

Opinnäytetyö AMK

Rakennustekniikka

Insinööri (AMK)

2017

Tytti Nurminen

# KOSTEUDENHALLINTA KORJAUSKOHTEESSA

OPINNÄYTETYÖ AMK | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma | Insinööri (AMK)

2017 | 50 + 4

Tytti Nurminen

## KOSTEUDENHALLINTA KORJAUSKOHTEESSA

Tämä opinnäytetyö käsittelee korjausrakentamiskohteen kosteudenhallintaa. Työn päätavoitteena on kehittää ja tarkastella keinoja, joilla kosteudenhallintaa voidaan parantaa korjausrakennuskohteessa. Työ on rajattu käsittelemään korjauskohteina olevia kerrostaloja.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään 1960–1980-luvun kerrostalojen rakennustapoja ja niiden riskirakenteita kosteuden kannalta. Teoriaosuudessa syvennyttään myös kosteudenhallintaan ja uuteen kosteudenhallinnan toimintamalliin, Kuivaketju10:een. Työn empiirisessä osuudessa perehdytään pilottikohteeseen ja sen kosteudenhallinnan riskitekijöihin. Tietoja on kerätty asiantuntijahaastatteluilla ja pilottikohteessa tehtyjen toimenpiteiden perusteella.

Työn tuotoksena pilottikohteeseen kehitettiin erilaisia toimenpiteitä, kuten kosteudenhallinnan laadunvarmistumatriisi ja mestarin ”vartti”, parantamaan työnaikaista kosteudenhallintaa. Kun työnaikainen kosteudenhallinta on kunnossa, se luo perustan terveelle rakennukselle.

Koko rakennusprosessin ja käytönaikaisen kosteudenhallinnan onnistuessa rakennuksista tulee laadukkaita, terveitä ja kosteusteknisesti toimivia. Jo rakennushankkeen alussa tulisi olla selkeät tavoitteet kosteudenhallinnan kannalta.

Työn toimeksiantajana toimi Peab Oy ja pilottikohteena Peab Oy:n työmaa TVT Raastuvankatu 3.

### ASIASANAT:

kosteudenhallinta, kosteudenhallintasuunnitelma, korjausrakentaminen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil Engineering

2017 | 50 + 4

Tytti Nurminen

# MOISTURE CONTROL IN RENOVATION CONSTRUCTION

This thesis discusses the control of moisture in renovation construction. The aim of this study was to develop and examine the methods used to improve moisture control in renovation construction projects. The study focuses on dealing with apartment building renovations.

The theory section of this thesis describes the methods of apartment building construction in the 1960s, 1970s and 1980s. The study analyses what structures are problematic for moisture control. In the theory section the thesis also looks into moisture control and the new operating model used in moisture control, Kuivaketju10. The empirical part of the study introduces a pilot project and discusses the risk factors for moisture control in this project. This thesis presents the empirical data gathered during the project. Main content of interviews with experts is also presented.

On the basis of the results of this study different methods to control moisture in the pilot project were developed. A proper plan to control moisture during renovation construction creates a base for healthy building.

Apartment buildings will be high quality and healthy if the moisture control is carried out successfully during the whole renovation construction and during the use of the building. This data support the view that every renovation construction project should have a clear plan for moisture control.

Peab Oy commissioned this thesis and the pilot project is Peab Oy TVT Raastuvankatu 3.

## KEYWORDS:

moisture control, moisture control planning, renovation construction

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 1960–1980-LUKUJEN KERROSTALOT</b>	<b>9</b>
2.1 1960-luku	9
2.2 1970-luku	12
2.3 1980-luku	13
2.4 Tyypillisimmät kosteustekniset riskirakenteet 1960–1980-luvun kerrostaloissa	14
<b>3 KOSTEUDENHALLINTA</b>	<b>16</b>
3.1 Kuivaketju10	18
3.2 Kosteuskoordinaattori	21
3.3 Kosteudenhallinnan riskien ennaltaehkäisy korjauskohteen suunnitteluvaiheessa	23
3.4 Kosteudenhallinnan riskien ennaltaehkäisy korjauskohteen rakennusvaiheessa	24
3.4.1 Rakenteiden sääsuojaus	24
3.4.2 Materiaalien suojaus	25
3.4.3 Betonin kuivuminen	26
3.4.4 Kosteusmittaukset	27
3.4.5 Työnaikainen vesi	27
3.5 Kosteudenhallintasuunnitelma	28
3.6 Puutteellinen kosteudenhallinta	29
<b>4 PILOTTIKOHDE</b>	<b>31</b>
4.1 Pilottikohteen perustiedot	32
4.2 Haastattelujen toteutus ja avaus	32
4.3 Pilottikohteen kosteudenhallinnan suunnittelu ja lähtötiedot	34
4.4 Pilottikohteen kosteudenhallinnan riskit ja niiden ehkäisykeinot	35
4.4.1 Vesikatto ja yläpohja	35
4.4.2 Julkisivutyöt	36
4.4.3 Betonivalut	37
4.4.4 Pintavalurakenteet	38
4.4.5 Alapohja	39
4.4.6 Timanttiporaus ja -sahaus	39
4.4.7 Työnaikainen lämmitys	39
4.4.8 Työnaikainen vesi	40

4.4.9 Materiaalien logistiikka	40
--------------------------------	----

<b>5 TOIMENPITEET KORJAUSRAKENTAMISKOHTTEEN KOSTEUDENHALLINNAN PARANTAMISEKSI</b>	<b>42</b>
5.1 Kosteudenhallinnan toimenpiteiden suunnittelu korjauskohteeseen	42
5.2 Peab Oy:n kosteudenhallintasuunnitelma	42
5.3 Kosteudenhallinnan laadunvarmistusmatriisi	43
5.4 Seurantakokous	43
5.5 Mestarin ”vartti”	44
5.6 Infotilaisuus	44
5.7 Perehdytys	45
<b>6 YHTEENVETO</b>	<b>46</b>
<b>7 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>47</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>49</b>

## LIITTEET

Liite 1. Kosteudenhallinnan laadunvarmistusmatriisi	
Liite 2. Seurantakokous	
Liite 3. Mestarin ”vartti”	
Liite 4. Perehdytys	

## KUVAT

Kuva 1. Sandwich-elementin rakenne, sisäkuori, eriste ja ulkokuori ovat kiinteästi yhdessä.	10
Kuva 2. Suurmuottikalusto.	11
Kuva 3. Kirjahyllyrunko.	12
Kuva 4. Kosteudenhallintaprosessi.	16
Kuva 5. Kuivaketju10-riskilista.	19
Kuva 6. Mitä Kuivaketju10:llä saavutetaan?	20
Kuva 7. Materiaalitoimittajien suojat eivät pelkästään riitä suojaamaan materiaaleja. Huonosti suojattuihin materiaaleihin voi jäädä rakennusaikaista kosteutta. Kuva ei ole pilottikohteesta.	30
Kuva 8. Edessä on peruskorjattava talo C ja takana kokonaan purettava talo D.	31
Kuva 9. Pilottikohteen sisäkuorielementtien saumausmateriaali oli irtonaista.	37
Kuva 10. Kylpyhuoneen lattian toteutus pikamassalla.	38
Kuva 11. Työnaikainen vesiliittymä. Jokaisessa kerroksessa on oma sulkuhana.	40

## TAULUKOT

Taulukko 1. Kosteusriskiluokat ja esimerkkejä.

17

# 1 JOHDANTO

Tämän päivän ongelmana rakentamisessa ovat erilaiset kosteusongelmat. Tähän ongelmaan rakennusalan liitot ATL, RAKLI, RT ja SKOL sekä RALA ovat reagoineet ja aloittaneet Paremmän laadun puolesta -hankkeen vuonna 2016. Rakennusalan liittojen yhteishankkeen päätavoitteena on parantaa rakennus- ja kiinteistöalan laatua.

Peab Oy, opinnäytetyön tilaaja, osallistuu Paremmän laadun puolesta -hankkeeseen. Hankkeessa on yhteensä kolme erilaista pilotti-ohjelmaa: Hankintaketjut laadunvarmistuksen työkaluna, Kuivaketju kuntoon ja Moitteeton vastaanottoketju. Peab Oy:n pilottikohte on TVT Raastuvankatu 3 -työmaa, jonka pilottiohjelma on Kuivaketju kuntoon. Opinnäytetyö käsittelee pilottikohteen erilaisia toimenpiteitä työnaikaisen kosteudenhallintaan.

Lähdeaineistoina toimivat alan kirjallisuus, nettisivut ja asiantuntijahaastattelut. Asiantuntijoita ovat olleet TVT Asunnot Oy:n rakennuttamispäällikkö, Rakennuttajapalvelu RKM Koski Oy:n rakennuttamisvalvoja, Peab Oy:n pilottikohteen vastaava työnjohtaja ja Peab Oy:n teknisen toimiston päällikkö.

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää kosteudenhallintaa korjausrakennustyömaalla sekä tarkastella korjausrakennustyömaalla tehtäviä toimenpiteitä, joilla kosteudenhallintaa voidaan parantaa. Työ on rajattu koskemaan korjauskohteina olevia kerrostaloja, joten työssä ei oteta kantaa uudiskohteiden, pientalojen tai rivitalojen kosteudenhallintaan.

Työ koostuu neljästä pääluvusta. Pääluku 2 käsittelee vanhemman rakennuskannan kosteusongelmille alttiita riskirakenteita. Luvussa tutustutaan tarkemmin 1960-, 1970- ja 1980-lukujen kerrostalojen rakennustapoihin ja niiden kosteusvaurioalttiisiin riskirakenteisiin.

Luvussa 3 syvennyttään kosteudenhallintaan sekä uuteen kosteudenhallinnan toimintamalliin, Kuivaketju10:een. Toimintamallia on aloitettu kehittämään ympäristöministeriön ja Oulun rakennusvalvonnan yhteishankkeesta. Luvun alussa perehdyttään kosteudenhallintaprosessiin ja asioihin, joita täytyy huomioida koko rakennuksen elinkaaren aikaisessa kosteudenhallintaprosessissa. Tämän jälkeen luvussa selvennetään Kuivaketju10:n toimintamallia ja sitä, minkälaisia kosteudenhallinta toimenpiteitä tämä toimintamalli tuo esille. Luvussa käydään läpi myös korjausrakentamisen kosteudenhallinnan riskien ehkäisemistä suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa, kosteudenhallintasuunnitelman laatimista ja niitä ongelmia, mitä puutteellinen kosteudenhallinta voi aiheuttaa.

Seuraavassa luvussa 4 siirrytään teoriasta Peab Oy:n pilottikohteeseen, TVT Raastuvankatu 3:een. Luvussa perehdytään korjauskohteeseen, avataan asiantuntijahaastatteluja ja tutustutaan tarkemmin työmaan kosteudenhallinnan riskitekijöihin sekä niitä ehkäiseviin toimenpiteisiin. Luvussa kerrotaan myös, miten toimenpiteet ovat onnistuneet.

Viimeisessä pääluvussa perehdytään toimenpiteisiin, joilla parannetaan korjausrakentamiskohteen kosteudenhallintaa. Luvussa esitellään opinnäytetyön aikana pilottikohteeseen kehitetyt uudet kosteudenhallintaa parantavat toimenpiteet.



## 2 1960–1980-LUKUJEN KERROSTALOT

Kerrostalojen teollinen massatuotanto yleistyi 1960-luvulta lähtien maaltamuuton seurauksena (Mäkiö ym. 2016, 48). Elementtirakentamisen yleistyminen 1960- ja 1970-luvuilla synnyttivät harmaita, yksitoikkoisia ja rakennusteknisesti puutteellisia lähiöitä (Neuvonen 2015, 8). Vuosien 1957–1978 aikana rakennettiin miljoona uutta asuntoa, mikä kattoi 1970-luvun lopussa koko maan asuntokannasta kaksi kolmasosaa. 1980-luvun lopussa koitti rakentamisessa korkeasuhdanne, jolloin rakennettiin kiireellä. Näistä syistä johtuen tänä päivänä joudutaan korjaamaan 1960–1980-luvuilla tehtyjä rakennusvirheitä. (Mäkiö ym. 2016, 48.)

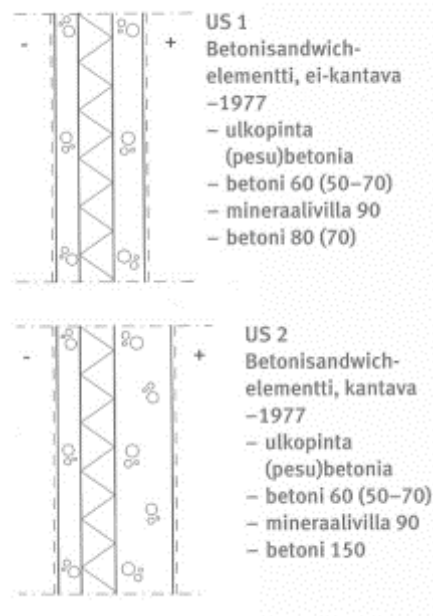
Asuinkerrostalojen suunnittelu on lukuisten määräysten ja ohjeiden ohjaamaa. Rakennus- ja asutosuunnittelun peruslähtökohdat ovat määritelty jo rakennuslaissa ja -asetuksessa ja niitä täydentävässä rakentamismääräyskokoelmassa. Merkittävä rakentamismääräyksiä koskenut uudistus tapahtui 1970-luvun puolessa välissä, kun Suomen rakentamismääräyskokoelma luotiin. Se sisälsi lukuisia hyvin suoraan rakentamiseen vaikuttaneita määräyksiä. (Neuvonen 2015, 11.) Nykyinen maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999, MRL) määrittää rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettelyn ja viranomaisvalvonnan. Suomen rakentamismääräyskokoelmaan kootaan tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet täydentämään maankäyttö- ja rakennuslakia ja rakennusasetusta (Ympäristöministeriö 2016). Asetuksena annetut ja Suomen rakentamismääräyskokoelman säännökset ovat velvoittavia. Kokoelman määräykset ovat koskeneet uuden rakennuksen rakentamista. (EDILEX 2016) Rakennuksen korjaus- ja muutostöissä määräyksiä sovelletaan vain niiltä osin, kuin toimenpiteiden laatu ja laajuus sekä rakennuksen tai sen osan mahdollisesti muutettava käyttötapa edellyttävät (Ympäristöministeriö 2016).

### 2.1 1960-luku

1960-luvun alussa täyselementtirakentaminen oli vielä hankalaa, koska sen aikaiset betonielementtinormit olivat vielä epätarkkoja, esimerkiksi jokainen elementtiliitos täytyi hyväksyttää erikseen. Vuonna 1965 vahvistettiin uudet ja tarkemmat betonielementtinormit. Vahvistetut normit koskivat kaikkia esivalmisteisia betonisia tai teräsbetonisia ra-

kenteita ja normeihin sisällytettiin tarkemmat määräykset elementtirakentamisessa käytettävistä rakennusmateriaaleista ja elementtirakenteiden suunnittelusta. (Mäkiö ym. 2016, 46, 249.)

1960-luvun alussa elementtirakentaminen yleistyi hiljalleen. Elementtirakentaminen oli aluksi riippuvainen paikallarakentamisesta, koska rungon jäykistys saatiin helpoimmin tehdyksi paikallavaletuilla seinillä. Hiljalleen suurmuottitekniikan ja sandwich-elementeillä (kuva 1) toteutettu osaelementtijärjestelmän käyttö yleistyi varsinkin paikkakunnilla, joihin muuttoliike oli suurta. Vaikka 1960-luvulla kehitettiin uusia rakentamistapoja, olivat paikallatehdyt tiilirunkoiset talot ja paikalla valaen tehdyt betonirunkoiset talot vielä yleisiä. Lämmöneristysten tekotavoissa ja paksuuksissa ei juuri ollut eroja rakennettiin sitten Etelä- tai Pohjois-Suomessa. (Mäkiö ym. 2016, 33–36, 46, 52.)



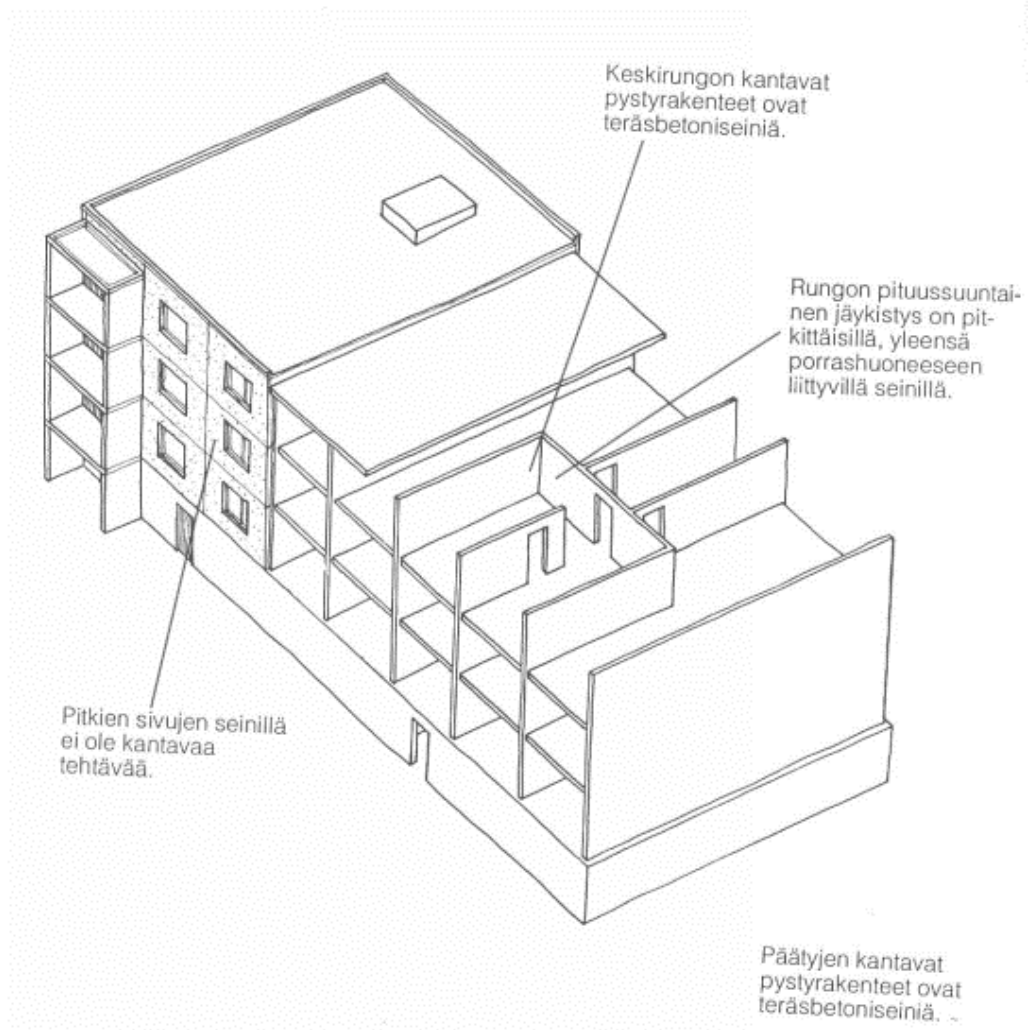
Kuva 1. Sandwich-elementin rakenne, sisäkuori, eriste ja ulkokuori ovat kiinteästi yhdessä (Neuvonen 2015, 39).

Osaelementtijärjestelmällä tarkoitetaan työtappaa, jossa kantava runko valettiin pääosin paikalla suurmuoteilla (kuva 2) ja julkisivut toteutettiin kohteen mukaan kokonaan tai osittain elementtirakenteisina (Neuvonen 2015, 39). Suurmuottitekniikkaa käytettiin runkojen paikallavaluissa. Osaelementtijärjestelmällä rakennettiin ns. kirjahyllyrunkoisia kerrostaloja. Kirjahyllyrunkoisessa kerrostalotyypissä elementtejä olivat ulkoseinien lisäksi porrassyöksyt, hormit ja parvekkeet. 1960-luvun puolivälin jälkeen myös kylpyhuoneet ja WC-tilat valmistettiin elementeistä. (Mäkiö ym. 2016, 52.)



Kuva 2. Suormuottikalusto (Rakennushollari Oy 2016).

Kirjahyllyrunko (kuva 3) oli yleisin runkotyyppe vuosina 1960–1975. Kirjahyllyrungon pitkät rakennuksen sivut eivät olleet kantavia seiniä, joten ne oli helppo toteuttaa elementteinä. Rungon kantavat rakenteet olivat päätyjen ja keskirungon pystyrakenteet. Pystyrakenteet olivat teräsbetoniseiniä. Rungon pituussuuntainen jäykistys toteutettiin pitkitäisillä, yleensä porrashuoneeseen liittyvillä seinillä. (Mäkiö ym. 2016, 62.)



Kuva 3. Kirjahyllyrunko (Mäkiö ym. 2016, 62).

1960-luvulla rakentamisesta oli tullut kovaa liiketoimintaa. Rakennuttajat tavoittelivat suuria tuottoja, jolloin ei ajateltu talon käyttöä asukkaiden kannalta tai luovutuksen jälkeistä aikaa. Pääasia oli rakentaa tehokkaasti ja tuottoisasti. Tästä johtuen rakentamisen laatuun ei kiinnitetty niin paljon huomiota. (Mäkiö ym. 2016, 47.)

## 2.2 1970-luku

1970-luvulla rakentaminen ei muuttunut merkittävästi verrattuna 1960-lukuun. BES-järjestelmä ja Suomen rakentamismääräykset olivat suurimmat muutokset rakentamisessa. 1970-luvulla esijännittämättömien massiivisten välipohjaelementtien käyttö muualla kuin porrashuoneissa päättyi. Vuonna 1970 esijännitettävien ontelolaattojen ja U-laattojen valmistus alkoi Suomessa. (Neuvonen 2015, 53–54.)

1970-luvun asuntotuotantoa voi kuvailla sanoilla *tehokas, teollinen sarjatuotanto, esivalmisteiset rakenneosat, moduulimitoitus ja standardointi*. 1970-luvun alkupuolella kerrostalotuotannon painopiste oli määrällisten tavoitteiden saavuttamisessa. Rakentamisessa pyrittiin mahdollisimman pitkälle vietyyn teolliseen sarjatuotantoon. Sarjatuotannosta aiheutuvat säästöt ja edut saavutettiin, kun rakennuksissa rajoitettiin esivalmistettujen osien ja erilaisten mallien määriä sekä ulokkeita. (Neuvonen 2015, 13.)

Vuonna 1976 voimaan astuneessa rakennusmääräyskokoelmassa määräykset ja ohjeet tarkensivat rakentamista. Esimerkiksi ääneneristysvaatimukset kiristyivät. Myös ilmanvaihdon määräykset kiristyivät, mutta ne eivät antaneet suunnitteluun tai toteutukseen kuitenkaan yksityiskohtaisia määräyksiä ja ohjeita. (Neuvonen 2015, 55, 82.)

1970-luvun kerrostalot tehtiin yleensä betonirunkoisina ja ulkokuoressa käytettiin lämpöeristettyjä elementtejä (Hengitysliitto 2017). Julkisivujen materiaaleina käytettiin joko pesubetonia tai maalattua, ohutrapattua tai pinnoittamatonta betonia (Neuvonen 2015, 14). Kerrostalojen perustyyppiä vakiintui suorakulmainen ja suorasiivinen runko, johon parvekkeet kiinnitettiin omien pieliseiniensä kannattamina torneina (Mäkiö ym. 2016, 46).

Suomen Betoniteollisuuden Keskusjärjestön johdolla kehitettiin 1970-luvun vaihteessa BES-järjestelmä. BES-järjestelmä on betonielementtistandardi, joka perustui kantaviin pääty- ja väliseiniin, ei-kantaviin sandwich-ulkoseiniin ja välipohjina käytettäviin pitkälaattoihin. Standardoidut betonielementit ja niiden liitosdetaljit mahdollistivat sen, että urakoitsijat pystyivät hankkimaan valmisosia samaan rakennukseen useilta eri toimittajilta. Ilman BES-järjestelmää ennätysmäinen asuntotuotanto 1970-luvun alkupuolella ei olisi ollut mahdollista. (Betoniteollisuus ry 2017.)

### 2.3 1980-luku

Jo 1970-luvun loppupuolella ulkoarkkitehtuuriin alettiin kiinnittää enemmän huomiota. Tästä johtuen 1980-luvulla asuntotuotanto oli aiempaa vaihtelevampaa verrattuna 1970-luvun teolliseen asuntotuotantoon. Julkisivujen yleisimmiksi materiaaleiksi kohosi tiili, ke-raaminen laatta ja väribetoni. Erilaiset pulpetti- ja harjakatot palasivat tasakaton rinnalle. Myös parvekkeiden kannatusratkaisut monipuolistuivat. Kantavista parvekkeiden pieliseinistä luovuttiin kokonaan tai niihin yhdistettiin pilarit. (Neuvonen 2015, 13–15.)

1980-luvun kerrostalot toteutettiin yleensä betonirunkoisina ja ulkokuoressa käytettiin lämpöeristettyjä, pesubetonipintaisia elementtejä (Hengitysliitto 2017). 1980-luvun loppupuolella ikkunan karmien yläosaan ryhdyttiin asentamaan ilmanvaihdon vaatimia korvausilmaventtiilejä (Neuvonen 2015, 49). Myös 1980-luvun loppupuolella erilaiset työturvallisuus- ja terveysaspektit johtivat muun muassa mattoliimojen ominaisuuksien kemiallisiin muutoksiin. Kosteutta kestävät kaksikomponenttiliimat vaihdettiin vesiliukoisiin liimoihin. (Mannonen & Niemi 2016.)

Rakentamisen laatu vaihteli paljon, koska elettiin nousukautta ja ammattitaitoisista rakentajista oli pulaa. Paljon puhutaankin 1980-luvun huolimattomasta rakentamisesta. (Kotitalo 2016.)

#### 2.4 Tyypillisimmät kosteustekniset riskirakenteet 1960–1980-luvun kerrostaloissa

1960-luvun kerrostaloissa yleisimpiä teknisiä virheitä olivat ulkoseinän heikko betoni-laatu, raudotteiden riittämättömät suojabetonipaksuudet ja mustan teräksen käyttö vaurioalzteissa rakenteissa. Musta teräs on ruostuvaa terästä, joten kun vesi pääsee imeytymään julkisivuun, musta teräs ruostuu ja aiheuttaa vaurioita rakenteissa. (Mäkiö ym. 2016, 47.) 1960-luvulla oli yleistä, ettei vesikaton alle laitettu aluskatetta. Myöskään alapohjan alla ei käytetty lämmöneristyskerrosta. Usein myös alapohjan täyttömateriaalina käytettiin hyvin hienorakeista täyttöhiekkaa. (Hengitysliitto 2017.) Ilmanvaihdossa yleisesti käytetty yhteiskanavajärjestelmä ei aina toiminut rakennuksissa (Mäkiö ym. 2016, 47). Yhteiskanavajärjestelmässä rakennuksen poistopuhallin sijaitsee katolla ja sen kautta huoneistoista poistetaan käytetty ilma (Pernon huolto 2017). Järjestelmä on todettu 1960-luvun rakentamisessa tyypivirheeksi, koska huoneistoissa ei ollut korvausilmaventtiileitä (Mäkiö ym. 2016, 47).

1970-luvun sandwich-elementtiseinäisessä rakennustyyppissä oli tavallista, että ulkoseinien sisäpintoja ei tehty johdonmukaisesti ilmatiiviiksi. Rakennuksissa sisäilma on huomattavan alipaineinen, koska rakennuksissa on koneellinen poistoilmanvaihto eikä korvausilman saantia oltu kunnolla järjestetty. Jo työmaavaiheessa ulkoseinät kastuivat usein pahoin, koska ei käytetty mitään suojusta suojaamaan rakenteita, jolloin vesi pääsi laatalta seinän lämmöneristeisiin. Myös hyvin ohuiden betoniulkokuorien läpi pääsi vettä lämmöneristeisiin. (RIL ry 2011, 146.)

Sandwich-elementtien ohella käytettiin myös paikalla muurattuja julkisivuja. 1970-luvulla ajateltiin, että kiviaineiset ulkoseinät pysyivät kuivina ilman tuuletusväliä. Tiilikuorimuurit päästävät vettä läpi kapillaarisesti, ja tällaiset rakenteet voivat aiheuttaa lämmöneristeisiin pitkäaikaista kosteutta. (RIL ry 2011, 146.)

Ikkunaliittymät olivat usein jo alun perin vuotavia, koska niitä ei tiivistetty. Pahimmassa tapauksessa sade saattoi tulla sisään myrskyllä. Myös ilmavuotokohdat ovat tavallisia ikkunaliittymissä, joissa karmin ja apukarmin välinen rako on tilkitty kevyesti mineraaliviljalla ja peitetty sisäpuolelta vain puulistalla. Yleensä julkisivuremonteissa ikkunat vaihdetaan uusiin ja liitokset tiivistetään. (RIL ry 2011, 146–147.)

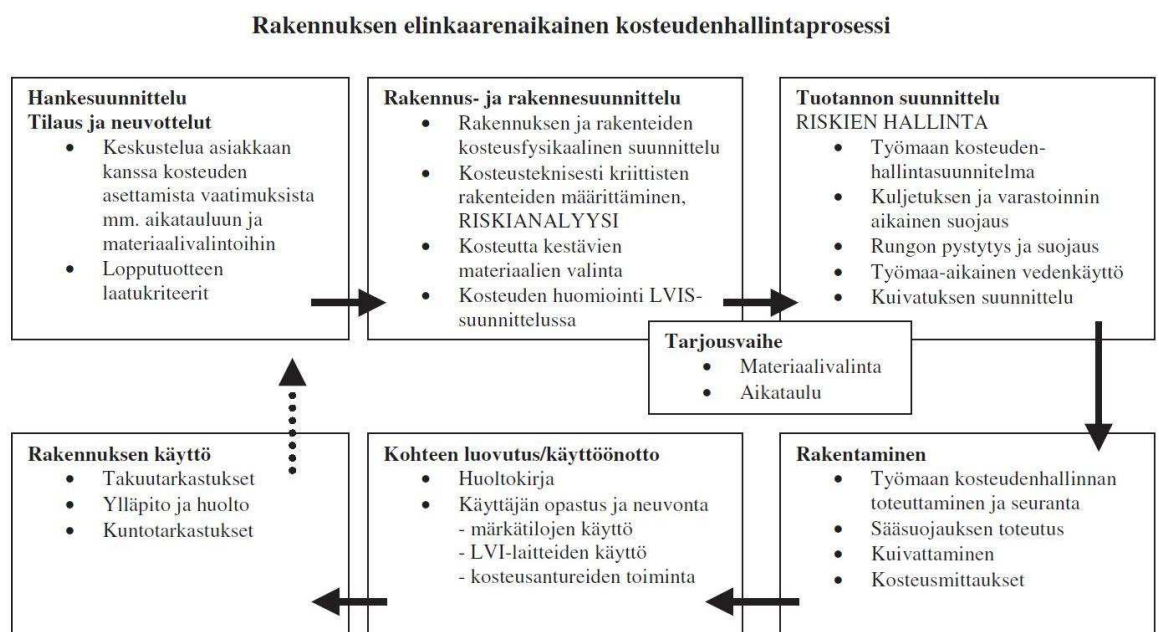
1970-luvulla vesikattojen tavallisimpina materiaaleina on käytetty puualustaista huopakatetta, kevytsorayläpohjan ohuen betonin päällä olevaa huopakatetta tai harvalaudoituksen päällä olevaa konesaumapeltikatetta. Osaamisen puute, tuotteiden heikko laatu ja hyvä usko, ettei esimerkiksi peltikattoon tarvita aluskatetta, ovat aiheuttaneet kattovuotoja ja niiden seurauksena yläpohjiin on syntynyt kosteusvaurioita. (RIL ry 2011, 147.)

1980-luvun rakennusprosessin tehostamisen ja nopeuttamisen myötä betonirakenteiden kuivattamiseen jäi entistä vähemmän aikaa, eivätkä kuivumisolosuhteet olleet parhaat mahdolliset. Betoniin jäänyt kosteus ja kosteudelle herkät lattiapäällysteet yhdessä puuteellisen ilmanvaihdon kanssa ovat aiheuttaneet sisäilmaongelmia. (Mannonen & Niemi 2016.)

### 3 KOSTEUDENHALLINTA

Kosteudenhallinta on tärkeä osa rakennushankeen laadunhallintaprosessissa. Kosteudenhallinnalla varmistetaan käyttöönötossa laadukas, terve ja kosteusteknisesti oikein toimiva rakennus. (RIL ry 2011, 19.) Kosteusongelmat voidaan välttää, kun rakennushankkeen jokainen osapuoli eli rakennuttaja, suunnittelija, toteuttaja ja materiaalitoimitajat tähtäävät toiminnassaan hallittuun ja kuivaan rakentamiseen. Kosteudenhallinnalle täytyy asettaa jo projektin alussa selkeät tavoitteet ja miettiä hankekohtaisesti mahdolliset kosteusriskit ja varautua niiden hallintaan. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 4.)

Rakennuksen elinkaaren aikaisen kosteudenhallintaprosessin (kuva 4) sisällön päävaiheita ovat kosteusteknisten lähtötietojen, rakennuttajan kosteudenhallintatavoitteiden sekä hankkeen ja rakennuksen kosteusteknisen vaativuuden määrittely. Prosessiin kuuluvat myös kosteushallinnan menettelyn valinta sekä kosteudenhallintaan ja kosteustekniseen toimintaan liittyvien ratkaisujen valinta ja suunnittelu. Prosessissa käydään läpi myös ratkaisujen toteutus, valvonta ja laadunvarmistus, rakennuksen ylläpito kosteudenhallintanäkökulmasta sekä rakennuksen oikeaoppinen käyttö ja käytön ohjeistus ja hallinta. (RIL ry 2011, 20.)



Kuva 4. Kosteudenhallintaprosessi (Merikallio T. 2003).



Rakennushankkeen kosteudenhallinta perustuu hankkeen kosteusriskien systemaattiseen arviointiin ja analysointiin. Arviointien ja analysointien perusteella määritellään suunnittelun ja toteutuksen tarkemmat tehtävät sekä se, minkälaisia ennakointi-, valvonta- ja seurantatoimenpiteitä tarvitaan ja mihin ne kohdistetaan. (RIL ry 2011, 20.)

Kosteudenhallinta on yksi osa koko työmaan laadunvarmistusta (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 12). Projektin alussa määritellään hankkeen kosteusriskiluokka sen lähtötietojen ja ominaisuuksien perusteella. Kosteusriskiluokka (taulukko 1) antaa osviittaa sille, miten hankkeessa menetellään kosteudenhallinnan osalta. Kosteudenhallinnan normaalimenettelyitä ovat mm. kosteusriskiarvion, kosteusasiakirjan ja huolto-ohjeiden laatiminen. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 10.) Tehostetussa menettelyssä mm. työmaan kosteudenhallintaa tehostetaan, työmaan toteutuksessa käytetään ulkopuolista laadunvarmistusta ja tekniset ratkaisut suunnitellaan ja toteutetaan huolella (Kosteudenhallinta 2017).

Taulukko 1. Kosteusriskiluokat ja esimerkkejä (RIL 250-2011 ja Kuivana rakentaminen).

Hankkeen vaativuus	Kosteusriskiluokka	Esimerkkejä	Menettely kosteudenhallinnan kannalta
Erittäin vaativa	3	Rakennukset, joissa on suuri kosteusvaatimus kuten uimahallit, tai jotka ovat muuten kosteudenhallinnan suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon tai käytön kannalta erittäin vaativa	<b>Tehostettu menettely</b> Valitaan riskiarvion ja muiden selvitysten perusteella ne toimenpiteet, joiden avulla riskit voidaan torjua. Kohdistetaan toimenpiteet kriittisiin, vaativiin ja/tai poikkeaviin rakenteisiin ja seikkoihin.
Normaalia vaativampi	2	Normaalia vaativimmat asuin-, liike- ja toimistorakennukset. Koulut ja päiväkodit.	<b>Normaalimenettely</b> ja kriittisiin kohtiin tehostetun menettelyn toimintatapoja.
Normaali	1	Tavanomaiset asuin-, liike- ja toimistorakennukset.	<b>Normaalimenettely</b> tai mikäli rakennuksessa on ihmisiä vain satunnaisesti tai rakennuksen suunnittelu käyttöikä on normaalia lyhempi, niin kevennetty normaalimenettely.

Rakentamisvaiheessa kosteudenhallinnan tulee olla luonnollinen osa työmaan työnsuunnittelua ja laadunhallintaa. Jokaisella työmaalla laaditaan kosteudenhallintasuunnitelma, johon kirjataan kosteusriskien kartoitus, kuivumisaika-arviot, olosuhdehallinta ja suojaus, kosteus- ja tiiviysmittaussuunnitelma, organisointi, seuranta ja valvonta sekä raportointi. (RIL ry 2011, 94.)

Työmaalle voidaan myös nimetä henkilö, joka vastaa kosteudenhallinnasta. Hänen tehtäviinsä kuuluvat esimerkiksi sopimusten ja suunnitelmien sekä työmenetelmien valvominen. Lisäksi tehtäviin kuuluvat rakenteiden kuivumisaika-arvioiden ja -aikataulujen noudattamisen seuranta ja valvominen sekä hankkeen työmaa-aikainen dokumentointi ja valokuvaus. (Kosteudenhallinta 2015.)

Kosteudenhallintaprosessi jatkuu rakentamisvaiheen jälkeen oikeilla ylläpito- ja käyttötavoilla (RIL ry 2011, 19.) Rakennetusta tai korjatusta rakennuksesta kootaan rakentamisvaiheen lopussa huoltokirja, jolla hallitaan rakennuksen kunnon arviointia ja seuranta. Huoltokirja laaditaan, jotta kiinteistön rakenteet saavuttavat niille määritellyn käyttöiän. Huoltokirjaan kirjataan huoltovälit ja tekniset käyttöiät sekä erityisen huolellisesti LVIAS-järjestelmien huolto-ohjeet. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 24.)

Huoltokirja on tarkoitettu ammattimaisesti kiinteistöjen ylläpitoa harjoittavan tahon tietolähteeksi, jossa kerrotaan toimenpiteet rakennuksen huoltoon ja kunnossapitoon. Se laaditaan hankekohtaisesti ja niin, että asiaan perehtynyt ammattilainen saa tietoonsa rakennukseen käytetyistä materiaaleista, kojeista ja laitteista. Huoltokirjassa tulee olla materiaalien, kojeiden ja laitteiden valmistajien huolto-ohjeet, käyttöohjeet ja määräaikaistarkastukset. Huolto-ohjeet laaditaan valmistajien ilmoittamien toimenpiteiden ja käyttöikien perusteella eikä RT-kortin tai jonkin muun yleisen ohjeen huoltovälien mukaan. Määräaikaistarkastukset tulee merkitä valmistajien ohjeiden mukaisesti ja ne suoritetaan usein arvioimalla visuaalisesti jonkin tuotteen uusimistarve. (Niemelä 2014, 74–75.)

Rakennuksen käyttäjien tulee huolehtia, että rakennusta ja sen laitteita käytetään niin, että kosteusongelmilta vältytään. Kosteusongelmia ehkäistään säännöllisellä siivoamisella, tarkastamisella ja huoltamisella. Jos kosteusvauriota epäillään, tulee siitä ilmoittaa välittömästi taloyhtiölle. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 28.)

### 3.1 Kuivaketju10

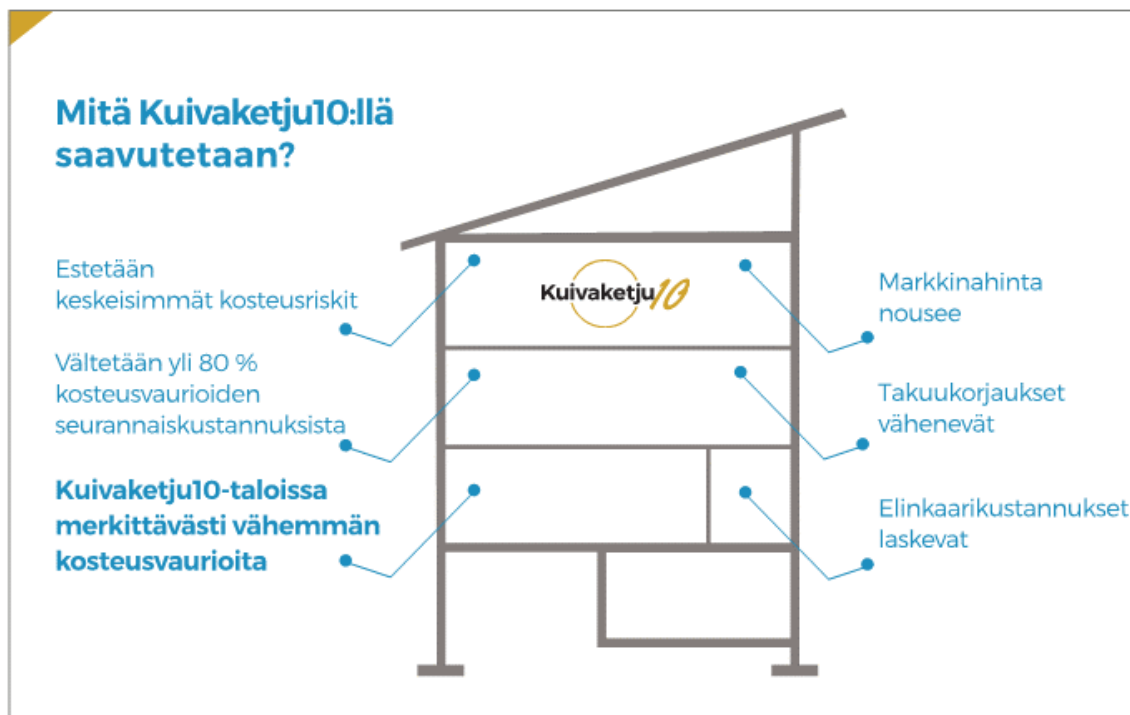
Kuivaketju10 on kosteudenhallinnan toimintamalli, jolla vähennetään merkittävästi kosteusvaurioiden riskiä koko rakennusprosessin aikana. Kuivaketju10 on saanut alkunsa ympäristöministeriön ja Oulun rakennusvalvonnan yhteishankkeesta. Hanketta on kehitetty yhdessä rakennusalan ammattilaisten kanssa. Toimintamallissa on listattu kymmenen keskeisintä kosteusriskiä (kuva 5) ja sen perusajatuksena on keskittyä näiden ris-

kien torjuntaan. Kuivaketju10:n tavoitteina ovat riskien hallinta, torjua kosteusriskit jokaisessa rakennusprosessin vaiheessa ja todentaa luotettavasti onnistunut riskien torjunta. Toimintamallin tavoitteena on myös lisätä vuorovaikutusta ja yhteistyötä rakennushankkeen eri osapuolten välillä. (Oulun rakennusvalvonta 2017.)



Kuva 5. Kuivaketju10-riskilista (Kuivaketju10 2015).

Kuivaketju10 tarjoaa selkeät kosteudenhallinnan toimintaohjeet rakentamisen eri vaiheisiin ja rakennuksen ylläpitoon (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 5). Kuivaketju10:n toimintamalli on tarkoitettu jokaiselle, joka osallistuu rakennuksen elinkaarenaikaiseen kosteudenhallintaprosessiin eli rakennuttajille, suunnittelijoille, rakentajille, materiaalitoimittajille ja käyttäjille. Kuivaketju10:n käytöllä saavutetaan esimerkiksi keskeisimpien kosteusriskien estäminen ja takuukorjauksien väheneminen (kuva 6). Vaikka jokaista rakennusta ei rakennettaisi Kuivaketju10:n toimintamallin mukaisesti, antaa toimintamalli joka tapauksessa perustan onnistuneeseen kosteudenhallintaan jokaiselle osapuolelle (Kuivaketju10 2015).



Kuva 6. Mitä Kuivaketju10:llä saavutetaan? (Kuivaketju10 2015)

Kuivaketju10-toimintamallissa suunnittelijoiden ja urakoitsijan tärkein työkalu on todentamisohje. Todentamisohjeessa on esitetty, miten riskilistan riskit torjutaan suunnittelu- ja työmaavaiheessa. Näissä vaiheissa suunnittelijoita auttaa ”Suunnittelijan tarkistuslista” ja urakoitsijaa ”Urakoitsijan tarkistuslista”. Suunnittelijan tarkistuslistassa on eri alojen suunnittelijoille tarkoitettu yksityiskohtainen listaus asioista, jotka tulee esittää suunnitelmissa riskien torjumiseksi. Urakoitsijan tarkistuslistassa on listattu keinot, joilla riskejä sisältävien työvaiheiden onnistunut toteutus tulee todentaa ja dokumentoida. (Kuivaketju10, 2015.)

Rakennus, joka on onnistuttu toteuttamaan hankkeen Kuivaketju10-toimintamallin mukaan, voi saada Kuivaketju10-statuksen. RALA toimii Kuivaketju10-statuksen toteajana. Kuivaketju10:n tulevaisuuden haasteita ovat tilaajien ja kosteuskoordinaattorien ammattitaidon todentaminen, toimintamallin jalkautuminen ja läpilyönti työmailla sekä viestinnän onnistuminen. Lähitulevaisuudessa Kuivaketju10:stä tulee myös sähköinen järjestelmä, jolloin toimintamallin käyttö helpottuu. (S. Saari, henkilökohtainen tiedonanto 9.2.2017.)

Kuivaketju10 opastaa rakennuttajaa määrittelemään yhdessä asiantuntijoiden, kuten esimerkiksi pääsuunnittelijan, kanssa kosteudenhallinnan laadun tavoitetason. Rakennus-

nuttajan asettamat tavoitteet sitovat ja ohjaavat suunnittelua ja rakentamista. Rakennuttajan tavoitteet kirjataan kosteudenhallinta-asiakirjaan, jonka pohjalta tehdään työmaalla käytettävä kosteudenhallintasuunnitelma. Vaatimukset ja tavoitteet täytyy esittää jo tarjouspyyntöasiakirjoissa. Sopimusneuvotteluissa tarkennetaan rakennuttajan tavoitteet ja sovitaan toiminnasta, vastuista ja valvonnasta. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 8.)

Työmaavaiheessa pääurakoitsija on vastuussa Kuivaketju10:n noudattamisesta sekä siitä, että rakennuttajan vaatimukset ja tavoitteet toteutuvat. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan kirjataan toimia, joita tehdään, jotta kosteudenhallinnan tavoitteet saavutetaan. Suunnittelussa käytetään lähtötietoina rakennuttajan asettamia vaatimuksia sekä suunnitteluvaiheessa tehtyä kosteudenhallintasuunnitelmaa. Koko työmaata koskevan kosteudenhallintasuunnitelman laatiminen on työmaan pääurakoitsijan tehtävä. Rakennusaikaisen kosteudenhallinnan tavoitteena on estää materiaalien ja tuotteiden haitallinen kastuminen, varmistaa rakenteiden riittävä kuivuminen ilman aikatauluviivytyksiä sekä vähentää kuivatustarvetta. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 19.)

### 3.2 Kosteuskoordinaattori

Kosteuskoordinaattori on rakennusprojekteissa uusi toimija, joka on tullut mukaan Kuivaketju10:n toimintamallin kautta. Tilaajan tai urakoitsijan valitsemalla kosteuskoordinaattorilla on olennainen rooli Kuivaketju10:n toimintamallissa ja sen onnistumisessa. Koordinaattorin päätehtävänä on valvoa ja ohjata Kuivaketju10:n toteutumista koko rakennusprosessin ajan. Kosteuskoordinaattorin pätevyysvaatimukset ovat samat kuin hankkeen vastaavalla työnjohtajalla: rakennusalan AMK-tutkinto tai vähintään teknikon tutkinto. Kosteuskoordinaattorina voi toimia yksi henkilö koko hankkeen ajan tai eri henkilöitä rakennusprosessin eri vaiheissa. Suositeltavaa on kuitenkin kiinnittää yksi henkilö tehtävään koko hankkeen ajaksi. (Kuivaketju10, 2016.) Kosteuskoordinaattori raportoi Kuivaketju10:n toimintamallin toteutuksen etenemisestä jokaisessa työvaiheessa tilaajalle, RALAn ja rakennusvalvontaan, jos paikallinen viranomainen sitä vaatii (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 55).

Kosteuskoordinaattorin työt alkavat tilaamisvaiheessa, kun koordinaattori varmistaa, että suunnittelu- ja urakka-asiakirjoissa ja lopullisissa sopimuksissa on esitetty pakollisena vaatimuksena hankkeen toteuttaminen toimintamallin mukaisesti. Tilaamisvaiheessa koordinaattori arvioi myös ensimmäisen kerran hankkeen kokonaisaikataulun realistisuuden. Aikataulun realistisuus arvioidaan myös myöhemmässä vaiheessa uudelleen

yhdessä suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa. Aikataulun riittävyden arviointiin vaikuttavat esimerkiksi toteutuksen ajankohta, rakennuspaikka, arkkitehtuuri- ja rakenneratkaisut ja materiaalivalinnat. (Kuivaketju10, 2016.)

Suunnitteluvaiheessa koordinaattorin tehtäviin kuuluu varmistaa, että suunnittelutyö toteutetaan Kuivaketju10-toimintamallin mukaisesti. Tehtäviin kuuluu myös arvioida yhdessä suunnittelijoiden kanssa, että riskilistaan tehdyt muutokset ja tarkennettu todentamisohje ovat hyväksyttäviä. Koordinaattori varmistaa, että suunnitelmissa on riittävä määrä detaljikuvia riskejä sisältävistä kohdista, ja arvioi urakoitsijan ja suunnittelijoiden kanssa, ovatko suunnitelmat toteuttamiskelpoisia. Kun suunnitelmat ovat hyväksytyt toteuttamiskelpoisiksi, perehdyttää koordinaattori pääurakoitsijan työmaaorganisaation suunnitelmiin. Perehdytyksen tavoitteena on kertoa tehtyjen suunnitteluratkaisujen syistä sekä ennaltaehkäistä suunnitelmien tulkitsemisesta aiheutuvia väärinkäsityksiä. (Kuivaketju10, 2016.)

Työmaavaiheessa kosteuskoordinaattori seuraa ja varmistaa, että riskejä sisältävien työvaiheiden onnistunut toteutus todennetaan. Jotta koordinaattori voi seurata ja ohjata toimintamallin toteuttamista hankkeessa, tulee hänen vierailta työmaalla säännöllisesti. Kosteuskoordinaattori osallistuu työmaakokouksiin, joissa tulee aina käsitellä myös Kuivaketju10:n toteutuksen etenemistä. Työmaakokouksissa käydään läpi työvaiheet, jotka on täytynyt todentaa, ja lisäksi arvioidaan kriittisesti aikaisempien vaiheiden onnistumista. (Kuivaketju10, 2016.)

Toteutusvaiheen päätteeksi koordinaattori varmistaa urakoitsijan ja LVI-suunnittelijan kanssa, että rakennuksen käyttöönotto on suoritettu onnistuneesti ja talotekniset laitteet ovat suunnitelman mukaisia ja laitteet ovat säädetty ja mitattu. Koordinaattori myös perehdyttää rakennuksen tulevan käyttäjän ja huoltohenkilökunnan rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon. Perehdytyksessä keskitytään merkittävimpiin käytönaikaisiin ylläpitoriskeihin, ja sen tavoitteena on oppia tuntemaan rakennus ja toimenpiteet, jotka vaaditaan rakennuksen kunnossapitoon. (Kuivaketju10, 2016.)

Käyttöönottovaiheessa kosteuskoordinaattori arvioi yhdessä tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa Kuivaketju10-toimintamallin onnistumisen hankkeessa. Arviointi perustuu koordinaattorin seurantaan ja raportointiin koko rakennusprosessin ajalta sekä urakoitsijan tarkistuslistan mukaiseen dokumentointiin. Toimintamalli on onnistunut, kun kaikki riskikohdat on onnistuttu torjumaan suunnittelussa, työmaavaiheessa ja käyttöönotossa. Jos jokin riskikohta ei ole päässyt suunniteltuun tavoitteeseen, koordinaattorin

tehtävänä on arvioida yhdessä suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa jatkotoimenpiteet. Ensisijaisesti riskikohta tulee korjata. (Kuivaketju10, 2016.)

Loppuyhteenvedon kosteuskoordinaattori muodostaa loppuraportin, jossa käsitellään toimintamallin onnistumista ja mahdollisia poikkeamia riskikohtien suunnitelmien ja toteutusten välillä. Loppuraportin hyväksyvät tilaaja, suunnittelijat, urakoitsija ja kosteuskoordinaattori. Loppuraportti ja muut vielä toimittamattomat raportit toimitetaan RALAA. Jos kaikki hankkeen aikaiset raportit ja loppuraportti ovat vaatimusten mukaiset, RALA voi niiden perusteella myöntää kohteelle virallisen Kuivaketju10-statuksen. (Kuivaketju10, 2016.)

### 3.3 Kosteudenhallinnan riskien ennaltaehkäisy korjauskohteen suunnitteluvaiheessa

Ympäristöministeriö on tehnyt asetusluonnoksen rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta 21.12.2016, ja se astuu näillä näkymin voimaan 1.1.2018 (Ympäristöministeriö 2016). Asetus koskee uuden rakennuksen lisäksi rakennuksen laajennusta, kerrosalaan laskettavan tilan lisäämistä, korjaus- ja muutostyötä ja rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta, jollei asetuksessa muuta mainita. Luonnoksen kolmannessa artiklassa todetaan, että ”pääsuunnittelijan, erityissuunnittelijan ja rakennussuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että se käyttötarkoituksensa mukaisesti täyttää rakennuksen kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset.” (Ympäristöministeriön asetus luonnos 21.12.2016.)

Luonnoksen neljännessä artiklassa käydään läpi rakennuksen kosteusteknisen toiminnan suunnittelu. ”Rakennus, rakenteet ja talotekniset järjestelmät on suunniteltava siten, että sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyryn, veden tai lumen haitallinen tunkeutuminen rakenteisiin ja rakennuksen sisätiloihin estetään. Rakennus on suunniteltava siten, että riski veden pääsystä tiiviiden ainekerrosten väliin jää vähäiseksi. Rakenteiden ja rakennusosien on kyettävä kuivumaan haittaa aiheuttamatta tai suunnitelmissa on esitettävä menetelmä rakenteen kuivattamiseen. Rakenteet ja talotekniset järjestelmät on suunniteltava siten, että ne ohjaavat mahdollisen vesivuodon näkyville.” (Ympäristöministeriön asetus luonnos 21.12.2016.)

Rakentamisvaiheen kustannushyödyn vuoksi ei kannata tinkiä suunnittelun ja teknisten ratkaisujen tasosta eikä työn laadusta. Se on sekä lyhytnäköistä että tilaajalle vahingol-

lista. Kosteusriskejä voidaan vähentää, kun huomioidaan jo suunnitteluvaiheessa haastavat rakenteet ja valitaan oikeanlaiset materiaalit. Esimerkiksi salaojajärjestelmän uudistamisella ja pihan kallistuksilla voidaan ulkopuolinen vesi johtaa pois päin rakennuksesta. (RIL ry 2011, 41, 47.)

Rakennuttajan ja suunnittelijoiden pitää tutkia tarkkaan kohteen vanhoja piirustuksia ja todentaa, että ne pitävät paikkansa ennen peruskorjausta. Suunnittelijoiden täytyy käydä todentamassa piirustusten paikkansapitävyys rakennuskohteessa ja päivittää mahdolliset erot pikimmiten. Kun uudet päivitetty piirustukset vastaavat korjauskohdetta, myös kosteudenhallinnan riskit pienenevät. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017)

### 3.4 Kosteudenhallinnan riskien ennaltaehkäisy korjauskohteen rakennusvaiheessa

Rakentamisvaiheessa kosteusriskien ennaltaehkäisyn tärkein työkalu on työmaakohmainen kosteudenhallintasuunnitelma. Kosteudenhallintasuunnitelma antaa suuntaviivat työnaikaiselle kosteudenhallinnalle. Myös rakennesuunnittelun ratkaisulla, järkevällä työn suunnittelulla ja suojaustoimenpiteillä on vaikutusta rakentamisen työaikaiseen kosteudenhallintaan. (RIL ry 2011, 93.)

Kosteudenhallintasuunnitelmassa on arvioitu kosteusriskit kohteen ominaispiirteiden ja vaativien kosteudenhallintatehtävien osalta muun muassa suunnitelmien perusteella. Eri rakenteiden vaatimat kuivumisajat tulee ottaa huomioon työmaa-aikatauluissa. Tarvittaessa aikatauluja tarkennetaan kriittisten rakennusosien kannalta. (RIL ry 2011, 94.)

Pääurakoitsijan tulee huolehtia, että jokainen rakennustyömaalla työskentelevä henkilö tietää olevansa velvollinen huolehtimaan omalta osaltaan kosteudenhallinnasta. Havaitut kosteusriskit ja vauriot tulee ilmoittaa välittömästi työnjohdolle tai lähimmälle esimiehelle. Pääurakoitsija huolehtii myös oman ja aliorakoitsijoiden laadunvalvonnasta. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 23.)

#### 3.4.1 Rakenteiden sääsuojaus

Sääsuojalla tarkoitetaan tilapäistä suojarakennetta, jolla voidaan suojata rakennus säävaihteluilta osittain tai kokonaan, tilapäisesti tai kokoaikaisesti rakennusvaiheen ajan. Sääsuojan suojaustason valintaan vaikuttaa, onko kohde uudis- vai korjausrakennus.



Myös kohteen sijainnilla, muodolla, koolla ja vaurioitumisherkkyydellä on merkitystä suojaustasoon. Korjausrakentamisessa sääsuojaus on hyvä vaihtoehto, kun rakennusta korotetaan, vesikatto uusitaan tai julkisivua korjataan. Sääsuojauksilla voidaan saada konkonaistaloudellista hyötyä. (Kosteudenhallinta 2015.)

Sääsuojauskalusto voidaan jakaa joko lyhyt-, väli- tai pitkäaikaiseen suojaukseen. Suojapeitteet toimivat lyhyt- ja väliaikaisina suojaustapoina. Suojapeitteitä voi käyttää lämpö- tai routasuojaukseen, maansulatukseen ja likaantumisen suojaukseen. Peitteiden ominaisuudet ja kestävyys vaihtelevat, joten niiden kunto on tarkastettava säännöllisesti. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 63.)

Julkisivusuojat ja sääsuojat sopivat pitkäaikaiseen suojaukseen. Julkisivusuojauksen runkona käytetään yleensä rakennustelineitä. Jos korjauskohteessa käytetään tiivistä julkisivusuojausta, täytyy rakennuksen ilmanvaihdon riittävyys tarkistaa. Sääsuojien pystytystavoissa on monia eri ratkaisuja. Ne voivat olla esimerkiksi itsekantavia suojahalleja, julkisivutelineisiin kiinnitettäviä katto-osia tai avattavia kattorakenteita. Sääsuojat suojaavat rakennusta lumelta, sateelta ja tuulelta. Sääsuojauksen laajuus ja toimivuus kannattaa miettiä ennen sen pystytystä. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 63.)

Kim Mäkiruohon haastattelussa (5.1.2017) kävi ilmi, että rakennushankkeeseen ryhtyvän olisi hyvä jo heti alussa kiinnittää huomiota kosteudenhallintaan. Jo tarjouspyyntövaiheessa tulisi tilaajan olla määrittänyt rakennuksen suojaustason. Näin jokainen tarjoaja joutuisi laskemaan sääsuojan mukaan tarjoukseensa, koska se nostaa kustannuksia. Myös hankkeen kestolla on merkitystä kosteudenhallinnassa. Pidemmät kuivatusajat rakennusvaiheessa ovat parempia kosteudenhallinnan kannalta, koska se pienentää kosteusriskejä.

### 3.4.2 Materiaalien suojaus

Kaikki materiaalit sekä keskeneräiset ja valmiit rakenteet täytyy suojata riittävästi kosteudelta. Riittävä suojaus määräytyy rakennusosiin kohdistuvan kosteusrasituksen sekä rakenteiden kosteudenkestävyyden perusteella. Suojauksessa tulee ottaa huomioon, mitkä materiaalit voivat itse vaurioitua kosteuden vaikutuksesta ja mitkä voivat kastua välillisesti aiheuttaa kosteusvaurion. Materiaalien tehdassuojaukset eivät yleensä kestä hyvin työmaaolosuhteita, joten tuotteet tulee suojata kestävämmiin työmaalla tai

toimittajan kanssa tulee sopia erikseen paremmasta suojauksesta. (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, 21.)

Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden kostumista ja kastumista työmaalla voidaan vähentää edellyttämällä toimittajilta kuljetuksen aikaista suojausta, noudattamalla valmistajan antamia ohjeita varastoinnin suhteen sekä oikea-aikaisella toimituksella. Työmaalla pitää suunnitella varastointialueet ja -menetelmät ajoissa ja huolehtia, että sääsuojia on tarpeeksi. Työsuoritus täytyy suunnitella huolellisesti ja se tulee toteuttaa pienissä erissä, jotta keskeneräiset rakenteet ehditään suojaamaan saman työvuoron aikana. (RIL ry 2011, 103.)

### 3.4.3 Betonin kuivuminen

Yleensä korjauskohteissa ei ole paljon betonivaluja, mutta pienillekin valuille täytyy antaa tarpeeksi kuivumisaikaa. Kosteusmittauksilla voidaan varmistua siitä, että valut ovat kuivuneet suunnitellusti. (RIL ry 2011, 95.) Myös vanhoja maanvaraisia laattojen kosteutta on hyvä mitata, ennen kuin päälle asennetaan uusi pinta. Jos vanhoissa rakenteissa on ollut kosteutta, puututaan asiaan heti ja tehdään tarvittavat toimenpiteet. Toimenpiteitä ovat lämmön nostaminen, tuuletuksen lisääminen ja tehostettu kuivatus. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017.)

Tehokkain tapa nopeuttaa rakenteiden kuivumista on nostaa lämpötilaa. Kun sisäilman lämpötilaa nostetaan, saadaan sekä ympäröivän ilman suhteellinen kosteus laskemaan sekä rakenteiden lämpötila nousemaan, jolloin niiden kosteutta siirtävä voima kasvaa. Myös vuodenajoilla on vaikutusta kuivatukseen. Talvella lämmitetään sisäilmaa, jotta rakenteet saadaan kuiviksi. Loppusyksyllä ja keväällä rakenteiden kuivumista tehostetaan nostamalla lämpötilaa ja lisäämällä ilmanvaihtoa. (RIL ry 2011, 104–105.)

Betonivaluja voidaan vähentää korjauskohteissa käyttämällä esimerkiksi sementtipohjaisia pikamassoja. Markkinoilla on tarjolla pikamassoja, jotka kuivuvat nopeasti, ja ne voidaan ylitasoittaa tai vedeneristää jo kolmen tunnin jälkeen sen levittämisestä. Pinnat voidaan pinnoittaa noin 15 tunnin päästä pikamassan levityksestä. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy 2017.)

#### 3.4.4 Kosteusmittaukset

Työmaan kosteudenhallintaan liittyvät myös kosteusmittaukset. Mittauksia tehdään rakenteiden pinnoitettavuuden arvioimiseksi, rakenteiden kosteussisällön tai rakenneosien kosteusrasituksen arvioimiseksi, vaurioiden selvittämiseksi, kuivumisolosuhteiden arvioimiseksi tai päätettyjen toimenpiteiden seurantaan varten. (Niemelä 2014, 62.) Kosteusmittauksia ovat muun muassa sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaukset sekä rakennekosteusmittaukset. Sisäilman lämpötila- ja kosteusmittausten tulosten perusteella voidaan määrittää tapauskohtaisesti eri toimenpiteitä parantamaan tilannetta. Rakennekosteusmittauksen avulla todennetaan rakenteiden kuivumisen edistyminen suunnitellussa aikataulussa. (RIL ry 2011, 106.) Kosteusmittaajalla tulee olla mittausten suorittamiseen pätevyys, kuten esimerkiksi henkilösertifikaatti (Niemelä 2014, 62). Työmailla yleisin tapa seurata rakenteiden kosteustasoja on suorittaa rakennekosteusmittaus.

Rakennekosteusmittaus voidaan jakaa neljään eri menetelmään: piikkimittaus, porareikämittaus, näytepalamittaus ja viiltomittaus. Piikkimittausta käytetään, kun puurakenteen epäillään joutuneen kosteudelle alttiiksi. Työmaalla kivi- tai betonirakenteiden suhteellisen kosteuden yleisin mittaustapa on porareikämittaus. Mittaus voidaan suorittaa joko suuntaa-antavana tai tarkkana mittauksena. Jos halutaan käyttää tarkkaa mittausta, täytyy rakennuksen olosuhteiden olla riittävän lähellä normaalia käyttötilannetta. Tarkkamittaus vaatii myös porareikälle vähintään 3 vuorokauden tasaantumisaajan, joten mittaukselle täytyy varata riittävästi aikaa. Porareikämittauksella voidaan määrittää parhaiten betonirakenteessa oleva kosteusjakauma. (RakLamit Oy 2014.)

Näytepalamittauksella osoitetaan betonirakenteen suhteellinen kosteus. Mittauksen tulokset saadaan mitattavasta kohteesta nopeasti, eikä ilman tai ympäristön muut olosuhteet vaikuta mittaustulokseen. Viiltomittausta käytetään, kun epäillään kosteusongelmaa esimerkiksi muovimaton alla. (RakLamit Oy 2014.)

#### 3.4.5 Työnaikainen vesi

Kun rakenteilla olevassa rakennuskohteessa on saatavilla työnaikaista juoksevaa vettä, vesivahinkojen riski suurenee. Jos työmaalla sattuu vesivahinko, täytyy veden pääsy rakenteisiin estää heti ja jo rakenteisiin päässyt vesi täytyy poistaa välittömästi. Vahingon laajuus täytyy aina selvittää ja tarvittaessa rakenteita kuivatetaan. (Sahlstedt & Kosken-

vesa 2016, 21.) Työmaalla sattuviin vesivahinkoihin voi varautua valistamalla työmaa-henkilökuntaa riskitekijöistä ja muistuttamalla, että heidän työsuorituksensa seurauk-sena ei saa rakenteisiin päästä ylimääräistä kosteutta. Työmaalla olisi hyvä olla käytet-tävissä vesi-imuri vesivahinkojen varalta, sekä myös muiden kuivatuslaitteiden saata-vuus tulee varmistaa etukäteen ennen töiden aloittamista. (RIL ry 2011, 103.) Lisäksi vesivahingon riskiä voidaan pienentää sulkemalla päävesisulku jokaisen työpäivän jäl-keen.

### 3.5 Kosteudenhallintasuunnitelma

Kosteudenhallintasuunnitelma on työmaakohtainen, yksi laadunvarmistusprosessin työ-kalu. Se noudattaa pitkälti kosteudenhallinnanprosessin vaiheistusta ja toimii prosessin käytännön työkaluna. Kosteudenhallintasuunnitelmassa on hankkeen yleistiedot, raken-nuttajan kosteudenhallinnan laadun tavoitetaso, kosteusriskien arviointi eli kosteusriski-luokka, kriittiset rakenteet ja laatutekijät sekä rakenteiden kuivumisaika-arviot, työmaa-olosuhteiden hallinnan suunnittelu ja kosteusmittaussuunnitelma. (RIL ry 2011, 36.)

Kosteudenhallintasuunnitelman laadinta alkaa jo hankkeen tavoiteasetteluvaiheessa ja jatkuu suunnitteluvaiheessa muun muassa rakenteiden kuivatus- ja työmaan olosuhde-vaatimuksilla. Suunnitteluvaiheen kosteudenhallintasuunnitelma on hyvä liittää jo urak-katarjouspyyntöasiakirjaan, jotta urakoitsija sitoutuu kosteudenhallintaan heti rakenta-misvaiheen alkaessa. (RIL ry 2011, 36–37.)

Kosteudenhallintasuunnitelmaa täydennetään ja tarkennetaan työmaavaiheessa ura-koitsijan menettely- ja työtavoilla. Jotta suunnitelma toteutuu työmaalla, edellyttää se kosteudenhallintaan liittyvää selkeää organisointia ja vastuunjako. Kun työmaalla on käytössä kattava kosteudenhallintasuunnitelma ja sitä noudatetaan, eliminoidaan suuri osa kosteusongelmista. (RIL ry 2011, 37.)

Jokaiselle työmaalle laaditaan yksilöllinen kosteudenhallintasuunnitelma. Ensimmäiseksi täytyy kartoittaa kohteen kosteusriskit, joihin työmaalla tulee kiinnittää erityistä huomiota. Kosteusriskien kartoitusosaan merkitään kuhunkin kohtaan työmaalla huomi-oitavat vaatimukset sekä sovitut ratkaisut ja toimenpiteet. Kosteusriskien kartoitusosa voi toimia myös tarkastuslistana. Asiat kuitataan hoidetuiksi, kun sovitut toimenpiteet on tehty ja tarkastettu. (Merikallio 2003, 2–3.)

Kosteudenhallintasuunnitelman kuivumisaika-arviot-osiossa on tavoitteena varmistaa, että rakenteet kuivuvat tavoitekosteustilaan ilman aikatauluviivytyksiä ja myöhemmin ilmeneviä kosteusvaurioita. Kuivumisaika-arvioita tehdään lähinnä rakenteille, jotka päällystetään kosteusherkillä materiaaleilla. Näitä rakenteita ovat yleensä betonilattia- ja seinärakenteet. Kun betonirakenteelle on tiedossa rakenneratkaisu ja tavoitekosteus, voidaan laatia kuivumisaika-arvioita käyttäen muuttujina erilaisia betonilaatuja ja kuivumisolosuhteita. Kuivumisajat ovat vain suuntaa antavia, joten lopullinen varmuus rakenteen riittävästä kuivumisesta saadaan vain kosteusmittauksella. (Merikallio 2003, 3.)

### 3.6 Puutteellinen kosteudenhallinta

Jos kosteudenhallinnan prosessi pettää jossain vaiheessa, voivat seuraukset olla vakavia. Kosteusvaurioita voivat aiheuttaa muun muassa rakennusosien kostuminen, jatkuva kosteus tai kuivumisen pitkittyminen. Kosteusvauriot voivat johtua suunnitteluvirheistä tai suunnitelmien puutteista tai rakennustyössä tehdyistä virheistä. Lisäksi puutteet rakentamisen laadunhallinnassa ja puutteellinen huolto tai käyttövirheet voivat aiheuttaa kosteusvaurioita. (RT 05-10710 1999, 1.)

Huonon kosteudenhallinnan myötä voi johonkin rakennusosaan jäädä kosteutta, jolloin se voi aiheuttaa vaurioita. Rakennuskosteus on rakennusvaiheen aikana tai sitä ennen rakennusosiin tai rakennusaineisiin joutunutta rakennuksen käytönaikaisen tasapainokosteuden ylittävää kosteutta. Usein rakennuskosteudesta johtuvat vauriot ovat sellaisia, että rakennusosa ei ole ehtinyt kuivua riittävästi ennen kun sen päälle on tehty sitä peittävä rakennusosa tai pintakerros. Rakennusosiin voi jäädä ylimääräistä kosteutta rakentamisen aikana, esimerkiksi kun lattiapäällyste on asennettu liian kostean betonilaatan päälle tai rakennusosia ja rakennustarvikkeita ei ole rakennusaikana riittävästi suojattu kosteudelta (kuva 7). (RT 05-10710 1999, 5.)



Kuva 7. Materiaalitoimittajien suojat eivät pelkästään riitä suojaamaan materiaaleja. Huonosti suojattuihin materiaaleihin voi jäädä rakennusaikaista kosteutta. Kuva ei ole pilottikohteesta.

Pitkään kosteina pysyvissä rakennusosissa voi alkaa kasvamaan mikrobeita. Mikrobien kasvualustoina toimivat esimerkiksi pitkäaikaisesti kosteina pysyvät puiset rakennusosat ja lämmöneristeet sekä verhousten alustat ja saumat. Mikrobit voivat päästä leviämään huoneilmaan johtuen ilmanvaihdosta tai tuulesta aiheutuvasta alipaineesta. Tällöin ne voivat aiheuttaa asukkaille ja rakennuksen käyttäjille erilaisia sairauksia, kuten esimerkiksi ärsytysoireita, allergisia sairauksia tai infektioita. Jos rakennuksessa ilmenee kosteus- ja mikrobivaurioita, ne tulee korjata ja niihin johtavat syyt poistaa korjauksen yhteydessä. (RT 05-10710 1999, 1 ja 6.) Kosteus- ja homevaurioiden korjaustyöt tulevat kalliiksi taloyhtiöille (Hengitysliitto 2017).

## 4 PILOTTIKOHDE

Tässä luvussa tutustutaan Paremmän laadun puolesta -hankkeeseen osallistuneen Peab Oy:n pilottikohteeseen. Luvussa käydään läpi pilottikohteen perustiedot ja kerrotaan tehdyistä asiantuntijahaastatteluista. Lisäksi perehdytään pilottikohteen kosteudenhallinnan riskitekijöihin ja niitä ehkäiseviin toimenpiteisiin sekä kerrotaan, miten toimenpiteet ovat onnistuneet.



Kuva 8. Edessä on peruskorjattava talo C ja takana kokonaan purettava talo D.

#### 4.1 Pilottikohteen perustiedot

TVT Raastuvankatu 3:n perusparannustyömaa käsittää kaksi yhdeksänkerroksista vuonna 1973 valmistunutta kerrostaloa (kuva 8). Toinen kerrostalo, talo D, puretaan kokonaan, ja toinen, talo C, peruskorjataan. Kohde sijaitsee Turussa Lausteen kaupunginosassa. Peruskorjattavassa rakennuksessa huoneistoja on ollut alun perin 40 kappaletta. Peruskorjauksen jälkeen asuntoja on 48 kappaletta. Kohteen kerrosala on yhteensä 2 890 brm<sup>2</sup> ja tilavuus 10 130 rm<sup>3</sup>. Kerrostalot on rakentanut Rakennustoimisto A. Puolimatka Oy.

Peruskorjattava kerrostalo puretaan betonirunkoon saakka. Purkutöihin kuuluvat sisäpuolen lisäksi asbestipurkutyöt ja parvekelinjan sekä julkisivuelementtien ulkokuorien purkutyöt. Vanha harjakatto puretaan ja lämmöneristeet poistetaan. Katto muutetaan pulpettikatoksi, ja katolle asennetaan uudet lämmöneristeet. Julkisivuun asennetaan uudet parveke-elementit ja keraamiset julkisivulaatat. Talo varustetaan myös uudella poistoilmalämpöpumpulla.

Pilottikohteen rakennuttaja on TVT Asunnot Oy. Rakennuttajatehtävät ja valvonnan hoitaa Rakennuttajatoimisto HTJ Oy:n Juha Koski. Pääurakoitsijana toimii Peab Oy, jonka pilottikohteen toteutusorganisaatioon kuuluvat työpäällikkö, hankintapäällikkö, vastaava työnjohtaja, työmaainsinööri sekä työnjohtaja. Pilottikohteen pääsuunnittelija on Arkkitehtitoimisto AJAK Oy, rakennesuunnittelijana toimii Insinööri-toimisto Hirsinummi Oy, LVI-suunnittelija on Siikon Oy ja sähkösuunnittelijana toimii Karawatski Oy.

#### 4.2 Haastattelujen toteutus ja avaus

Opinnäytetyössä kerättiin tietoja myös haastattelujen muodossa. Työn asiantuntijahaastateltavia olivat TVT Asunnot Oy:n rakennuttamispäällikkö Vesa Skog, pilottikohteen rakennuttamisvalvoja Juha Koski, pilottikohteen vastaava työnjohtaja Kim Mäkiruoho sekä Peab Oy:n teknisen toimiston päällikkö Tuomas Vataa. Asiantuntijahaastattelut toteutettiin kahdenkeskinen haastatteluin. Muutamaa haastattelukysymystä lukuun ottamatta jokaiselle asiantuntijalle oli laadittu henkilökohtaiset haastattelukysymykset. Haastattelut tehtiin vuonna 2017.

TVT:n rakennuttamispäällikkö Vesa Skog (haastattelu 23.1.2017) kertoi, että hän on ollut töissä TVT:lla yhdeksän vuotta, eikä näiden vuosien aikana hänelle ole tullut vastaan



ongelmia kosteudenhallinnan kanssa korjausrakennuskohteissa. TVT:lla on periaatteena, että annetaan tarpeeksi aikaa korjauskohteen suunnittelutyölle sekä työmaavaiheessa aikataulutukselle, jottei kosteusongelmia synny.

Pilottikohteen valvoja Juha Koskella (haastattelu 5.1.2017) on 15 vuoden työkokemus rakennuttamisvalvojana. Hän ei ole törmännyt uransa aikana suurempiin kosteusongelmiin.

Pilottikohteen vastaava työnjohtaja Kim Mäkiruoho (haastattelu 5.1.2017) on ollut rakennusalalla 10 vuotta, joista hän on työskennellyt vastaavana työnjohtajana kolme vuotta. Hänen työuransa aikana on sattunut muutamia vesivahinkoja, mutta ongelmiin on puututtu heti ja tehty tarvittavat toimenpiteet, joten niistä on selvitty ilman suurempia vahinkoja.

Peab Oy:n teknisen toimiston päällikkö Tuomas Vataa (haastattelu 6.2.2017) on työskennellyt rakennusalalla vuodesta 1998 lähtien. Hän on työskennellyt aikaisemmin työnjohtajana, työmaainsinöörinä ja työpäällikkönä. Hänelle on tullut korjausrakennuskohteissa vastaan kosteusongelmia rakennuksien alapohjien kanssa.

Kaikki haastateltavat olivat kuulleet Kuivaketju10:stä, mutta kokemusta toimintamallista ei kenelläkään ollut sen enempää. Kuivaketju10:n tuoma kosteuskoordinaattori jakoi haastateltavien mielipiteitä. Yhdessä haastattelussa todettiin, että kosteuskoordinaattori olisi hyvä asia, mutta aina uudet asiat ovat kustannuskysymyksiä. Yksi haastateltava totesi, että kosteuskoordinaattori on turha ajatus siinä mielessä, että kosteudenhallinta kuuluu rakentajien ammattitaitoon ja kosteudenhallinta kuuluu jo nyt työmaaorganisaation työtehtäviin.

Myös sääsuojan käyttö työmailla jakoi asiantuntijoiden mielipiteitä. Yhden mielipide oli, että kun rakennusta peruskorjataan, ei sääsuojaa tarvita, koska rakennuksen vaippa suojaa rakennusta riittävästi. Toisen mielipide oli, että sääsuojan käyttötarve on kohdekohtainen. Kolmannen mielestä sääsuojan käytön yleistymisellä olisi vain positiivisia vaikutuksia, vaikkakin kustannukset nousevat.

Yhden asiantuntijan mielipide oli, että rakennusliikkeiden omissa rakennuskohteissa voi esiintyä ja olla enemmän kosteusongelmia, koska siellä ei ole samanlaista valvontaa kuin tilaajalähtöisissä rakennushankkeissa. Haastatteluissa nousi myös esiin, että suunnittelussa täytyisi enemmän panostaa rakenteiden suunnittelun yksityiskohtiin. Aikatau-

lutus täytyisi suunnitella niin, että kaikki betonivalut ehtivät oikeasti kuivua ennen pinnoitustöitä. Lisäksi oltiin sitä mieltä, että koulutuksessa täytyisi panostaa enemmän rakennusfysiikan perusteisiin.

Haastattelujen perusteella voidaan todeta, että kosteudenhallinta on puhutteleva ja mielipiteitä jakava aihe. Myös kustannuksilla on suuri vaikutus siihen, miten kosteudenhallintaan suhtaudutaan. Haastattelujen perusteella voidaan myös todeta, että vielä menee aikaa, ennen kuin kaikki rakennushankkeen osapuolet ovat samaa mieltä kosteudenhallintaan liittyvissä asioissa.

#### 4.3 Pilottikohteen kosteudenhallinnan suunnittelu ja lähtötiedot

Pilottikohteen rakennusselostuksessa on maininta, että purku- ja rakennustöiden aikana rakennusrungon kosteustekniseen hallintaan on kiinnitettävä erityistä huomiota. Pääura-koitsija vastaa kosteudenhallinnasta tarjouspyynnön mukaan, ja kaikki kosteudenhallintaan liittyvät toimet kuuluvat urakkaan. (Inststo Hirsinummi Oy 2016, 18.) Tarjouspyyntöasiakirjoissa mainitaan, että kokonaisurakoitsija vastaa koko urakan ajan siitä, että kohteessa säilyy riittävä lämpötila rakenne- ja kosteusvaurioiden sekä muiden vaurioiden välttämiseksi (Rakennuttajatoimisto 2015, 5). Muita merkintöjä kosteudenhallinnasta ei ole tarjouspyyntöasiakirjoissa.

Tilaaaja ei ole määrittänyt kosteudenhallinnan laatutavoitteita työmaalle eikä työmaalla ole erillistä suunnittelijan laatimaa suunnitteluvaiheen kosteudenhallintasuunnitelmaa. Kim Mäkiruohon haastattelussa (5.1.2017) tuli ilmi, että urakoitsija on tehnyt oman kosteudenhallintasuunnitelman, joka on lähetetty tilaajalle.

Pilottikohteessa on työmaakohtainen Peab Oy:n kosteudenhallintasuunnitelma. Suunnitelma antaa suuntaviivat työmaan kosteudenhallinnan toiminnalle. Suunnitelmassa käydään läpi kosteusteknisesti kriittiset rakennusosat, sallitut kosteusrajapitoisuuksien raja-arvot päällystemateriaaleille, työmaan aikatauluun perustuva kerrosten valu- ja päällysteajankohdat sekä kuivumisajat. Kosteudenhallintasuunnitelmassa on myös kosteudenmittausuunnitelma, jossa esitetään mittauksen aikataulu, laajuus ja tarvittavien mittauspisteiden sijainnit.

#### 4.4 Pilottikohteen kosteudenhallinnan riskit ja niiden ehkäisykeinot

Pilottikohde on korjauskohde, joten kaikkiin kosteudenhallintariskeihin ei ole pystytty varautumaan etukäteen. Kaikkia riskejä ei ole pystytty toteamaan vanhoista suunnitelmista. Varsinkin purkuvaiheessa voi tulla vastaan asioita, joita ei ole voitu ennakoida etukäteen. Kun esimerkiksi purkuvaiheessa tulee vastaan kosteustekninen riskirakenne, suunnitelmiin tehdään muutoksia, jottei kosteusriskejä synny. 1960- ja 1970-lukujen kerrostaloissa voi olla paljon eroavaisuuksia toteutuneen ja suunnitelmien välillä, koska silloin työmaiden valvonta oli vielä puutteellista.

Pilottikohteen talo D puretaan kokonaan, joten sen purkutyövaiheessa ei tarvitse huomioida kosteudenhallintaa. Talo C:n purkutöissä täytyy kiinnittää huomiota erityisen tarkasti työnaikaiseen kosteudenhallintaan, koska vesikaton ja julkisivun purkutyöt ovat kosteusriskialtteimmat työvaiheet koko työmaalla. Rakentamisaikana on tärkeää huomioida kosteudenhallintarismit ja suorittaa rakentaminen niin, ettei kosteusvahinkoja synny. Koko työmaan organisaatio on vastuussa omasta työstään niin, ettei aiheuta turhia kosteusriskejä omalla toiminnallaan.

Pilottikohteen riskialttiita työvaiheita kosteudenhallinnan kannalta ovat esimerkiksi

- vesikaton purku- ja rakentamistyöt
- julkisivun purku- ja rakentamistyöt
- betonivalut ja pintavalurakenteet
- timanttiporaukset ja -sahaukset.

Edellä mainittujen kosteusriskien ennakoointiin ja niiden ehkäisyyn on täytynyt työmaalla kiinnittää erityistä huomiota.

##### 4.4.1 Vesikatto ja yläpohja

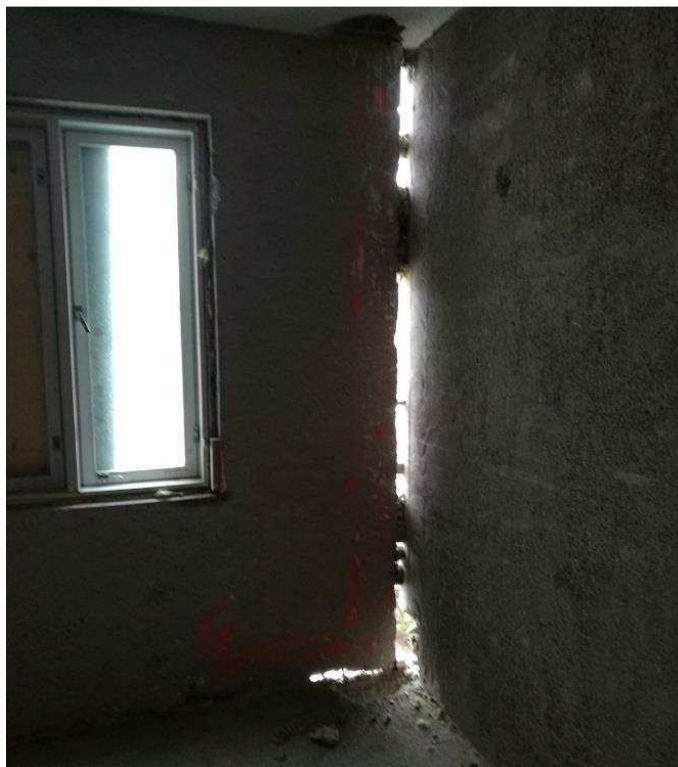
Pilottikohteen vesikatto muutetaan harjakatosta pulpettikatoksi. Koko kattoa peittävää sääsuojaa ei rakenneta, joten vesikaton purun yhteydessä täytyy purettu osa suojata pressujen ja kevytpeitteiden avulla. Purun päätyttyä uusi katto rakennetaan tilalle mahdollisimman nopeasti. Kattomateriaalien toimituksien sopiminen ja vesikattotöiden alirakennus sopimusten laatiminen on pyritty tekemään mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, jotta ne ovat kunnossa, kun vesikaton purku alkaa. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017.)

Vesikaton purku ajoittui sateiseen ajankohtaan aikataulullisista syistä. Vesikaton pelti- ja puurakenteiden purku onnistui hyvin. Yläpohjan suojaaminen pressujen kanssa sen sijaan tuotti ongelmia. Ensiksi pressuja oli katolla liian vähän ja vettä pääsi valumaan porrashuoneeseen yläpohjan kautta. Pressuja lisättiin katolle ja ne aseteltiin ja kiinnitettiin mahdollisimman hyvin paikoilleen. Pieni vesilammikko porrashuoneesta imuroitiin vesimurilla pois. Vaikka pressut aseteltiin hyvin, oli kuitenkin riski, että esimerkiksi kova tuuli heittää pressut paikoiltaan. Näin ei onneksi käynyt. Höyrynsulkuhuovat saatiin ajallaan paikoilleen, eikä kosteusvaurioita ehtinyt tapahtua. Uuden vesikaton rakentaminen eteni aikataulun mukaisesti ja peltikatto saatiin paikoilleen ajallaan. Kuitenkin tähän kohteeseen katolle olisi ollut hyvä rakentaa väliaikainen sääsuoja.

#### 4.4.2 Julkisivutyöt

Kun rakennuksien julkisivuja puretaan ja korjataan, on riskinä veden pääsy rakenteisiin, mikä voi aiheuttaa kosteusvahinkoja. Myös pilottikohteen julkisivun purussa ja uusien julkisivulämmöneristeiden ja -laattojen asentamisessa on tällainen riski. Pilottikohteen julkisivuihin ei asenneta väliaikaisia sääsuoja. Pilottikohteessa muutettiin alkuperäisiä julkisivusuunnitelmia ja rakenneratkaisua, jotta uuden julkisivun riski kastua pienenesi. Suunnitelmia muutettiin niin, että parvekeseinää siirrettiin ulommaksi, jotta tuulensuojavillan ensimmäinen kerros saataisiin asennettua yhtenäisesti ennen parvekkeiden asentamista. Tuulensuojavilla kestää sääaristusta ilman erillistä suojaa. Ulkoseinät pystytään tämän muutoksen jälkeen tekemään heti valmiiksi yhtäjaksoisesti ja asentamaan tuulensuojalevy suojaamaan aikaisemmin muita lämmöneristeitä. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017)

Julkisivuelementtien purkuvaiheessa tuli yllätyksenä, että vanhat sisäkuorielementtisaumat olivat irtonaisia ja rapisivat pois, kun julkisivuelementtien ulkokuoria irrotettiin (kuva 9). Tämä ”yllätys” vaikutti rakennuksen sisälämpötilaan. Pahimmassa tapauksessa sade olisi voinut kovan tuulen avustuksella sataa sisään seinien raoista. Raot paikattiin väliaikaisesti ulkopuolelta vanerilevyillä ja täytettiin sisäpuolelta ennen julkisivun uudelleen rakentamista. Paikkausaineena käytettiin kosteudenkestävää rappauslaastia.



Kuva 9. Pilottikohteen sisäkuorielementtien saumausmateriaali oli irtonaista.

Ikkunoiden ja parvekeovien irrotus julkisivusta tapahtui tehokkaasti. Hitaampaa oli asentaa väliaikaisia suojarakenteita rakennusmuovista ikkuna-aukkoihin ja vanerilevystä parvekeoviaukkoihin. Ikkunoiden ja parvekeovien purku tapahtui poutapäivinä. Väliaikaiset suojaukset aukoissa olivat paikoillaan siihen asti, kunnes uudet ikkunat asennettiin paikoilleen. Ikkunat asennettiin julkisivu kerralla.

#### 4.4.3 Betonivalut

Kohteessa on muutamia pieniä betonivaluja joka kerroksessa. Vanhoja oviaukkoja suljetaan, alimpiin kerroksiin valetaan uudet pilarit ja muutamia roiloja täytetään. Betonin kuivumisen varmistamiseksi pilottikohteessa on koko ajan lämmitys päällä. Betonivalut tehdään hyvissä ajoin, noin 17 viikkoa, ennen pinnoitustöiden alkua. Betonivalujen kosteus mitataan, ennen kuin pinnoitustyöt aloitetaan. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017)

Betonivalut toteutettiin betonipumpulla. Jokaisessa kerroksessa neljä kulkuaukkoa valettiin täyteen ja kahdessa alimmaisessa kerroksessa valettiin yhteensä kahdeksan pila-

ria. Betonivalut aloitettiin ylimmästä kerroksesta, ja työt pyrittiin tekemään kerros kerrokselta. Asbestin purkutyöt haittasivat jossain vaiheessa valujen järjestystä, mutta se ei vaikuttanut aikatauluun.

#### 4.4.4 Pintavalurakenteet

Kylpyhuoneiden lattiat piti alkuperäisten suunnitelmien mukaan valaa betonilla. Tämä toteutustapa olisi vaatinut pitkän kuivumisajan. Suunnitelmia muutettiin niin, että kylpyhuoneiden lattioiden kaatolattiat tehtiin nopeasti kuivuvalla lattiamaassalla (kuva 10). Tällä suunnitelman muutoksella säästettiin monta viikkoa betonin kuivumisajoista. (K. Mäki-ruoho, haastattelu 5.1.2017)



Kuva 10. Kylpyhuoneen lattian toteutus pikamassalla.

Pikamassan käyttö edellyttää  $+10$ – $+25$  °C lämpötilaa. Jotta massa kovettuu suunnitelmien mukaan, lämpötilan tulee olla  $+20$  °C. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy 2017.) Lämpötilan pitäminen pilottikohteessa oli hankalaa, kun ikkunat poistettiin. Kerrosten lämpötila pyrittiin pitämään sopivana väliaikaisilla sähkökäyttöisillä puhalluslämmittimillä.

Myös jokaisessa kerroksessa neljän kylpyhuoneen yksi seinä täytyi oikaista, koska seinät olivat niin vinoja. Oikaisutuotteena käytettiin kosteudenkestävää rappauslaastia. Myös sen kuivumis- ja kovettumisajan lämpötilalla oli suuri merkitys. Rappaukset suoritettiin ennen kylpyhuoneiden lattioiden täyttöä.

#### 4.4.5 Alapohja

Vanhoista paikoilleen jäävistä alapohjan laatoista mitataan kosteus, ennen kuin pohjan päälle tehdään valu ja asennetaan uutta pintaa. Uusia lattioiden pintamateriaaleja kellarikerroksessa ovat maali, muovimatto ja laatoitus. On tärkeää tarkistaa, että alapohjan laatta on riittävän kuiva, eikä se ole esimerkiksi kostunut kapillaari-ilmiön takia. Jos kosteutta löytyy rakenteista, täytyy ne kuivata. Olosuhteita muuttamalla alapohja saadaan kuivumaan. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017)

#### 4.4.6 Timanttikorjaus ja -sahaus

Kohteeseen tulee uusia oviaukkoja ja putkilinjoja. Näitä aukkoja ja reikiä tehdään timanttikorjauksilla ja -sahauksilla. Näissä työvaiheissa käytetään vettä jäähdyttämään leikkauskohtaa. Kun aukkoa ja reikää sahataan tai porataan, imetään jäähdytysvettä vesimurilla koko työvaiheen ajan. Kun työt on saatu valmiiksi, imuroidaan ylimääräinen vesi lattialta. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017)

#### 4.4.7 Työnaikainen lämmitys

Pilottikohteen vanhaa lämmitysjärjestelmää hyödynnetään mahdollisimman pitkään rakennuksen lämmityksessä. Asuntoihin jätetään vanhat vesikiertoiset lämpöpatterit. Uusi järjestelmä vaihdetaan ja otetaan käyttöön, kun lämmityskausi päättyy. Työntekijöitä on täytynyt muistuttaa talvella kovilla pakkasilla siitä, että laittavat parvekeovet ja ikkunat kiinni, jottei lämpöä mene hukkaan. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017)

Kun rakennuksen ikkunat ja parvekeovet purettiin pois julkisivun purun yhteydessä, aukkoihin asennettiin väliaikaisesti rakennusmuovia suojaamaan rakennus läpivedolta ja säänvaihteluilta. Rakennuksen lämpötila laski lämmitysjärjestelmästä ja suojaustoimen-

piteestä huolimatta. Lämmitysjärjestelmän tueksi porrashuoneisiin sijoitettiin sähkökäyttöisiä puhallinlämmittimiä. Toimenpiteellä saatiin lämpötila pysymään tasaisena eri kerroksissa.

#### 4.4.8 Työnaikainen vesi

Työnaikaiset käyttövesiputket on asennettu porrashuoneeseen, ja joka toisessa kerroksessa on hana. Käyttövesiputket ovat toteutettu Pex-putkilla. (kuva 11) Työnaikainen vesi suljetaan jokaisen työpäivän jälkeen, ettei yön tai viikonlopun aikana pääse tapahtumaan vesivahinkoja. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017)



Kuva 11. Työnaikainen vesiliittymä. Jokaisessa kerroksessa on oma sulkuhana.

#### 4.4.9 Materiaalien logistiikka

Pilottikohteessa on varastointitilaa piha-alueella. Sisätiloissa ei ole isoja varastointitiloja. Materiaalit pyritään tilaamaan pilottikohteeseen joko kerroksittain tai kahden kerroksen erissä, jotta materiaaleja ei tarvitse säilyttää pihalla sään armoilla, vaan ne voidaan siirtää suoraan kerrokseen. Pyrkimyksestä huolimatta jokaista materiaalityöstä ei ole onnis-



tuttu tilaamaan kerroksittain, vaan materiaaleja on täytynyt säilyttää pihalla varastointipaikalla. Kun materiaaleja on säilytetty ulkona, ne ovat olleet hyvin suojattuina ja varastoituna irti maasta. Pelkät toimittajien suojat eivät riitä, vaan tavarat täytyy suojata lisäksi esimerkiksi pressujen ja kevytpeitteiden avulla. (K. Mäkiruoho, haastattelu 5.1.2017)

Muutamien materiaalien, esimerkiksi kylpyhuoneiden laattojen, toimitus aikataulutettiin yleisaikataulun mukaisesti ja kerroskohtaisesti. Tehtaalle ilmoitettiin erät, mitä tuotteita otetaan, minkä verran ja milloin tuotteet voi toimittaa työmaalle. Materiaalitoimitusten aikataulutamisella varmistetaan, että materiaaleille on heti tilaa sisätiloissa.

## 5 TOIMENPITEET KORJAUSRAKENTAMISKOHTTEEN KOSTEUDENHALLINNAN PARANTAMISEKSI

Kim Mäkiruohon haastattelussa 5.1.2017 ilmeni, että kosteudenhallinta eroaa korjausrakentamiskohteessa verrattuna uudisrakentamiskohteeseen. Korjausrakentamiskohteissa on esimerkiksi vähemmän betonivaluja ja seinätasotemäärät ovat pienemmät kuin uudisrakentamiskohteissa. Kuitenkin rakenteiden ”yllätysten” määrä on suurempi korjausrakentamiskohteissa. Kaikki korjauskohteet ovat omanlaisia, joten korjauskohteen kosteudenhallinnassa pitää osata huomioida erilaisia ja ehkä yllättäviäkin riskitekijöitä kosteuden kannalta.

### 5.1 Kosteudenhallinnan toimenpiteiden suunnittelu korjauskohteeseen

Työn aikana huomattiin, että kosteudenhallintaa voidaan parantaa pilottikohteessa monilla eri toimenpiteillä. Parempaan laadun puolesta -hankkeen talvityöpaja antoi uusia näkökulmia ja ideoita parantamaan pilottikohteessa kosteudenhallintaa. Talvityöpajan jälkeen alkoi uusien toimenpiteiden suunnittelu ja kehittäminen pilottikohteessa. Myös Peab Oy:n kosteudenhallintasuunnitelmaan perehdyttiin, jonka pohjalta alettiin kehittää seurantataulukkoa. Työmaalla pohdittiin, millä tavoin työmaan kosteudenhallintaa voidaan parantaa.

Opinnäytetyön tekemisen yhteydessä kehitetyt toimenpiteet ovat käytössä vain pilottikohteessa. Näitä kehitettyjä toimenpiteitä voidaan ehdottaa Peab Oy:n kehitysinsinööreille ja tuotannon valmentajalle, jotka voivat kehittää toimenpiteitä vielä paremmiksi ja toimivammiksi.

### 5.2 Peab Oy:n kosteudenhallintasuunnitelma

Peab Oy:n nykyinen kosteudenhallintasuunnitelma on suunniteltu uudisrakentamiskohteille, mutta se on myös käyttökelpoinen korjauskohteissa. Huomio kiinnittyy kosteudenhallintasuunnitelmassa siihen, ettei kartoitettujen kosteusteknisesti kriittisiä työmaakohdaisia rakenneosia seurata riittävästi. Jokaiseen kriittiseen rakennusosaan olisi hyvä kirjata erikseen sovitut ratkaisut, toimenpiteet ja vastuuhenkilöt. Suoritetut toimenpiteet tulisi kuitata tehdyiksi suunnitelmaan.

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmassa on yhteensä kolme taulukkoa. Ensimmäiseen taulukkoon kerätään sallitut kosteusrajapitoisuuksien raja-arvot eri päällystemateriaaleille. Toiseen taulukkoon kirjataan työmaan aikatauluun perustuva kerrosten valuja päällysteajankohdat sekä kuivumisajat viikkoina. Kolmas taulukko sisältää kosteusmittaus suunnitelman. Taulukot ovat hyviä ja käyttökelpoisia.

Kosteudenhallintasuunnitelmassa käydään läpi yhteistyö LVIS-urakoitsijoiden kanssa, materiaalivalintojen merkitys sekä materiaalien suojauksen ja varastoinnin järjestämisen tärkeys. Lisäksi suunnitelmassa ohjeistetaan runkorakenteiden suojaaminen kastumiselta, työaikaisten vesivuotojen ja -vahinkojen torjumista ja hyvien kuivumisolosuhteiden järjestämistä. Kosteudenhallintasuunnitelmaan kirjataan, että työmaan vastaava työnjohtaja ja työkohtemestari vastaavat yhdessä työmaan kosteudenhallintasuunnitelman toteuttamisesta.

### 5.3 Kosteudenhallinnan laadunvarmistusmatriisi

Opinnäytetyön yhteydessä on kehitetty nykyistä Peab Oy:n kosteudenhallintasuunnitelmaa. Jotta työmaakohtaisia kriittisiä rakennusosien ratkaisuja ja toimenpiteitä seurataan, niille täytyy olla selkeä taulukko tai muu vastaava, jota on helppo käyttää ja seurata työmailla. Peab Oy:llä on käytössä erilaisia matriiseja, joilla seurataan työmaiden laadunvarmistusta. Näiden matriisien pohjalta on kehitetty kosteudenhallinnan laadunvarmistusmatriisi (liite 1).

Matriisiin on kerätty ja listattu Peab Oy:n kosteudenhallintasuunnitelmasta kaikki kriittiset rakennusosat. Kriittisille rakennusosille määritellään vastuuhenkilöt ja se, milloin on ensimmäinen kosteusmittaus, miten sitä seurataan ja mitkä ovat toimenpiteet. Jokainen työmaa lisää ja täyttää kosteudenhallinnan laadunvarmistusmatriisia omien, työmaakohtaisten kriittisten rakenteiden osalta.

### 5.4 Seurantakokous

Seurantakokous on Peab Oy:ssä kuukausittain pidettävä sisäinen kokous, jossa selvitetään työmaan taloudellinen ja ajallinen tilanne sekä työmaan lopputulosennusteen oikeellisuus. Pilottikohteen seurantakokouksiin on lisätty oma osio kosteudenhallinnan seurannalle (liite 2). Seurannan kosteudenhallintaosiossa käydään läpi, mitä on sovittu

tehtäväksi, mikä on toteutunut ja miten on toimittu. Lisäksi seurataan kosteusriskien ehkäisykeinojen riittävyyttä ja mietitään, pitääkö joitain keinoja parantaa. Tämä toimenpide auttaa työmaaorganisaatiota seuraamaan omaa toimintaansa kosteudenhallinnan kannalta.

### 5.5 Mestarin ”vartti”

Pilottikohteessa on tehty heti työmaan alusta lähtien päivittäinen Turvallinen ”vartti” -tarkastus. Tarkastuksessa on kierretty koko työmaa läpi ja tarkistettu, että työmaa on turvallinen ympäristö työskennellä. Paremman laadun puolesta -hankkeen innoittamana Turvallisesta ”vartista” on kehitetty Mestarin ”vartti”, päivittäinen työturvallisuus- ja kosteudenhallintatarkastuskierros (liite 3). Mestarin ”vartissa” tarkistetaan, että sekä työmaan työturvallisuus että kosteudenhallinnan riskitekijät ovat kunnossa. Huomatut virheet ja puutteet kirjataan ylös ja ne korjataan välittömästi tai heti kierroksen jälkeen.

Päivittäinen, vain 15 minuuttia kestävä työmaan tarkastuskierros on käytännöllinen tapa tarkistaa, että työmaalla asiat ovat kunnossa. Virheisiin ja puutteisiin reagoidaan heti, joten työskentely on turvallista joka päivä ja kosteusriskien todennäköisyys pienenee.

### 5.6 Infotilaisuus

Pilottikohteessa on pidetty viikoittain myös omille työntekijöille infotilaisuus, jossa on käyty läpi, mitä työvaiheita työmaalla on käynnissä ja mitä töitä viikon aikana on. Tähän infotilaisuuteen otettiin mukaan Paremman laadun puolesta -hankkeen innoittamana rakennusvaiheen senhetkisten työvaiheiden kosteusriskit. Työntekijöille kerrotaan, mitä kosteusriskejä voi viikon aikana tulla vastaan ja mitä kosteusriskejä työvaiheissa voi olla.

Infotilaisuuksilla pyritään lisäämään työntekijöiden valmiutta kosteusvaurioiden estämiseksi. Jokaisella työntekijällä on vastuu ilmoittaa havaituista kosteusriskeistä työmaalla. Työnjohtaja ei aina huomaa kaikkia kosteusriskejä ja kosteuden kannalta vääriä työtapoja. Myös työntekijät voivat työnsuorittajalle ilmoittaa asiasta, ja jos se ei auta, voi työntekijä kääntyä työnjohtajan puoleen.

## 5.7 Perehdytys

Työmaa-aikaisessa kosteudenhallinnassa yhtenä haasteena on saada aliurakoitsijat ymmärtämään kosteudenhallinnan tärkeys. Pilottikohteen työmaalle on lisätty perehdytysaineistoon kosteudenhallintaosio, jossa kerrotaan, miten kohteessa toimitaan kosteudenhallinnan kanssa (liite 4). Perehdytysaineistossa muistutetaan myös, että on tärkeää heti ilmoittaa pääurakoitsijalle, jos huomaa pienenkin kosteusriskin työmaalla.

Tällä lisäyksellä pyritään siihen, että aliurakoitsijoiden työntekijät kiinnittävät enemmän huomiota omaan työtapoihinsa ja myös muiden toimintaan. Jos joku aliurakoitsija huomaa kosteusriskin, on tärkeää ilmoittaa siitä heti pääurakoitsijalle. Näin voidaan välttää suurempia kosteusvahinkoja.

## 6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella korjausrakennustyömaan kosteudenhallintaa ja kehittää työn tilaajalle korjausrakennuskohteisiin toimenpiteitä, joilla voidaan parantaa kosteudenhallintaa. Työn tavoitteiden saavuttaminen edellytti tutustumista 1960–1980-lukujen kerrostalojen rakentamiseen, kosteudenhallintaan ja kosteudenhallintasuunnitelmaan. Lisäksi työssä tutustuttiin pilottikohteen kosteusriskeihin.

Kosteudenhallintaa voidaan parantaa työmailla ja siihen tulee panostaa myös tulevaisuudessa. Ennen työmaan aloittamista on tärkeää huolellisesti kartoittaa ja kirjata ylös kosteusteknisesti kriittiset rakennusosat sekä se, kuka niistä on vastuussa ja mitkä ovat tarvittavat toimenpiteet.

Rakennusalalle on tullut uusi toimintamalli, Kuivaketju10. Toimintamalli antaa ohjeet kosteudenhallintaan rakennushankkeen jokaisessa prosessin vaiheessa. Tämä auttaa jokaista rakennushankkeen osapuolta tunnistamaan ja hallitsemaan paremmin kosteusriskejä ja kiinnittämään niihin enemmän huomiota. Näillä näkymin 1.1.2018 voimaan astuva uusi asetus rakennuksien kosteusteknisestä toimivuudesta vie eteenpäin suunnittelun ja rakentamisen kosteudenhallintaa.

Tälle työlle asetetut tavoitteet saavutettiin. Työn tuotoksena syntynyt kosteudenhallinnan laadunvarmistusmatriisi auttaa työn tilaajaa parantamaan kosteudenhallinnan prosessia rakennustyömailla. Jatkossa myös muilla työmailla on mahdollista ottaa käyttöön Mestarin ”vartti” ja seurantakokouksiin osio kosteudenhallinnasta. On mahdollista, että tuotokset viedään Peab Oy:ssä eteenpäin kehitettäväksi.

Opinnäytetyön tuotoksena kehitettyä kosteudenhallinnan laadunvarmistusmatriisia ei ehditty ottaa käyttöön pilottikohteessa opinnäytetyön kirjoittamisen aikana. Näin ollen palautetta ei ole voitu saada henkilöiltä, jotka jatkossa mahdollisesti käyttävät kyseistä matriisia.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön aihe sai alkunsa, kun Peab Oy osallistui Paremmen laadun puolesta-yhteishankkeeseen. Pääsin opinnäytetyön ansiosta osallistumaan yhteishankkeen talvityöpajaan, jossa oli mukana myös muut Paremmen laadun puolesta -hankkeeseen osallistuneiden pilottikohteiden yhteyshenkilöt. Siellä esiteltiin, missä rakennusprosessin vaiheessa pilottikohteet ovat ja pääsimme pienissä ryhmissä miettimään erilaisia parannuskeinoja koko elinkaaren aikaiseen kosteudenhallintaprosessiin. Talvityöpaja oli mielenkiintoinen, ja sain sieltä ideoita ja lisää innostusta kehittää pilottikohteeseen uusia työmaa-aikaisia kosteudenhallintamenetelmiä.

Työn tavoitteena oli kehittää Peab Oy:lle korjauskohteisiin toimenpiteitä parantamaan kosteudenhallintaa. Onnistuin mielestäni kehittämään Peab Oy:lle uusia menetelmiä kosteudenhallintaan liittyen, joita voisi ottaa käyttöön myös muilla työmailla. Huomasin, että kosteudenhallintasuunnitelman seuranta ja toteutumista voi parantaa, joten aloin kehittämään uutta kosteudenhallinnan laadunvarmistusmatriisia. Kun matriisia käytetään työmaalla, tulee kosteudenhallintasuunnitelman kriittisten rakennusosien tilaa oikeasti seurattua. Perehdytysoppaaseen lisättiin kohta kosteudenhallinnasta, mutta olen melko varma, ettei se riitä sitouttamaan aliurakoitsijoita työmaan kosteudenhallintaan ja vaihtamaan heidän työtapojaan. Pienin askelin on hyvä edetä. Myös viikoittaisissa info-tilaisuuksissa voisi ottaa paremmin esiin työmaan kosteudenhallinnan asiat. Esimerkiksi millaisia työvaiheita on alkamassa ja millaisia kosteusriskejä niissä on. Aika näyttää, aio- taanko pilottikohteeseen kehitettyjä toimenpiteitä kehittää vielä paremmiksi.

Opinnäytetyöni on erittäin ajankohtainen, mikä on tietysti hieno asia. Turun Sanomat kirjoitti (Pihkala 2017, 5), että Rakennustarkastuspäivillä (15.3.2017) rakennusalan liitot RT, SKOL, RAKLI ja RALA sekä Rakennustarkastusyhdistys RTY ja ympäristöministeriö sitoutuivat yhteiseen toimintamalliin, jolla on tarkoitus ratkaista Suomen julkisen rakentamisen kosteus- ja sisäilmaongelmat. Artikkelissa kerrottiin, että Suomen kymmenen suurimman kaupungin rakennusvalvojat ovat sitoutuneet ottamaan käyttöönsä Kuivaketju10 -toimintamallin. Turussa on päätetty ottaa käyttöön Kuivaketju10 vuoden 2017 aikana. Lähivuosina nähdään, miten Kuivaketju10 -toimintamalli auttaa kosteus- ja sisäilmaongelmissa.

Mielestäni Kuivaketju10 -toimintamallissa on paljon hyvää. Toimintamallissa tilaaja asettaa laatutavoitteet jo heti hankesuunnittelussa ja hankkeeseen annetaan realistiset aikataulut suunnittelu-, työmaa- ja käyttöönottovaiheisiin. Myös kosteuskoordinaattori on

hyvä lisäys rakennushankkeen valvontaan. Jatkossa nähdään, miten kosteuskoordinaattoreita aletaan käyttää rakennushankkeissa ja tarvitseeko heitä kouluttaa erikseen. On hyvä, että rakennusala on ottanut yhteiseksi päämääräksi saada kosteusongelmat vähenemään ja että siihen ovat sitoutuneet rakennushankkeen osapuolet, suunnittelijoista aina kiinteistön omistajiin ja käyttäjiin asti.



## LÄHTEET

- Betoniteollisuus Ry. 2017. Elementtirakentamisen historia. Viitattu 13.3.2017 <http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/valmisosarakentaminen/elementtirakentamisen-historia>.
- EDILEX. 2017. Rakentamismääräykset. Viitattu 24.2.2017 <https://www.edilex.fi/rakentamis-maaraykset>.
- Hengitysliitto. 2017. 1960-luvun talo. Viitattu 9.1.2017 <http://www.hometalkoot.fi/kerrostalo>.
- Hengitysliitto. 2017. Hometalon korjausurakka. Viitattu 16.3.2017 <http://www.hengitysliitto.fi/fi/sailma/hometalon-korjausurakka>.
- Insinööritoimisto Hirsinummi Oy, 2016. TVT Raastuvankatu 3 C perusparannus Rakennusselostus. 3. tarkennus.
- Kosteudenhallinta. 2017. Kosteusriskiluokat. Viitattu 24.2.2017 <http://www.kosteudenhallinta.fi/i/index.php/fi/>.
- Kotitalo. 2016. Rakentamisvuosikymmen määrittää talon tyyppiviati. Viitattu 12.2.2017 <https://www.kotitalolehti.fi/2016/01/rakennusten-tyyppiviati-1920-1980/>.
- Kuivaketju10. 2016. Kuivaketju10 kosteuskoordinaattori. Viitattu 8.3.2017 [http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2015/11/Kuivaketju10-Kosteuskoordinaattori\\_20161130.pdf?x70712](http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2015/11/Kuivaketju10-Kosteuskoordinaattori_20161130.pdf?x70712).
- Kuivaketju10. 2015. Kuivaketju10 vähentää merkittävästi kosteusvaurioita. Viitattu 14.3.2017 <http://kuivaketju10.fi/>.
- Mannonen, P. & Niemi, S. 2016. Kosteudenhallinta kehittyy – vielä on tekemistä. Viitattu 30.3.2017 [http://betoni.com/wp-content/uploads/2016/10/BET1603\\_80-87.pdf](http://betoni.com/wp-content/uploads/2016/10/BET1603_80-87.pdf).
- Merikallio T. 2003. Rakennustyömaan kosteudenhallinta. Viitattu 28.2.2017 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050502.pdf>.
- Mäkiö, E.; Malinen, M.; Neuvonen, P.; Vikström, K.; Mäenpää, R.; Saarenpää, J. & Tähti, E. 2016. Kerrostalot 1960–1975. 2. painos Rakennustieto Oy.
- Neuvonen, P. 2015. Kerrostalot 1975–2000. Helsinki. Rakennustietosäätiö RTS.
- Niemelä, T. 2014. Kosteusvaurioiden ehkäiseminen rakennustuotannossa. Helsinki. Suomen Rakennusmedia Oy.
- Oulun rakennusvalvonta. 2017. Kuivaketju10. Viitattu 1.2.2017 <http://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/kuivaketju10>.
- Pernon huolto. 2017. Ilmanvaihto. Viitattu 20.3.2017 <http://www.pernonhuolto.fi/ilmanvaihto.htm>.
- Pihkala, E. 2017. Suomi julisti sodan homeelle. Turun Sanomat. 16.3.2017.
- Rakennushollari Oy. 2016. Suurmuotti kalusto. Viitattu 20.3.2017 <http://www.rakennushollari.com/portfolio-posts/suurmuottikalusto/>.
- RT 05-10710. 1999. Kosteus rakennuksissa. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- Rakennuttajatoimisto. 2015. Urakkaohjelma. TVT Asunnot Oy.
- RakLamit Oy. 2014. Rakennusten kosteusmittaus. Viitattu 4.3.2017 <https://raklamit.fi/kosteusmittaus/>.
- Sahlstedt, S. & Koskenvesa, A. 2016. Kuivana rakentaminen – opas rakentamisen kosteudenhallintaan. Talonrakennus teollisuus.

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. 2017. Weber.vetonit 6000. Viitattu 15.3.2017 <http://www.e-weber.fi/lattiat/tuotteet/karkeat-lattiatasoitteet/webervetonit-6000.html>.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2011. RIL 250–2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Ympäristöministeriö. 2016. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Viitattu 24.2.2017 <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>.

Ympäristöministeriö. 2017. Lausuntopyyntö luonnoksen ympäristöministeriön asetukseksi rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta. Viitattu 4.4.2017 [http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohdasta/Lausuntopyyntot\\_ja\\_lausuntoyhteenvedot/Lausuntopyynto\\_luonnoksesta\\_ymparistomin\(41550\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohdasta/Lausuntopyyntot_ja_lausuntoyhteenvedot/Lausuntopyynto_luonnoksesta_ymparistomin(41550)).

Ympäristöministeriön asetus. Luonnos 21.12.2016. Viitattu 4.4.2017 <http://www.ym.fi/download/noname/%7B85007C2F-5466-4133-AB94-3F451E473F05%7D/123797>.