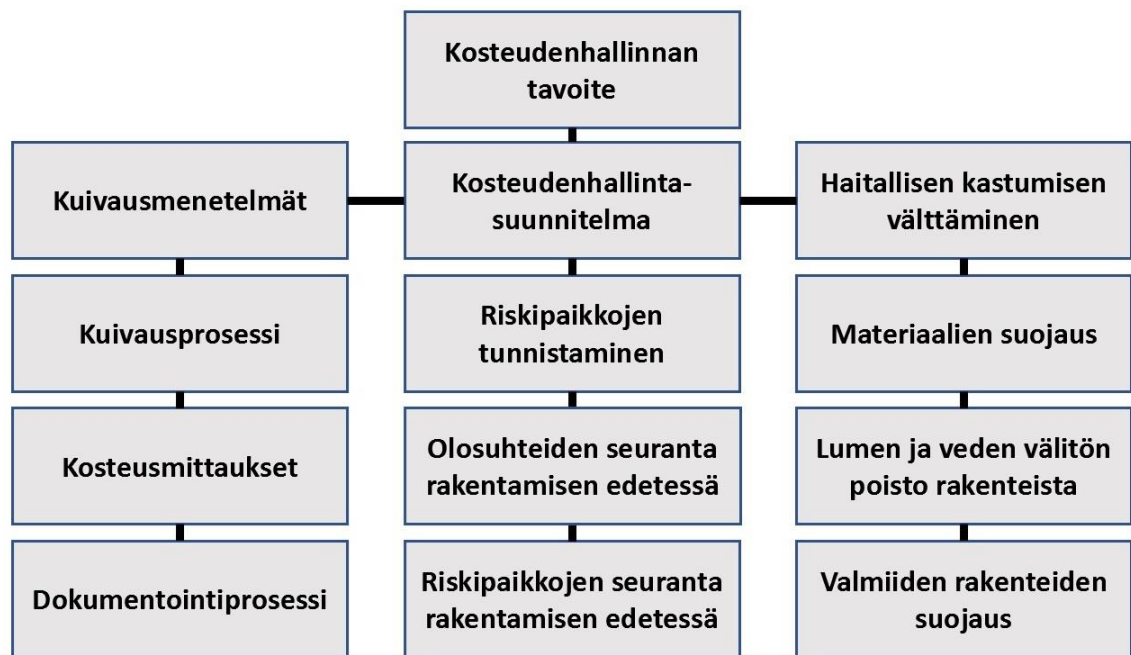
esimerkiksi muovimatton alta löytyy kosteutta ja lattiapinnat joudutaan uusimaan, vaikka rakennusliike ei olisi vastuussa kosteuden todellisesta alkuperästä. Hyvin järjestellyt kuvakirjastot asennuksista ja allekirjoitukset asiantuntijoilta kosteusmittausraporteissa ja muissa asiakirjoissa estävät turhat riitatilanteet ja epäselvyydet tällaisissa tilanteissa.

Työmaan parhaimmat dokumentointityökalut ovat hyvin tehdyt ja organisoidut mittauspöytäkirjat, sekä hyvä kamera, jolla on helppo ottaa kuvat kaikista kosteudenhallintaan liittyvistä työmenetelmistä. Toteutetut sääsuojaratkaisut ja muut olosuhdehallintaan liittyvät toimenpiteet voi nopeasti tallentaa kuvamuotoon, joka on erittäin havainnollistava tapa osoittaa toiminnan oikeellisuus. Kameralla otettujen kuvien lisäksi työmaapäiväkirjan on oltava kattava ja hyvin ajan tasalla myös kosteudenhallinnan suhteen. Dokumentoinnin suhteen kaikki kosteusmittausraportit ja asiantuntijalausunnat, sekä materiaalin-toimittajien asennusohjeet ja asennuksien vaatimat suhteellisen kosteuden raja-arvot pinnoitettavalle alustalle ovat tärkeitä säilyttää rakennusliikkeen vastuuajan loppuun saakka.

### 3 KOSTEUDENHALLINNAN KEHITTÄMINEN KUIVAKETJU10 -JÄRJESTELMÄN AVULLA

#### 3.1 Rakennustoimisto Arkta Oy:n tavoitteet

Arktan kosteudenhallinnan tavoitteena on estää materiaalien ja tuotteiden haitallinen kastuminen. Tämä vähentää rakenteiden kuivatustarvetta ja mahdollisia aikatauluviiveitä. Oikeanlaiset kuivausmenettelyt, ohjeiden ja määräysten mukaiset kosteusmittaukset, sekä mittaustulosten huolellinen dokumentointi ovat tärkeä osa kosteudenhallintaprosessia (kuva3). Tavoitteena on myös, että jokainen rakennustyömaalla työskentelevä henkilö huolehtii omalta osaltaan kosteudenhallinnasta.



KUVA 3. Kosteudenhallintaprosessin jakaantuminen eri osa-alueisiin

#### 3.2 Tampereen Vuoreksen Optio, Ratio ja Fuusio

Opinnäytetyön esimerkkityömaa on Tampereen Vuoreksessa rakennettava kolmen asuin-kerrostalon rivi (kuva 4). Talot ovat kylpyhuone-elementeillä varustettuja, elementtirunkoisia pistetaloja, ontelolaattavälipohjilla ja maanvaraisella laattalla. Vesikattona toimii puurakenteinen pulpettikatto ja talot koostuvat pääosin pienikokoisista yksioistä. Taloja



on rakenteilla kolme ja ne ovat kaikki Arkta Oy:n omaperusteista asuntotuotantoa. Työmaa oli opinnäytetyöni esimerkkityömaaksi sopiva, koska talojen rakenne vastaa hyvin opinnäytetyöni rajausta.



KUVA 4. Tampereen Vuoreksen Optio, Ratio ja Fuusio (Arkta Oy 2017)

Vuoreksessa Arkta järjestää työmaan kuivauksen ulkoistamalla sen kosteudenhallintaan ja kuivaukseen erikoistuneelle yritykselle. Vesikaton valmistuttua huolehditaan ensimmäisenä irtoveden poistosta, jonka jälkeen rakennuksen sisään järjestetään tehokas ilmanvaihto ja lämmitys, jotka kuivattavat lopun kosteuden pois ennen pinnoitustöitä. Kosteusmittaukset toteutetaan etäluettavalla Wiiste SolidRH järjestelmällä, jonka tuloksia rinnastetaan porareikämittauksiin, joita kohteessa tehdään SolidRH järjestelmän mittaustulosten vertailukohteeksi ja tueksi.

### 3.3 Esimerkkityömaan kosteusriskit

Elementtirakenteista asuinkerrostaloa rakennettaessa tulee ottaa huomioon kaikki kosteudelle alttiit paikat. Esimerkkityömaalla Vuoreksessa erityisiä huomion kohteita ovat sandwich-elementtien eristetilat, maanvarainen laatta, ontelolaattojen ja kerrostasojen vedenpoisto, sekä työmaalla olevien hygroskooppisten (aine, joka imee itseensä kosteutta) rakennusmateriaalien suojaus. Myös väestönsuojan yläpuolinen pappu- ja kylpyhuone-

elementtien alle jäävä tyhjä tila on otettava huomioon, koska näissä pisteissä oleva kosteus ei pääse rakenteiden sulkeuduttua tuulettumaan pois. Kylpyhuone-elementit asennetaan paikoilleen niille varattuihin syvennyksiin rungon edetessä, jonka jälkeen elementin ja syvennyksen välinen sauma valetaan umpeen ja kylpyhuone-elementistä tulee kiinteä osa rakennusta.

Arktan työmaalla Vuoreksessa kylpyhuone-elementtien ja syvennyksen väliseen saumaluun asennetaan tähytysputki, josta kylpyhuone-elementin alla olevaa tilaa voidaan tarkkailla kameran avulla ja todeta mahdolliset kosteusongelmat, jos sellaisia on syytä epäillä. Väestönsuojan yläpuolinen paputila huolehditaan työmaalla riittävän kuivaksi ennen kuin tilaa aletaan täyttää ja paputilaan asennetaan salaojaputket, joiden avulla tilaa on mahdollista kuivata jälkeensä, jos paputilassa jostain syystä esiintyisi kosteutta vielä pintakerrosten rakentamisen jälkeen.

Kosteusriskien tunnistaminen ja niiden hallinta, on kaikkien työmaalla olevien työntekijöiden vastuulla. Pääurakoitsijan tehtävänä on pitää huoli siitä, että kaikki työmaalla toimivat henkilöt on perehdytetty Kuivaketju10 toimintamallin mukaisesti. Perehdytyksessä tulisi käydä läpi toimintamallin peruseriaatteet ja se, että hyvä kosteudenhallinta onnistuu vain, jos kaikki tekevät oman osansa. Kuivaketju10 toimintamalli sisältää kosteudenhallinnan todentamisohteen, jonka avulla työmaan tilannetta on mahdollista seurata ja pitää huoli siitä, että rakenteista saadaan kosteusteknisesti toimivia. Todentamisohteen ohjeet siihen mistä rakenteista ja kohteista tulisi tarkistaa mitään ja kuinka eri rakenteiden kosteustekniset ratkaisut dokumentoidaan parhaiten.

### **3.3.1 Materiaalien säänkesto**

Kosteudenhallinnassa on hyvä tiedostaa myös, että jotkut materiaalit kestävät kosteutta vaurioitumatta. Betoni kestää erilaisia säätiloja ja vettä, mutta betonin imettyä vettä itseensä sen kuivuminen on todella hidasta. Alkalinen betoni on mikrobeille huono kasvualusta, eikä betoniin synny homekasvustoa, vaikka se olisikin märkä pidemmän aikaa. Tästä huolimatta on kuitenkin hyvä ottaa huomioon betonirakenteen kuivumisaika ja eristetilan suojaus. Mitä paremmin eristetilan ja betonin kastuminen estetään, sitä pienempi on rakennuksen kuivaustarve ja -aika.

Orgaanisen alkuperän omaavat ja vettä hyvin imevät rakenteet, kuten puiset ikkunan karmit, kipsilevyt ja rakentamiseen käytettävä puutavara, eivät betoniin verrattuna kestä kosteutta läheskään yhtä hyvin. Orgaanisten aineiden kastuessa on paljon todennäköisempää, että kosteus edesauttaa erilaisten mikrobikasvustojen syntymistä, ja vahingoittaa rakennetta. Puutavaraakin on toki mahdollista kuivata, mutta jos rakennukseen asennetaan yön yli sateessa ollutta märkää puuta, ja kosteus jää asennuksen jälkeen puuhun muhimaan, on erilaisten mikrobien kasvu lähes taattu.

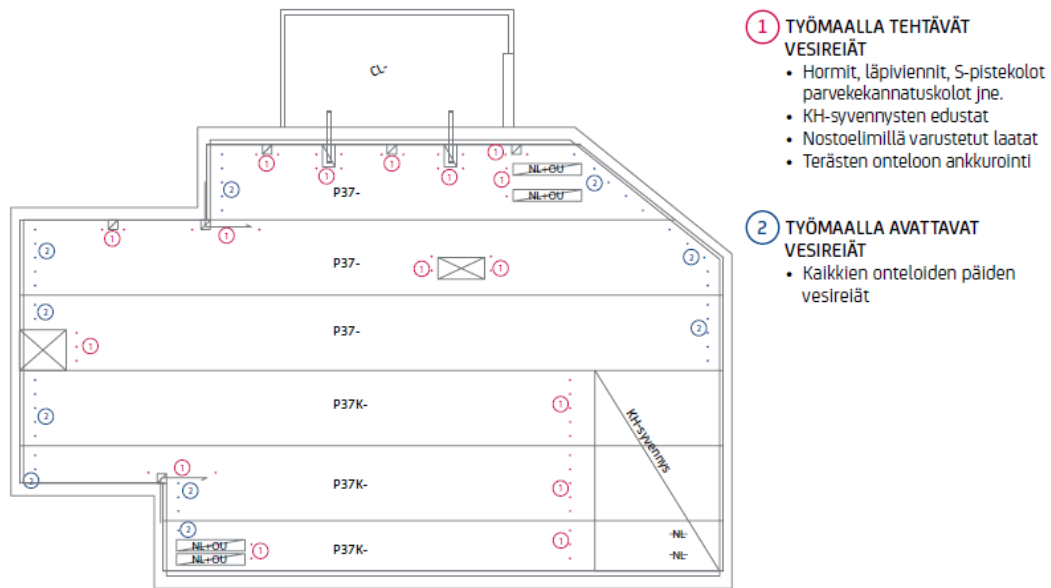
### **3.3.2 Kosteudenhallinta talviaikaan**

Ontelolaataston asennuksen jälkeen on talviaikaan tärkeää huolehtia lumen ja jään poistosta. Tämä työ on tehtävä mekaanisesti lumen sulattamisen sijaan, ettei rakennuksen sisään pääse syntymään suuria määriä sulamisvettä, joka valuisi rakenteissa alaspäin kastellen jo kuivumisvaiheessa olevat rakenteet uudelleen. Hyvä ratkaisu lumenpoistoon on puhaltaa se pois lehtipuhaltimella, jolla on helppo putsata pienetkin kolot ja rakokset lumesta, kuten esimerkiksi ontelolaattojen saumat ja elementtien saumat.

Vuoreksen työmaalla lumien poisto toteutetaan mekaanisesti, jos lunta muodostuu rakennuksen päälle suuria määriä. Kevyen lumisateen aikana rakennuksen alemmissa kerroksissa päällä oleva kaasulämmitys sulattaa rakennuksen päälle satavan lumen, jolloin sateen tuoma lumi muuttuu vedeksi ja valuu rakennuksen läpi maahan. Tällaisessa tilanteessa olisi tärkeää, että sulamisvedelle olisi suunniteltuna jokin kanava, jota pitkin vesi pääsisi poistumaan rakennuksen ylemmistä kerroksista esteettömästi ja kastelematta rakenteita, jotka eivät kosteutta kestä. Lumen sulamisvesistä voidaan myös huolehtia poistamalla holville kerääntyvää vettä vesi-imurilla tai suojaamalla kosteudelle herkätkä rakenteet sateelta ja sulamisvesiltä.

Yksi tärkeimmistä huomioitavista asioista esimerkkityömaan kosteudenhallinnassa on ontelolaattojen sisään mahdollisesti jäänyt vesi. Onteloiden sisään voi erilaisten valujen ja kiinnityspisteiden lisäysten jälkeen jäädä paikkoja, joista vesi ei pääse vapaasti valumaan pois ja se varastoituu lammikoiksi ontelolaatton sisään. Tällaisten tilanteiden ehkäisemiseksi työmaalla on käytössä Parma Oy:n ontelolaattojen vedenpoistoreikien porausohje, jossa neuvotaan mihin paikkoihin reikiä tulee porata, ettei vesipesiä pääse onteloiden sisään syntymään. Alla havainnollistettu työmaalla tehtävien vedenpoistoreikien

sijainnit (kuva 5). Sopivissa olosuhteissa on myös mahdollista, että ontelolaatan sisään jäänyt vesi pääsee jäätymään ja rikkomaan ontelolaatan (kuva 1).



KUVA 5. Ontelolaattojen vesireiät (Parma Oy 2015)

### 3.4 Materiaalien ja rakenteiden suojausmenetelmät

#### 3.4.1 Materiaalien suojaus työmaalla

Osa rakentamisessa käytettävistä materiaaleista otetaan rakennuksen sisään jo runkovaiheessa, että liiallisilta materiaalien siirroilta välttyttäisiin. Esimerkiksi kipsilevyniput (kuva 6) ja ikkunat nostetaan kerrokseen rungon edetessä. Niput on suojattu tehtaalta lähtiessä paksulla suojamuovilla, joka pitää suurimman osan kosteudesta ulkopuolella. Muovin vedenpitävyydestä ei voi olla täysin varma, joten hyvä käytäntö olisi suojata niput esimerkiksi pressuilla tai höyrynsulkumuovilla tehtaasta laittaman muovin lisäksi, ettei ylhäältä valuva vesi pääse vahingoittamaan kipsilevyjä. Lisäsuojauksella kannattaa noudattaa kaikkien kosteudelle herkkien rakennusmateriaalien kohdalla.



KUVA 6. Kipsilevynippu varastoituna esimerkkityömaalla.

Materiaaleja suojattaessa tulee muistaa, että suojauksen tulee olla vesitiivis ulkoapäin tulevaa kosteusrasitusta varten ja peitteen alla on samaan aikaan oltava riittävä tuuletus sinne mahdollisesti päätyneen kosteuden poistamiseksi. Kosteutta voi peitteen alle päästä esimerkiksi materiaalien pintaan tiivistyvänä kondenssivetenä, tai alustasta nousevana vesihöyryinä. Rakennusmateriaaleja varastoitaessa ulkotiloihin, tulee varastointialustan olla riittävän tasainen ja kiinteä (esimerkiksi karkeaa soraa), eikä varastointialueen pinta saa olla kaadettuna siten että vesi jäisi seisomaan materiaalinippujen alle. (Sahlstedt & Lindberg 2017)

### 3.4.2 Materiaalien suojaus kuljetuksen aikana

Rakennusmateriaalien kuljetuksen aikaiseen suojaukseen on syytä kiinnittää huomiota, sillä kuivassa varastossa varastoidut materiaalit imevät herkästi itseensä kosteutta ja materiaalin kastuessa aikaisempi kuivassa varastoiminen menee hukkaan. Kosteudelle altistuneiden tai kokonaan turmeltuneiden tuotteiden asentaminen muuten kuivaan rakennukseen kastelee myös ympäröiviä rakenteita ja voi näin aiheuttaa jopa lisäongelmia.

Puuniput, ikkunat, kipsilevyt ja muut hygroskooppiset materiaalit on yleisesti suojattu tehtaan toimesta suojamuovein, mutta lisäsuojaus kuljetuksen ajaksi on hyvä järjestää.

Katettu kuljetusauto tai kuljetuksenaikainen vesitiivis suojapeite auttavat pitämään toimittavat tarvikkeet hyväkuntoisina ja kuivina työmaalle asti, jossa ne varastoinnin yhteydessä suojataan kosteudelta aina asennukseen saakka.

### 3.4.3 Rakenteiden suojaus

Paikalleen asennettujen rakenteiden suojaus esimerkkityömaalla oli omien havaintojeni mukaan vähäistä. Jo asennetuista rakenteista tulisi tunnistaa kosteusriskit ja sellaiset paikat jotka on syytä suojata kosteudelta. Esimerkiksi paikalleen asennetut ikkunat ja ovet altistuvat kosteusrasitukselle ylhäältä päin tulevan eristetilasta valuvan veden takia. Ontelolaattojen sisään pääsee valumaan vettä yläpuolisista rakenteista ja vesi voi huonosti auki olevien vedenpoistoreikien takia jäädä ontelon sisään jumiin. Rakenteiden suojaaminen koko työmaan peittävällä sääsuojalla on mahdollista, mutta elementtirunkoisten kerrostalojen kohdalla käytännössä liian kallista, hidasta ja vaikeaa toteuttaa. Sääsuojan tulisi olla riittävän suuri, että sen sisällä olisi mahdollista purkaa elementtikuljetus ja nostaa betonielementit paikoilleen.

Ontelolaataston päälle satanut vesi pääsi valumaan paikalleen asennettujen elementtien yläpään eristetilaan ja siitä alaspäin esteettä. Tämä on yksi työmaan kosteudenhallinnan monista haasteista, koska eristetilan suojaaminen muovilla on myös hankalaa. Muovi pitäisi poistaa ennen seuraavan elementin asennusta, että eristetilä pääsisi tuulettumaan valmiissa rakenteessa esteettömästi. Seuraava elementti asennetaan edellisen päälle niin pian, että muovi ehtii käytännössä olla elementin suojana vain joitakin päiviä, ennen kuin muovi otetaan pois. Muovin poistamisen jälkeen betonielementin eristetilä on alttiina ontelolaataston päällä olevalle vedelle ja sääolosuhteille. Arkta Oy:n työmaille tulevat sandwich -elementit on pääsääntöisesti suojattu yläpäästään kuljetuksen ajaksi tehtaan asentamalla suojamuovilla. Muovi jätetään yleensä paikoilleen siihen asti, että on aika asentaa seuraava elementti, jolloin suojamuovi poistetaan eristetilan päältä ja seuraava elementti lasketaan paikalleen. Ontelolaataston päältä valuva vesi pääsee kastelemaan eristetilää, kunnes elementtien välinen vaakasauma juotetaan kiinni ja yläpuoliset rakenteet saadaan vesitiiviiksi.

Ikkunoita ja parvekeovia varten elementteihin on tehty tehtaalla oikean kokoiset asennusaukot, joita kiertää puukehys ikkunoiden ja ovien asennusruuveja varten. Esimerkkityömaalla näihin puukehyksiin on elementtitehtaan toimesta porattu kosteudenpoistoreikiä, joiden kautta eristetilaa pitkin valuva yläpuolelta tuleva vesi on tarkoitus poistaa. Ikkunaseinän yhteydessä kosteudenpoistoreikien kohdalle ei pursoteta uretaanivaahtoa, että ylhäältä tuleva kosteus pääsisi poistumaan reikien kautta, eikä ikkunan yläpuolelle jäisi epätoivottua kosteutta.

### 3.5 Rakenteiden kuivaus

Rakenteiden kuivauksen Arktan työmailla hoitaa pääsääntöisesti kuivaukseen erikoistunut yritys, joka määräytyy normaalin kilpailutuksen perusteella. Kuivaus toteutetaan useimmiten kosteudenpoistajilla, joiden keräämä vesi johdetaan viemäreitä pitkin ulos rakennuksesta tai tehokkaalla lämmityksellä ja ilmanvaihdolla kohteesta ja vuodenaikasta riippuen. Rakenteiden kuivaaminen on ollut tällä toimintamallilla menestyksekkästä eikä rakenteiden kuivaus ole ollut työmaan normaalin toiminnan kannalta ongelma.

Eristetilaan joutuneen kosteuden asianmukaisesta poistosta täytyy huolehtia. Elementtien alimmainen sauma toimii painovoimaisen veden poistoreittinä ja eristetilan pitää antaa tuuletusta vapaasti, kunnes siellä ei enää ole ylimääräistä rakennekosteutta. Tuuletus hoidetaan Vuoreksen työmaalla jättämällä julkisivun elementtisaumat auki. Saumaus tehdään vasta työmaan loppuvaiheessa, kun rakennusta on jo lämmitetty pitkään ja eristetilaa on saanut tuuletusta kuivaksi.

Elementtisaumojen auki jättäminen on hyvä käytäntö tuuletuksen kannalta, mutta menetelmässä on myös huomioon otettavia ongelmia, kuten se mitä elementtisauman kohdalla olevalle eristetilalle tapahtuu viistosateen aikana. Eristeet pääsevät kastumaan esteettömästi saumauksen kohdalta, jolloin saumojen auki jättämisen kuivaustarkoitus ei täyty. Jos tuuletus olisi mahdollista järjestää eristetilan läpi kustannustehokkaasti ilman, että eristeet pääsisivät saumojen kohdalta kastumaan, rakenteesta saataisiin entistä kuivempi ja mahdollinen vaihtoehtoinen kuivausmenetelmä olisi olosuhteista riippumattomampi.

### **3.6 Kosteusmittaukset**

Vuoreksen esimerkkityömaan kosteusmittaukset toteuttaa Arktalle sama kuivausurakoitsija, joka on vastuussa talon kuivaamisesta. Työmaa on vielä vaiheessa jossa kosteusmittauksia ei vielä päästä tekemään, mutta kosteusmittaukset tullaan toteuttamaan koekäytössä olevalla Wiiste Oy:n etäluettavalla SolidRH kosteusmittausjärjestelmällä. SolidRH mittausantureiden rinnalla kohteessa toteutetaan porareikämittauksia jokaisen kerroksen osalta, lähellä valun sisässä olevia SolidRH antureita parhaimman vertailutuloksen saavuttamiseksi.

Kosteusmittaukset on syytä suorittaa sellaisista paikoista, joissa kosteutta on ollut eniten runkovaiheen aikana. Esimerkiksi maanvaraisen laatan päälle valuu runkovaiheessa vettä ylemmistä kerroksista ja irtovesi voi jopa lammikoitua siihen sopiviin paikkoihin, jolloin laatta pääsee kastumaan siltä kohtaa perusteellisesti. Tällaiset kohdat tulisi merkitä runkovaiheen ja kuivausvaiheen aikana pohjakuviin, että kosteusmittausten aikana mittaukset voidaan suorittaa talon kosteimmista kohdista ja varmistua siitä, ettei niissäkään kohdissa rakenteen suhteellinen kosteus ylitä raja-arvoja ennen pinnoitustöitä.

### **3.7 Työmaan kosteudenhallinnan dokumentointi**

Vuoreksen työmaalla kosteudenhallintaa dokumentoidaan perinteisten hyviksi havaittujen menetelmien avulla. Kosteusmittausraportit, -suunnitelmat ja asiantuntijoiden, sekä valvojien tarkastuspöytäkirjat arkistoidaan ja säilytetään hyvässä järjestyksessä työmaan kansioissa. Näiden dokumenttien tukena toimivat työmaalta otetut useat valokuvat, joista on helppo jälkepäin tarkistaa, kuinka mikäkin suunnitelma on käytännössä toteutettu.

Kosteuteen liittyvää dokumentointia on hyvä tehdä myös kastuneista materiaaleista ja rakenteista, että havaittuihin puutteisiin ja ongelmakohtiin voidaan myöhemmin reagoida, eikä kosteudelle altistunut kohde pääse vahingossa unohtumaan ja jäämään pintakerrosten alle. Esimerkiksi merkinnät pohjapiirustuksissa ja hyvin otetut valokuvat rakennuksen vaakarakenteissa havaitusta irtovedestä auttavat myöhemmässä vaiheessa kosteusmittauspaikkojen valinnassa, jolloin on tärkeää mitata suhteellinen kosteus pisteistä, missä on aiemmin ollut eniten kosteutta.



Dokumentointiin liittyy myös työmaan valvoja, joka osallistuu työmaan katselmuksiin ja tarkastuksiin, sekä dokumentoi omalta osaltaan näihin tapahtumiin liittyvät havaintonsa. Valvojan tekemät havaintoihin reagoidaan työmaalla ja esimerkiksi suojaamattomiksi havaitut materiaalit tai muut puutteet pyritään korjaamaan mahdollisimman pian.

## **4 KUIVAKETJU10 TYÖMAAOHJEEN LAATIMINEN**

### **4.1 Työmaanohjeen tavoite**

Opinnäytetyön rinnalla kehitettävän työmaaohjeen tavoitteena on parantaa kosteudenhallintaa Arktan työmailla, sekä helpottaa työmaan kosteudenhallinnan päivittäistä seuranta ja toteutusta. Ohjeeseen kirjataan hyviä käytäntöjä ja työtapoja, joilla ylimääräistä kosteutta voidaan välttää työmaalla ja miten rakenteeseen päässeeseen veden imeytyminen saadaan parhaiten estettyä.

Ohjeesta on tarkoitus tehdä selkeä ja helppolukuinen, työmaan ilmoitustaululla pidettävä dokumentti Kuivaketju10 toimintamallin pohjalta, josta työmaan kosteudenhallinnan vastuuhenkilö voi tarkistaa työmaalla toteutettavat kosteudenhallintaan liittyvät toimenpiteet. Ohjeessa on asioita joita työmaalla pitäisi kosteuden hallitsemiseksi suorittaa, että valmis rakenne olisi kuiva ja terve.

### **4.2 Ohjeen sisältö ja rakenne**

Ohjeen tekemisen aloitin listaamalla asioita joita rakennustyömaalla tulisi hoitaa onnistuneen kosteudenhallinnan mahdollistamiseksi. Arakta hoitaa rakennuskohteidensa kuivauksen delegoimalla sen kuivaukseen erikoistuneelle yritykselle, joka hoitaa samalla kosteusmittaukset, joten ohjeessa ei ollut varsinaista tarvetta keskittyä näihin osa-alueisiin. Työmaaohje keskittyy enemmän materiaalien ja rakenteiden suojaamiseen ja irtoveden poistoon rakennuksesta.

Ohjeeseen listasin ensin pääotsikot kosteudenhallinnan osa-alueiden järjestyksen mukaisesti (riskit, suojaus, kuivaus, mittaus, dokumentointi), joiden alle kirjoitin jokaiseen kohtaan sisältyvät toimenpiteet. Dokumentin yläreunaan asettelin Arktan logon ja muokkasin tekstistä sopivan kokoisen ja helposti luettavan suurentamalla fonttia ja lihavoimalla otsikot. Sisältö ja rakenne yhdistettyinä saivat aikaan tehokkaan ja helppokäyttöisen työkalun työmaan työnjohdolle ja työntekijöille kosteudenhallintaan liittyen.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä kosteudenhallintaan elementtirunkoisen kerrostalon rakennustyömaalla, pohtia mahdollisia ongelmakohtia tähän liittyen ja pyrkiä etsimään ratkaisuja havaittuihin puutteisiin. Näistä johtopäätöksistä kasattiin Kuivaketju10 järjestelmän periaatteita noudattaen opinnäytetyön rinnalle, Rakennustoimisto Arkta Oy:n käytettäväksi, rakennustyömaan kosteudenhallintaohje, jonka tarkoituksena on tuoda työmaaolosuhteisiin tietoa kosteudenhallintamenetelmistä ja niiden tärkeydestä. Laadittua ohjetta ei julkaista opinnäytetyön liitteenä.

Kosteus rakentamisen aikana ja siitä johtuvat sisäilmaongelmat ovat olleet esillä laajalti ja siksi näihin asioihin halutaan nykyään kiinnittää entistä enemmän huomiota. Rakenteiden suojaus olosuhteilta ja kuivana pitäminen ovat tärkeitä asioita tuleville kodinomistajille ja rakennusliikkeet haluavat tarjota asiakkailleen tuotteita, joihin kaikki ovat tyytyväisiä. Riskien kartoitus, rakenteiden ja materiaalien huolellinen suojaus ja kuivaus, sekä kattavat kosteusmittaukset ja dokumentointi varmistavat sen, että talot ovat kuivia.

Nykyisen kosteudenhallinnan ongelmakohdiksi havaitsin irtoveden ja lumen poiston rakennuksesta, rakenteiden ja materiaalien suojauksen sääolosuhteilta, ontelolaattojen sisään mahdollisesti syntyvät vesipesät, sekä maanvaraisen laatan päälle ylemmistä kerroksista valuvan veden ja sen kuivumisen. Myös työmaalla työskentelevien henkilöiden tulisi olla tietoisia kosteudenhallinnan merkityksestä lopulliseen tuotteeseen ja siitä, että rakennuksen suojaaminen ja kuivana pitäminen on kaikkien työntekijöiden vastuulla. Huomion kiinnittäminen näihin asioihin tulevaisuuden työkohteissa takaa sen, että rakennukset tulevat olemaan kuivempia.

Opinnäytetyötä tehdessäni huomasin, että oma tietämykseni kosteudenhallinnasta oli hyvin suppea aiheen laajuuteen nähden. Kosteudenhallinta alkaa prosessina jo suunnittelusta ja päättyy rakennuksen elinkaaren päähän, eikä koske ainoastaan rakennustyömaalla tapahtuvaa kuivausvaihetta, kuten aiemmin kuvittelin. Vaikka työ tästä syystä rajattiinkin koskemaan ontelolaattavälipohjalla ja maanvaraisella laatalla varustettujen elementtirunkoisten kerrostalojen rakennusvaihetta, tietoa oli silti tarjolla enemmän kuin osasin odottaa.

Opin aiheesta todella paljon työn edetessä ja opinnäytetyö tarjosi minulle kokonaisuutena uudenlaisen kokemuksen tiedonkäsittelystä. Kehittämisen kohteiksi näkisin työssäni vieläkin syvemmän paneutumisen jokaiseen aihealueeseen ja menetelmään, joita tekstissä on käsitelty. Myös syvempi perehtyminen kokeellisiin ja uusiin kosteudenhallintamenetelmiin olisi ollut mielenkiintoista.

## LÄHTEET

Sisäilmayhdistys ry. 2008. Rakenteiden kuivattaminen. Luettu 2.11.2017.

<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>

Tekeville. 2017. Ilmankosteus: käyttäytyminen, ilmiöitä ja vinkkejä. Luettu 3.11.2017.

<http://www.tekeville.fi/ilmankosteus>

Niemi, S. 2010. Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen. [pdf] Rakentajain kalenteri 2010. Luettu 6.11.2017. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>

Rakentamisen kosteudenhallinta. 2017. Rakennushankkeen osapuolet. Ympäristöministeriö, Rakennusteollisuus, Mittaviiva Oy & Tampereen Teknillinen Yliopisto. Luettu 8.11.2017. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-osapuolet/toteuttaja>

Parma. 2015. Ontelolaattojen vesireiät talvimuistutus 7.9.2015. Luettu 8.11.2017.

<http://www.parma.fi/aineistot-ja-materiaalit/tyoemaa>

Kuivaketju10. 2017. Kuivaketju10 vähentää merkittävästi kosteusvaurioita. Luettu 11.11.2017. <http://kuivaketju10.fi/>

Upofloor. 2006. Kiinnitysohjeet. Luettu 14.11.2017. [http://www.upofloor.fi/globalassets/upofloor/fi/documents/kiinnitysohjeet06\\_fi.pdf](http://www.upofloor.fi/globalassets/upofloor/fi/documents/kiinnitysohjeet06_fi.pdf)

Wiiste. 2017. Tuotteet. Luettu 18.11.2017. <http://www.wiiste.com/tuotteet>

Sahlstedt, S & Lindberg, R. 2007. Materiaalien suojaus työmaalla. [pdf] Rakennustieto. Luettu 22.11.2017. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140507.pdf>

Kauranen, H. 2000. Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden käsittelyn ja työmaasuojauksen kehittäminen. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto. Diplomityö.