

Maiju Ikola

**KOSTEUDENHALLINTA RAKENNUSTYÖMAALLA KUIVAKETJU10:N AVULLA**

# **KOSTEUDENHALLINTA RAKENNUSTYÖMAALLA KUIVAKETJU10:N AVULLA**

Maiju Ikola  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Työnjohdon koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma, talonrakentaminen

---

Tekijä: Maiju Ikola

Opinnäytetyön nimi: Kosteudenhallinta rakennustyömaalla Kuivaketju10:n avulla

Työn ohjaaja: Juha-Matti Toppi, Oulun ammattikorkeakoulu

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017

Sivumäärä: 32 + 6

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia työmaan kosteudenhallintaa ja sen aiheuttamia ongelmia. Työ perustuu Rakennusliike Laptin työmaahan As oy Oulun Soittajansäveleen. Työssä tarkastellaan Soittajansävelen työmaan keskeisimpiä kosteudenhallintariskejä. Tämän työn tarkoituksena oli kehittää tekijän kosteudenhallintaan liittyvää ammattitaitoa.

Työ sisältää tietoa rakennustyömaalla vaadittavista suojausmenetelmistä ja kosteuden seurantaan liittyvästä kalustosta sekä kosteuteen liittyvää oleellista teoretista tietoa. Työssä tutustuttiin myös uuteen rakennusvalvonnan ajamaan Kuivaketju10:een, joka onkin ajankohtainen täällä Oulussa. Työssä käydään läpi, mitä Kuivaketju10 tarkoittaa ja mitä se pitää sisällään.

Työn tuloksesta tuli tiivis kokonaisuus keinoista, joilla voidaan ehkäistä rakennusaikaisia kosteusongelmia. Työssä tulee esille aikataulun ja pienten asioiden merkityksellisyys hyvään ja toivottuun lopputulokseen.

---

Asiasanat: kosteudenhallinta, rakennustyömaat, suojaaminen, Kuivaketju10

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Construction Management, Housebuilding

---

Author: Maiju Ikola

Title of thesis: Moisture Management on Construction Site Using Kuivaketju10

Supervisor: Juha-Matti Toppi, Oulu University of Applied Sciences

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017    Number of pages: 32 + 6 appendices

The aim of this study was to investigate the moisture management of the site and the problems it causes. The work is based on the site housing company Oulu Soittajasävel commissioned by Lapti construction. My work includes observation of the essential moisture management risks at the site. The purpose of this work was to improve the skillset related to moisture management.

This work contains information about protection methods required on the construction site and involved in controlling moisture fixtures, as well as relevant general moisture theory. Also we take a look at a new Kuivaketju10 method, which is timely here in Oulu. In this work we discuss what Kuivaketju10 means, and what it includes.

The product of the work was a tool-set that can be used to prevent moisture problems during the construction phase. In my work, both timing and considering small details are highlighted for a desired end result.

---

Keywords: moisture management, construction sites, protection methods, Kuivaketju10

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
1.1	Tausta ja tavoite .....	7
1.2	Rakennusliike Lapti Oy .....	7
2	RAKENNUSTYÖMAAN KOSTEUDENHALLINTA .....	8
2.1	Veden kapillaarinen ja painovoimainen siirtyminen .....	8
2.2	Aikataulu .....	10
2.3	Suojaus .....	11
2.4	Maaperän kosteus ja rakennuspaikka .....	13
2.5	Perustaminen .....	13
2.6	Puurunkoelementti ja vesikatto .....	14
2.7	Betoni .....	15
2.7.1	Maanvarainenlaatta .....	16
2.7.2	Kuivatus .....	16
2.8	Kosteusmittaus .....	17
2.8.1	Mittausten tarve .....	17
2.8.2	SolidRH-järjestelmä .....	17
2.8.3	Porareikämittausmenetelmä .....	18
2.8.4	Näytepalamittausmenetelmä .....	19
3	KUIVAKETJU 10 .....	21
3.1	Tilaaminen .....	21
3.2	Suunnittelu .....	22
3.3	Työmaatoteutus .....	22
3.4	Käyttöönotto .....	23
3.5	Ylläpito ja käyttö .....	23
3.6	Kosteuskoordinaattori .....	24
3.7	Rakennusvalvonta .....	24
4	ESIMERKKIKOHDE .....	26
4.1	Kohteen esittely .....	26
4.2	Suojaus .....	27
4.3	Maaperä ja perustus .....	27
4.4	Runko ja katto .....	27

4.5	Maanvarainen betonilaatta ja kantavat väliseinät .....	28
5	YHTEENVETO .....	30
	LÄHTEET .....	31
	LIITTEET .....	33

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta ja tavoite

Kosteudenhallinta on nykyään rakennustyömaalla erittäin suuressa osassa, koska sillä pystytään ehkäisemään rakennusaikaista kosteusvaurioriskiä. Mediassa on puhuttu jo pitkän aikaa hometoista ja kosteusvaurioista uudiskohteissa sekä sisäilmaongelmista. Nykypäivänä löytyykin lähes jokaiselta työmaalta kosteudenhallintasuunnitelma, sillä rakennuttaja vaatii sen. Kosteudenhallintasuunnitelma laaditaan aina kohdekohtaiseksi.

Oulun rakennusvalvonta on laatinut yhdessä erilaisten asiantuntijatahojen kanssa Kuivaketju10-toimintamallin, jota on jo muutamilla työmailla kokeiltu. Rakennusliike Laptilla on koeajettu Kuivaketju10-toimintamallia 3–4 eri työmaalla. Yhtä työmaata rakennetaan jo Kuivaketju10:n mukaan yhteistyössä rakennusvalvonnan kanssa Laptilla. Kuivaketju10 asettaa omat haasteensa rakentamiselle, mutta se tuo turvan siitä, että rakennus on rakennettu kosteusteknisesti oikein.

Työn alussa perehdytään yleiseen teoriaan sekä suojaamisen tärkeyteen ja eri työvaiheiden kosteudenhallintaa. Työssä myös esitetään erilaisia betonin kosteudenmittaus menetelmiä, jotka ovat hyvin olennainen osa kosteusriskien välttämiseksi. Lopuksi tarkastellaan, mitä Kuivaketju10 tarkoittaa, sekä käydään lävitse esimerkkikohteen kautta, kuinka kosteutta on hallittu kohteessa.

## 1.2 Rakennusliike Lapti Oy

Rakennusliike Lapti on perustettu vuonna 1990. Se siirtyi Kastelli talot Oy:n omistukseen vuonna 2013. Se on saavuttanut valtavan kasvun viime vuosina. Lapti on laajentunut Vantaalle, Kuopioon, Tampereelle ja Jyväskylään. Oulussa sijaitsee Laptin pääkonttori. Lapti rakentaa asuntoja, toimitiloja sekä terveydenhoito- ja hoivakiinteistöjä. Rakennusliike Lapti onkin arvostettu hoivarakentamisen edelläkävijä. (1.)

Rakennusliike Lapti on laatulupauksen antanut toimija. Se tunnetaankin korkeatasoisesta laadustaan rakentajana. Laptin laatulupaus kattaa koko rakentamisprosessin aina luovutukseen ja takuuseen asti. (1.)

## 2 RAKENNUSTYÖMAAN KOSTEUDENHALLINTA

Kosteudenhallinnan tarkoituksena on estää rakennuksen ylimääräisen ja vahinkoa aiheuttavan kosteuden syntymistä rakenteisiin. Syitä tähän on monia. Kun ongelmia ilmenee, virhe on tehty jossakin vaiheessa hanketta. Ymmärtämättömyys, tiedon puute tai väärä asenne työtä kohtaan ovat usein taustasyinä. Asenteet ovat yksi keskeisimpiä ongelmia, sillä monet vastustavat laadukkaampia rakentamistapoja vastaan, koska on totuttu tekemään ”niin kuin on aina tehty ja niin tehdään nytkin”. Useimmiten kuitenkin kosteusvaurion syy johtuu monen tekijän summasta. (2, s. 4.)

Suunnittelun ja toteutuksen keinoin luodaan kosteusteknisesti oikein toimiva ja kosteusvarma rakennus. Oikeat puitteet luo rakennuttaja tai rakennushankkeeseen ryhtyvä. Heidän tulee asettaa tavoiteasettelussa kosteudenhallintaan selkeitä laatumääräyksiä ja huolehtia niiden toteutuksesta. Rakennuttaja myös yhdessä muiden ammattilaisten kanssa määrittelee yksinkertaisilla ja selkeillä lauseilla kosteudenhallinnan laadun tavoitetason, joka on pääsääntöisesti enemmän kuin määräysten vähimmäistaso. Vähimmäistasoa ohjataan lailla, asetuksilla ja viranomaismääräyksillä. Eri organisaatiot ja alan yritykset ovat laatineet laajan ohjeistuksen säädösten toteuttamiseen, rakentamiseen ja kiinteistönpitoon. Laajasta ohjeistuksesta ei kuitenkaan ole hyötyä, ellei niiden hankekohtainen soveltaminen ole hallinnassa. (3, s. 10–11.)

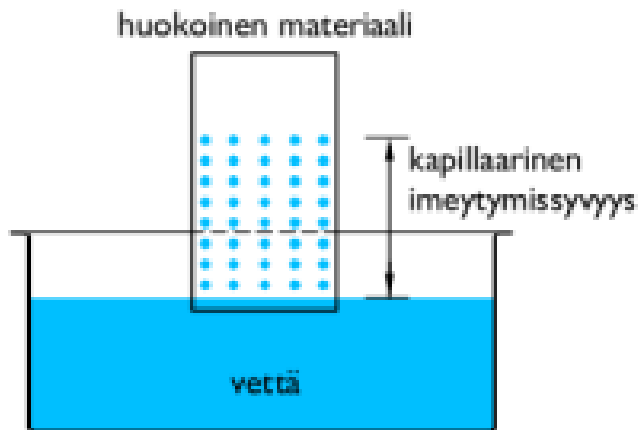
### 2.1 Veden kapillaarinen ja painovoimainen siirtyminen

Veden kapillaarinen ja painovoimainen siirtymisen on syytä ottaa huomioon rakennettaessa. Jos vedenkapillaarista siirtymistä ei oteta huomioon, saattaa syntyä rakennuksessa kosteusvaurio. Kapillaarisesti vesi liikkuu pääsääntöisesti materiaalin veden pintajännitysvoimien aikaansaaman huokosalipaineen vaikutuksesta materiaalin ollessa kosketuksessa vapaaseen veteen tai toiseen kapillaarisella kosteusalueella olevaan materiaaliin (kuva 1). (4, linkit -> Terveelliset tilat -> Kosteusvauriot -> Kosteustekninen toiminta -> Kosteuden siirtyminen.)

Vesi voi siirtyä kapillaarisesti kaikkiin suuntiin, sillä huokosalipaine materiaalissa mahdollistaa tämän. Veden kapillaarinen nouseminen riippuu materiaalin huokoskoosta. Kun huokoskoko on materiaalissa pieni, veden kapillaarinen nouseminen on huipussaan. (5, s. 111.)



Veden kapillaarisella nousukorkeudella tarkoitetaan tilaa, jossa huokosalipaine ja maan vetovoima ovat tasapainossa. Esimerkiksi tasapainotilanne voi muodostua maanvastaisen lattian alle salaojakerrokseen. Myös ilman kosteudella on erittäin suuri merkitys, sillä jos ilman kosteus on sata prosenttia, ei ilma pysty ottamaan vastaan rakenteista haihtuvaa kosteutta, ja kapillaarinen siirtyminen voi jatkua rakenteessa. (4, linkit -> Terveelliset tilat -> Kosteusvauriot -> Kosteustekninen toiminta -> Kosteuden siirtyminen.)



KUVA 1. Veden kapillaarinen imeytyminen huokoiseen materiaaliin (5, s. 111)

Veden painovoimaisella siirtymisellä on merkittävä osa rakennuksen kosteusteknisessä toimivuudessa. Toivottua painovoimaista siirtymistä esiintyy yleensä erilaisilla kaltevilla pinnoilla, kouruissa ja putkissa (katto, räystäskourut, kylpyhuoneen lattia, viemäri- ja salaojaputket). Painovoiman ansiosta vesi kulkeutuu alaspäin, toki vinot pinnat mahdollistavat veden sivuttaisen siirtymisen, mutta suunta on koko ajan alaspäin. Raoissa, saumoissa ja halkeamissa (kattoläpiviennit, elementtisaumat) esiintyy vähemmän toivottua painovoimaista siirtymistä. (4, linkit -> Terveelliset tilat -> Kosteusvauriot -> Kosteustekninen toiminta -> Kosteuden siirtyminen.)

Painovoimaisella siirtymisellä on harvoin merkitystä, kun materiaali on kapillaarisesti vettä imevä, koska kapillaarivoimat ovat usein suurempia kuin painovoima. Veden painovoimainen siirtyminen on kuitenkin mahdollista karkearakenteisissa aineissa kuten sepelissä, vaikka materiaali on itsessään kapillaarisesti vettä imevä. (4, linkit -> Terveelliset tilat -> Kosteusvauriot -> Kosteustekninen toiminta -> Kosteuden siirtyminen.)

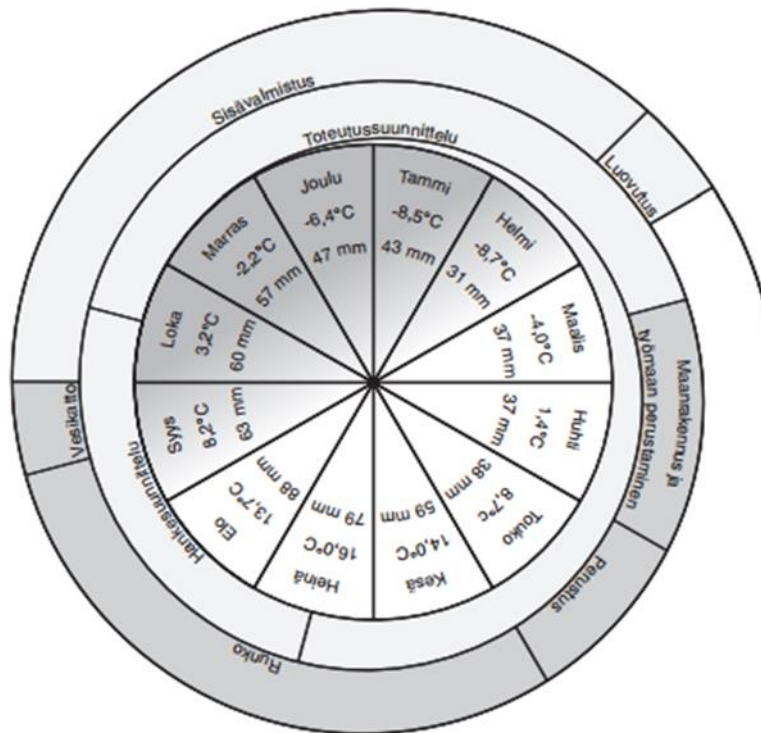
## 2.2 Aikataulu

Suunnittelulle ja rakentamiselle tulee varata riittävästi aikaa, jotta rakentaminen voidaan toteuttaa kosteusturvallisesti. Rakennustyön aloitusajankohta vaihtelee työmaan olosuhteiden sekä valittujen toteutus- ja runkovaihtoehtojen mukaan. Rakennus on koko runkovaiheen altis kastumiselle, ennen kuin vesikatto ja ikkunat on asennettu paikoilleen suojaamaan runkoa ja sisätiloja. Siksi onkin syytä miettiä, että perustus- ja runkovaihe ajoitettaisiin mahdollisimman kuivaan vuoden aikaan. (6, linkit -> Vaiheet -> Hankesuunnittelu -> Rakentamisen aikataulu.) ”Pyrimme aina ajoittamaan rakentamisen, niin että saamme hyvät kuivatusolosuhteet rakennukselle”, kertoo työpäällikkö Vesa Hyrkäs (7).

Tämä ei ole kumminkaan aina mahdollista, sillä on rakennettava silloinkin, kun on huono ajanjakso jollekin työlle, sillä työmaat täytyy jatkaa ja valmistua määräajassa. Tällöin runkovaiheessa on käytettävä suojaus-, kuivatus- ja lämmitysmenetelmiä. (7.) Aikataulusuunnittelussa otetaan huomioon suojausten tekemiseen käytettävä aika, säävaraukset sekä rakennuksen eri kuivumisajat (6, linkit -> Vaiheet -> Hankesuunnittelu -> Rakentamisen aikataulu).

Hankeaikataulun laadinnassa on pyrittävä siihen, että rakennusta ei rakennettaisi epäedullisimpaan vuodenaikaan. Jos se ei ole mahdollista, on aikataulussa otettava kuitenkin huomioon, että rakentamisen eri menetelmät ovat erilaisia eri vuodenaikoina (kuva 2). Esimerkiksi työmaan runkotöiden siirtäminen elokuulta lokakuulle hidastaa runkotöiden aikataulua sekä aiheuttaa lisätöitä työmaalle mm. erilaisten suojausten ja lämmityksien kanssa, sillä sääolosuhteet ovat paremmat elokuussa kuin lokakuussa. (6, linkit -> Vaiheet -> Hankesuunnittelu -> Rakentamisen aikataulu.)

Tilaaaja asettaa vaatimuksia hänelle toimitettavan työaikataulun muodolle ja sisällölle. Tilaaja voi varmistua, että urakoitsija pystyy suoriutumaan omista velvoitteistaan sovitusti, asettamalla välitavoitteet urakoitsijalle. Välitavoitteita ovat esimerkiksi, milloin vaipparakenteet ovat vedenpitäviä ja eristettyjä sekä milloin lämmitys on aloitettava. Rakennuksen omalla lämmityksellä saadaan hyvät kuivumisolosuhteet ja täten estetään materiaalien jäätyminen talvella ja kosteusvauriot. Hän voi myös vaatia, että aikatauluun laitetaan yksittäisinä tapahtumina kosteusmittausten ajankohdat. (6, linkit -> Vaiheet -> Hankesuunnittelu -> Rakentamisen aikataulu.)



KUVA 2. Hankkeen aloitusajankohta ja rakentamisen toteutustapa määrittää kosteudelle alttiiden rakennusvaiheiden määrittymisen. (6.)

### 2.3 Suojaus

Rakennustyömaalla tulee suojata kaikki materiaalit sekä keskeneräiset ja valmiit rakenteet muuttuvilta sääolosuhteilta. Vuodenaika vaikuttaa huomattavasti suojaustarpeeseen. Esimerkiksi talvi-aikaan suojaudutaan kylmältä, lumisateilta ja tuulelta. Työmaalla onkin seurattava koko ajan säätilannetta, ettei kosteudelle arka materiaali pääse kastumaan kriittisessä työvaiheessa. Alla on lueteltu, kuinka materiaaleihin ja rakenteisiin voi kulkeutua kosteutta:

- vesi- ja lumisade
- märkä maa, jossa materiaali on kiinni
- ilman vesihöyryn tiivistyminen
- pintavedet
- työmaalla käytettävä vesi
- rakennusmateriaalin valmistamiseen käytettävä vesi
- muissa rakenteissa oleva vesi
- vesivuoto. (8, s. 159.)

Materiaalien suojaamisessa on huomioitava vesi- ja lumisateen lisäksi myös tuulen vaikutus. Tämä tarkoittaa, että tuulen takia sade voi olla myös viistosadetta, jonka takia materiaalit olisivat syytä suojatta myös sivuilta, esimerkiksi suojapeitteillä. Suojapeitteet täytyy kiinnittää hyvin, sillä tuuli saattaa repiä ne irti. Ilman tulee kuitenkin kiertää suojauksen alla, eikä vesi saa kertyä lammikoksi suojauksen päälle. Perussääntönä voidaan pitää, että materiaalien varastointiolosuhteet olisivat mahdollisimman samat kuin käytönaikaiset olosuhteet. Ulos tulevat materiaalit varastoidaan suojattuna ulos ja sisälle tulevat materiaalit varastoidaan sisälle, jos mahdollista. Alla listaus, kuinka materiaaleja suojataan kosteudelta:

- rakennusmateriaalit pidetään irti maasta aluspuiden avulla
- huolehditaan että alustan lujuus kestää materiaalin ja alusta ohjaa vedet pois
- pidetään huoli, että materiaalin päälle tuleva suojaus pysyy paikoillaan ja on ehyt
- huolehditaan materiaalin tuulettumisesta. Kun on mahdollista, suojaus asennetaan irti materiaaleista esimerkiksi rimojen avulla. (8, s. 159.)

Hankesuunnitteluvaiheessa rakennuttajan tulee tehdä päätös suojaustasosta. On pohdittava, suojataanko rakennus kokonaisuudessaan vai pyritäänkö suojaamaan aina paikallisesti materiaalit ja keskeneräiset ja valmistuneet rakenteet. Suojauksen kokonaisratkaisuna voidaan käyttää koko rakennuksen peittävää sääsuojahallia ja siihen liittyviä julkisivusuojia (kuva 3). Korjauskohteissa on yleisempää sääsuojien käyttö. Varsinkin vesikattoa uusittaessa sääsuoja estää kosteuden pääsyn rakenteisiin eivätkä sääolosuhteet tuota ongelmia. Sääsuojahallit voivat suojata joko koko rakennuksen tai kohteen eri osia. Sääsuojan kiinnityksiä on valvottava säännöllisesti ja aina on ilmoitettava työnjohtolle, jos havaitaan puutteita. (6, linkit -> Toimet -> Suojaus -> Työmaan suojaus.)

Sääsuojia voidaan vuokrata monesta paikasta, esimerkiksi Telinekataljasta. Sieltä saadaan kaiken kokoisille ja tyyppisille rakennus- ja korjaustyömaille sääsuojia. Niiden käytön myötä työskentelyolosuhteet paranevat ja työtapatuomatkin vähenevät huomattavasti ja myös laatuun vaikuttavat tekijät vähenevät sääsuojan myötä. Sääsuojat mitoitetaan rakennukselle oikean kokoiseksi. Pystytyksen ja purkamisen hoitavat yrityksen omat työntekijät, jotka ovat koulutettuja työhön. (9.)



KUVA 3. Koko rakennuksen peittävä sääsuoja (6)

## 2.4 Maaperän kosteus ja rakennuspaikka

Maaperän kosteusolosuhteet rakennuksen alla ja sen lähiympäristössä arvioidaan paikallisten olosuhteiden perusteella. Maaperän kosteuteen vaikuttaa ylin pohjaveden korkeus, maalaji sekä kuivatus ja salaojajärjestelyt. Kosteustarkasteluissa on otettava huomioon kunkin maalajin sille ominaiset kapillaariset ominaisuudet. Rakennukseen voivat myös vaikuttaa rakennuksen ympäristöstä valuvat pinta-, sade- ja lumensulamisvedet sekä rakennuksen katolta ja seiniltä valuvat sade- ja sulamisvedet. Esimerkiksi maaperässä oleva kosteus voi olla pohjavettä tai vajovettä. (3, s. 64.)

Rakennuksen alla oleva pohjamaa on muotoiltava siten, että se kaataa rakennuksen keskeltä reuna-alueille ja reuna-alueiden kallistusten kautta kaivantoon. Kaivannon vieton on oltava rakennukselta poispäin. Salaojat sijoitetaan näiden kallistusten pohjalle, jolloin ne ohjaavat perusvedet pois rakennusten alta. Salaojitusjärjestelmään tulevat vedet johdetaan perusvesikaivon kautta sadevesijärjestelmään. Erittäin tärkeää onkin varmistaa, että maapohja kaataa vedet pois rakennuksen alta myös tilanteissa, kun salaojitusjärjestelmään tulee häiriö. Viettoviemäröinnillä tai pumpaamalla onnistuu vesien poistaminen. (3, s. 54.)

## 2.5 Perustaminen

Perustuksista alkaa koko rakennuksen rakentaminen ja se onkin tehtävä huolella. Kantavuuden lisäksi on kiinnitettävä huomiota veden ja kosteuden kulkeutumiseen rakenteessa. (10.)

Lämpimimpien rakennusten perustukset täytyy lähes aina routasuojata ja salaojittaa. Jos routasuojaus on puutteellinen perustuksissa, kasvavat routavaurioiden riskit vaikeissa routaolosuhteissa. Salaojituksen yhteyteen on aina tehtävä kapillaarikatko. Se toteutetaan isorakeisilla sepelillä 16–32 mm, noin 200–300 mm:n kerroksella anturan alle. (11, s.3.)

Vaikka rakennuksien vierillä käytetäänkin routaeristystä, on syytä muistaa, että salaojaputken tulisi olla vähintään 500 mm:n etäisyydeltä maanpinnasta jotta estetään salaojaputkien jäätyminen (10).

Patolevy asennetaan perusmuuriin kiinni ennen maan täyttöjä. Sen tarkoituksena on poistaa kosteutta perustuksista. Lämpimästä sokkelista vesihöyry kondensoituu patolevyn pintaan ja valuu siitä salaojiin. Patolevy myös muodostaa kapillaarikatkon ja veden valutuskerroksen. Lisäksi se estää maaperästä tulevan kosteuden pääsemästä perusmuuriin. (10.)

## **2.6 Puurunkoelementti ja vesikatto**

Runkovaiheen pystytys vaatii sääolosuhteiden seuraamista ja valmistautumista ennakkoon. Ilmatieteenlaitos ja Foreca ovat näppärä keino seurata säätä. Nopeasti toteutettu runkovaihe on kosteudenhallinnan kannalta paras vaihtoehto, sekä myös taloudellisesti kannattava. Sen jouheva toteutus vaatiikin hyvin valmistautumista ja ennakkoon suunnittelua. Rakennuksen omaa runkoa hyödyntämällä sääsuojauksessa vältytään erillisen kaluston aiheuttamilta kustannuksilta. (12, s. 25.)

Usein valmis elementteihin asennetaan valmiiksi ikkunat paikalleen. Ikkunoiden alle asennetaan väliaikainen suojavaneri, ettei kosteus pääse sitä kautta rakenteeseen (kuva 4). Valmiiksi asennettujen ikkunoiden avulla saadaan kätevästi ja nopeasti vaippa umpeen, sekä samalla vähenee nostokapasiteetin tarve, sillä ikkunoita ei tarvitse enää asentaa elementteihin paikoilleen. (12, s. 25–26.)



*KUVA 4. Ikkunan alalaidan suojaus vanerilla (12)*

Kattoristikot usein toimitetaan valmiina tehtailta. Niiden kasaaminen maassa perustuksien päällä elementeiksi on viisasta. Heti kun julkisivun valmiselementit on saatu asennettua paikoilleen, voidaan valmiit kattolohkot nostaa julkisivun päälle samalla kertaa. Katon aluskatteen paikoilleen asennus olisi syytä saada nopeasti paikoilleen, sillä sen avulla pystytään estämään kosteuden pääsy rakenteisiin. Kun elementit ja katto on saatu tiiviiksi asennettua ja väliaikaisesti ulko-ovet on tukittu muovilla taikka vaneri-ovilla, niin saadaan nopeasti asennettua välipohjaan höyrynsulku ja villoitus. Näin tehdessä, voidaan laittaa rakennukseen lämmöt päälle ja saadaan aikaan hyvät olosuhteet ja lämpötilat kuivumiselle sekä kosteuden poistolle. Samalla myös estetään materiaalin jäätyminen ja kosteusvauriot. (12, s. 28.)

## **2.7 Betoni**

Betonirakenteiden kastumisella on merkittävä vaikutus kosteustekniseen toimivuuteen. Betonia ei lisäkosteus turmele, mutta kastuminen hidastaa sen kuivumista runsaasti. Betonin sisältämä kosteus voi kuitenkin aiheuttaa vauriota betonin kanssa kosketuksissa oleviin muihin kosteusherkkiin materiaaleihin. Rakennusaikana betonirakenteisiin päässyt vesi voi kertyä rakenteissa oleviin onkaloihin, sekä kerroksellisten rakenteiden välitiloihin. Vastavalmistuneiden talojen merkittävimpiin ongelmiin kuuluvat ontelolaattojen onteloissa olevan veden aiheuttamat värimuutokset katossa, sokkelielementin eristetilassa olevan veden aiheuttama seinän maalin hilseily sekä lattiapäällyste-

vauriot. Suojaamalla sekä hyvään vuodenaikaan rakentamalla pystytään ehkäisemään näitä ongelmia. Merkittävä asia on myös saada betonille hyvät kuivamisolosuhteet rakenteiden tiiviiksi saamisella sekä saada rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä päälle. (13, s. 503–503.)

### **2.7.1 Maanvarainenlaatta**

Ennen maanvaraisen laatan valua on huolehdittava, että kapilaarinen vedennousu on estetty vähintään 300 mm paksulla pestyllä karkealla sepelillä. Kapilaarisen vedennousun estäminen on välttämätöntä kuivan rakennuksen aikaan saamiseksi. (13, s. 501.)

Maanvarainen laatta valetaan vasta, kun elementit on asennettuna sekä yläpohja on vesitiivis, koska kastumisella on merkittävä vaikutus betonirakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen. Lisäkastuminen ei kuitenkaan turmele betonia, mutta se hidastaa sen kuivumista. Muutenkin betoni pääsee kuivumaan hitaasti, sillä alapuolinen lämmöneristyskerros estää betonin kuivumisen molempiin suuntiin. (13, s. 502–503.)

Kuivumisen kannalta on hyvä laittaa lämmöt mahdollisimman nopeasti päälle, että betonin suhteellinen kosteus saadaan tarpeeksi matalaksi. Jos betonin suhteellinen kosteus on liian korkea pinoittaessa, se johtaa materiaalin irtoamiseen ja mahdollisesti kosteusvaurion syntyyn. (13, s. 502.)

### **2.7.2 Kuivatus**

Juuri tuoreen betonin suhteellinen kosteus on 100 %. Massan kovettuessa osa betonin valmistamiseen käytettävästä vedestä sitoutuu, ja suhteellinen kosteus täten laskee 90–98 prosenttia (14, s. 20). Lämpötila ja rakennetta ympäröivän ilman suhteellinen kosteus vaikuttaa merkittävästi kosteuden poistumiseen. Työmaalla tavoitelämpötilana pidetäänkin + 20–25 °C astetta. Jos halutaan betonin kuivuvan vielä nopeammin, on nostettava lämpötilaa, mutta se vaikeuttaa työntekoa. Kun sisäilman ja ulkoilman välille saadaan riittävä lämpötilaero, sisäilman suhteellinen kosteus laskee huomattavasti. Riittävänä ilman suhteellisen kosteuden arvona pidetäänkin 40–50 %:a. Rakenteiden kuivatuksen ei kumminkaan aina riitä pelkkä sisäilman lämpimänä pito. On myös huolehdittava riittävästä ilmankierrosta. Tällöin käytetään ilmankuivaimia ja kosteudenpoistajia. Varsinkin kuumana kesäpäivänä ilman suhteellinen kosteus on niin korkea, että betoni ei meinaa kuivua tarpeeksi nopeasti. (13, s. 502–503.)



## 2.8 Kosteusmittaus

Päällystettäessä betonirakennetta on tärkeää tietää betonin suhteellinen kosteus. Pelkkä pintakosteusmittari ei riitä määrittämään suhteellista kosteutta. Ensinnäkin pintakosteusmittari havaitsee vain 1–2 cm kosteutta ja toiseksi ne eivät mittaa suhteellista kosteutta, vaan niiden toiminta perustuu mitattavan materiaalin sähkönjohtavuuden havainnointiin. Karbidimittari ei myöskään mittaa suhteellista kosteutta, vaikka sitä on ennen yleisesti käytetty lattiapäällystepuolella. Se ilmoittaa betoninäytteen kosteuden ja kaliumkarbidijauheen reaktiotuotteena syntyneen kaasun paineen, joka taulukon avulla muutetaan betonin painoprosenttikosteudeksi ja siitä edelleen toisen taulukon avulla suhteelliseksi kosteudeksi. Lisäksi tämäkin mittaus otetaan vain 2 cm:n syvyydeltä, joka poikkeaa merkittävästi nykypäivän suosituksista. Nykypäivänä käytetään porareikämittaus- tai näytelepalamittausmenetelmää. (14, s. 81.)

### 2.8.1 Mittausten tarve

Lähtötasomittaukset voidaan tehdä, kun vesikatto on ummessa, tai silloin, kun voidaan olla varmoja siitä, että tarkasteltava rakenne ei enää pääse kastumaan. Ennen mittauksia kuitenkin olisi suotavaa, että lämmöt olisivat olleet jonkin aikaa päällä lopullisessa lämpötilassa. Seurantamittauksia suoritetaan 2–4 viikon välein. Näin pystytään seuraamaan rakenteiden hallittua kuivumista ja tarvittaessa nopeuttamaan sitä, ellei pysytä työmaan aikataulussa kiinni. Varsinainen päällystettyvyysmittaus suoritetaan 0–2 viikkoa ennen päällystystä tai vedeneristämistä. On huomioitava, että lämpötilat lasketaan normaaleihin käyttölämpötiloihin. Tällöin pystytään välttämään lämpötilan noston tai valmiiksi kuumen betonin aiheuttaman ns. kosteuspuskun lattiapäällysteen alle heti päällystämisen jälkeen tai lämpötilan nostamisen jälkeen. (14, s. 85.)

### 2.8.2 SolidRH-järjestelmä

SolidRH-järjestelmässä on lukulaite, jolla pystytään langattomasti lukemaan betonin suhteellista kosteutta ja lämpötilaa antureista (kuva 5). Anturit upotetaan betoniin valun aikana. Ne on helppo ja nopea asentaa, koska niitä ei tarvitse kiinnittää eikä niissä ole johtoja. Anturi jää kokonaan betonirakenteen sisään, joten siitä ei ole haittaa. Lukulaite tallentaa antureista myös kosteuden ja lämpötilan lisäksi päivämäärän, kellonajan, anturin sarjanumeron, mittaussyvyyden sekä ympäristön olosuhteet. (15, linkki -> Tuotteet.)



KUVA 5. SolidRh-lukulaite sekä anturi (17)

### 2.8.3 Porareikämittausmenetelmä

Porareikämenetelmässä on otettava huomioon mittauksen luotettavuuteen vaikuttavat tekijät, muun muassa

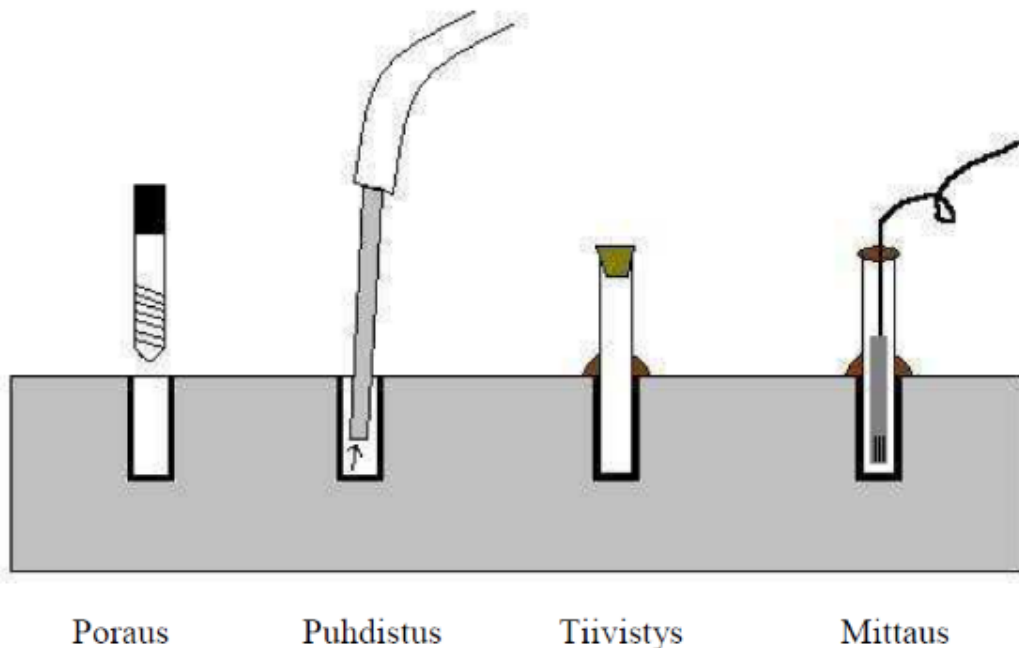
- porareiän syvyys, puhdistus, tiivistys ja tasaantuminen
- mittalaitteen kalibrointi ja muu kunto
- mittalaitteen tasaantumisaika porareissä
- ympäröivän ilman lämpötila ja sen vaihtelut mittauksen aikana
- betonin lämpötila ja sen vaihtelu mittauksen aikana.

Suhteellisen kosteuden mittaaminen edellyttääkin mittaajalta ammattitaitoa ja erityistä huolellisuutta. Sertifioitu kosteudenmittaaja onkin pätevä tähän tehtävään. (14, s. 82.)

Mittauspiste valitaan ottaen huomioon rakenneratkaisu, betoninlaatu, päällystemateriaali ja olosuhteet. Huonetilan lämpötila on tarkastettava, sillä olisi syytä olla yleensä noin +20 °C. On varmistettava, ettei mittauskohdalla ole sähkö- ja vesiputkia. Selvitetään rakenneratkaisu ja määritetään mitaussyvyyydet. Kun nämä alustavat tiedot on selvitetty, voidaan porata reiät kuivamenetelmällä (kuva 6):

1. Kaksi rinnakkaista reikää arviointisyvyydelle, sekä yksi reikä lähemmäksi pintaa.
2. Puhdistetaan reiät huolellisesti imurilla.

3. Suojataan mittausreiät lämpötila vaihteluilta ja annetaan reikien tasaantua vähintään 3 vrk.
4. Varmistetaan että mittapääät ovat kunnossa ja kalibroitu.
5. Annetaan vielä mittapäiden tasaantua ennen reikään asennusta.
6. Asennetaan mittapääät reikiin nopeasti, tiivistetään mittapään ja putken väli tiiviiksi ja annetaan vielä mittapään tasaantua noin 1–4 tuntia.
7. Kiinnitetään mittapää näyttölaitteeseen ja luetaan RH ja T, sekä kirjataan arvot, mittapäännumero, mittauspisteen sijainti ja mittaussyvyys. On myös mitattava huoneilman lämpötila ja suhteellinen kosteus, jotka myös kirjataan ylös.
8. Lopuksi kirjoitetaan raportti näistä ja tehdään tuloksista johtopäätökset. (14, s. 82–84.)



KUVA 6. Porareikämittaus menetelmä (18)

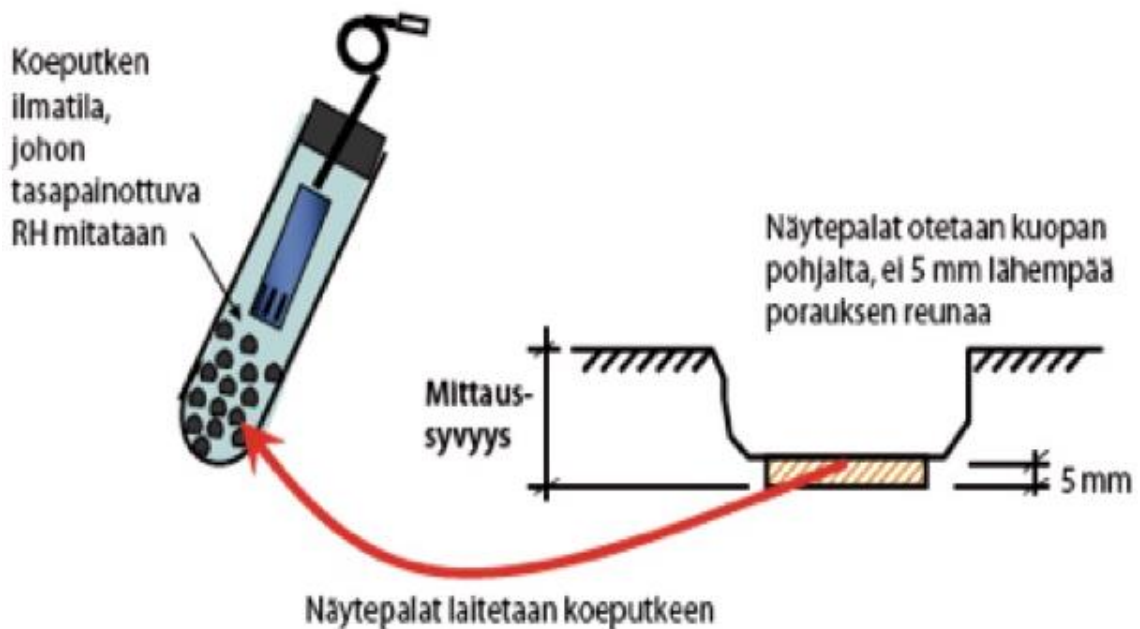
#### 2.8.4 Näytepalamittausmenetelmä

Näytepalamenetelmän toimintaperiaate on seuraava:

1. Näytepalamenetelmässä porataan sopivaan kohtaan betonia ringi, halkaisijaltaan noin 50–100 mm:n monttu, jonka suora pohja on noin 5 mm mittaussyvyyttä ylempänä.
2. Montun pohjalta piikataan betoninäytteitä, mutta näytemurusia ei oteta 5 mm:ä lähempää ringin porauksen tai työstön sisäreunaa.
3. Poimitaan näytepalaset ja asetetaan ne välittömästi puhtaaseen koeputkeen, niin että näytettä on 1/3 putkesta.

4. Asetetaan mittausanturi koeputkeen jättäen näytteen ja mittausanturin väliin ilmatilan ja tiivistetään koeputki umpeen (kuva 7).

Näytteitä otetaan samasta mittaus­syvyydestä vähintään kaksi koeputkellista. Putkien ja mittapäiden tulee tasaantua ennen mittaamista, joten koeputket siirretäänkin vakio­lämpötilaan yleensä +20 °C:seen noin 5–10 tunniksi. Tasaantumisen jälkeen voidaan kirjata ylös mittausanturin lukemat. Ylös kirjataan mittapään tiedot, kosteus (RH %) ja lämpötila. Aina myös kirjataan mittaus­syvyys ja mittaus­kohta. Lopuksi tehdään raportti, josta ilmenevät tulokset ja johtopäätökset sekä tarkemmat tiedot. (14, s. 84–85.)



KUVA 7. Näytepalamittausmenetelmä (19)

### 3 KUIVAKETJU 10

Kuivaketju10 on rakennusprosessi, jolla vähennetään kosteusvaurioiden riskiä koko rakennuksen elinkaaren ajan. Kosteusriskien hallinta perustuu ketjuun, jossa riskit torjutaan ja torjunnan onnistuminen todennetaan luotettavalla tavalla. Toimintamalli sisältää 10 keskeisintä riskiä. Suunnittelutyön aikana arkkitehti-, rakenne-, lvi- ja sähkösuunnittelijat tarkentavat Kuivaketju10 -riskilistan ja todentamishojeen kyseisen hankkeen erityispiirteisiin, millä varmistetaan kosteusriskien kokonaisvaltainen hallitseminen. (16, linkki -> Kuivaketju10?.)

#### 3.1 Tilaaminen

Tilaaaja päättää, toteutetaanko hanke Kuivaketju10:n toimintamalli periaatteiden mukaisesti. Ensimmäiseksi on valittava hankkeeseen mukaan pätevä kosteuskoordinaattori. Valittu kosteuskoordinaattori koordinoi tilaajan myöntämällä valtuuksilla toimintamallin onnistumista koko rakennushankkeen ajan. Jos hanke on vaativuudeltaan tavanomainen, voi tilaaja myös itse toimia koordinaattorina suunnittelutyön alkamiseen asti. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Tilaaminen.)

Tarjouspyyntövaiheessa on tilaajan sovittava urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden kanssa toimintamallin käyttämisestä. Kuivaketju 10:n käyttö on kirjattava pakollisena vaatimuksena lopullisiin suunnittelu- ja urakkasopimuksiin. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Tilaaminen.)

Realistisen aikataulun laadinta kuuluu tilaajan velvollisuuksiin. Hänen tulee laatia aikataulu hankkeen suunnitteluun, työmaavaiheeseen ja rakennuksen käyttöönottoon. Tilaamisvaiheessa on kosteuskoordinaattorin kanssa käytävä lävitse kokonaisaikataulun riittävyys. Aikataulu kumminkin käydään läpi vielä myöhemmässä vaiheessa yhdessä suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa ja tehdään tarvittavat muutokset. Jos aikataulu on epärealistinen, se vaikeuttaa toimintamallin onnistumista huomattavasti. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Tilaaminen.)

## 3.2 Suunnittelu

Kuivaketju10-riskilista ja todentamishoje ovat toimintamallin ydin. Riskilistaan on valittu kymmenen keskeisintä kosteusriskiä (liite 2). Nämä kymmenen keskeisintä kosteusriskiä perustuvat suomalaisen rakentamisen yleisimpiin ongelmakohtiin, jotka on havaittu. Kosteusriskien välttämiseksi riskilistassa käydään läpi toimenpiteitä, joilla pystytään välttämään ne. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Suunnittelu.)

Todentamishojeessa kerrotaan, miten riskilistan riskit tulee torjua suunnitteluvaiheessa. Se onkin suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden erittäin tärkeä työkalu Kuivaketju10:ssä. Eri puolen suunnittelijat käyvät toimintamallin lävitse ja toteuttavat sen samalla tavalla. Jokainen suunnittelija käy läpi riskilistan ja todentamishojeen, jonka jälkeen he tarkentavat niiden sisällön hankkeen erityispiirteisiin. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Suunnittelu.)

Lopullinen riskilista ja todentamishoje muodostetaan tämän arviointityön pohjalta, ja ne hyväksytään yhdessä kosteuskoordinaattorin kanssa. Todentamishojetta ja riskilistaa käytetään suunnittelun tarkistuslistana. Lopuksi suunnittelijat arvioivat yhdessä koordinaattorin ja urakoitsijan kanssa, ovatko suunnitelmat käytännössä toteutuskelpoisia riskikohtien osalta. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Suunnittelu.)

Suunnittelijoiden tehtävä on perehdyttää työmaalla pääurakoitsijan työmaaorganisaation tehtyihin suunnitelmiin, sekä lisäksi he osallistuvat työmaakokouksiin, jos kokouksessa käsitellään heidän suunnittelu alojensa koskevia asioita. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Suunnittelu.)

## 3.3 Työmaatoteutus

Pääurakoitsijalla on vastuu, että työ suoritetaan Kuivaketju10 -toimintamallin mukaisesti työmaalla. Kaikki työntekijät on perehdytettävä Kuivaketju10:n toimintamalliin. Urakoitsijan tarkistuslista, todentamishoje ja toimintamallin peruseriaatteet on vähintään käytävä perehdytyksessä lävitse. Työntekijöiden täytyy tuntea työvaiheet, että ne pystytään tekemään Kuivaketju10:n toimintamallin mukaisesti. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Työmaa toteutus.)

Urakoitsijan päätehtävä on toteuttaa työt tarkistuslistan mukaan, jonka suunnittelijat ovat tarkentaneet. Siinä on esitetty riskejä sisältävät työvaiheet. Töiden onnistunut toteutus todennetaan ja dokumentoidaan. Pääurakoitsija valitsee yhden henkilön, jolla on kokonaisvastuu työvaiheiden todentamisesta tarkistuslistan mukaisesti. Kyseisellä henkilöllä täytyy olla riittävästi resursseja tehtävän hoitamiseen. Valittu henkilö täytyy hyväksyttävä kosteuskoordinaattorilla. Dokumentointivelvoitteen avulla varmistetaan, että todentaminen tehdään oikeaan aikaan sekä määrättyllä tavalla. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Työmaa toteutus.)

### **3.4 Käyttöönotto**

Kuivaketju10:n statuksen saaneen rakennuksen käyttöönotto jakautuu kahteen vaiheeseen, ensimmäiseen ja toiseen. Ensimmäisessä vaiheessa pääurakoitsijan on todennettava ja dokumentoitava riskejä käsittävien töiden onnistuneet toteutukset, jotka ovat suoritettu urakoitsijan tarkistuslistan mukaisesti. Nimenomaan tämä lista sisältää käyttöönottovaiheessa olevia riskejä. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Käyttöönotto.)

Toisessa vaiheessa arvioidaan pääurakoitsijan lähettämää dokumentointia sekä kosteuskoordinaattorin koko hankkeen ajalta olevaa seurantaa ja raportointia. Lopuksi päätetään, kuinka hyvin toimintamallin toteutuksessa on onnistuttu. Jos hanke on onnistunut, voidaan hakea Kuivaketju10 -statusta. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Käyttöönotto.)

Lopuksi vielä muodostetaan raportti. Loppuraportissa käsitellään vielä onnistumiset ja mahdolliset poikkeamat riskikohtien suunnitelmien ja toteutuksen välillä. Riskikohtien poikkeamien merkityksellisyys täytyy pystyä perustelemaan tai esittää toimenpiteet, kuinka seurataan poikkeavia riskikohtia, kun rakennus on käytössä. Raportin lopuksi hyväksyvät tilaaja, kosteuskoordinaattori, suunnittelija ja pääurakoitsija. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Käyttöönotto.)

### **3.5 Ylläpito ja käyttö**

Rakennuksen ylläpidolle on toimintamallissa asetettu myös vaatimuksia, että rakennus säilyy kivenä ja terveellisenä koko sen elinkaaren ajan. Noin puolet kosteusvaurioista aiheutuu huonosta ylläpidosta. Rakennuksen huoltokirjaan sisällytetään osio Kuivaketju10:lle. Osiossa on käytävä ilmi

kaikki Kuivaketju10 -riskilistan riskikohdat, erityisesti ne, jotka liittyvät käytönaikaiseen ylläpidon toimenpiteisiin. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Käyttö.)

Huoltokirjasta on löydyttävä materiaalivalmistajan antamat ohjeistukset ylläpidosta. Kirjasta on myös löydyttävä Kuivaketju10 -osioon sisällytetyistä riskikohdista vaadittavat säännölliset tarkastukset ja huollot sekä kunnossapitojaksot toimenpiteineen. Kuivaketju10-osioon merkittyjen toimenpiteiden yhteydessä on myös esitettävä dokumentointiohjeistus, niin kuin todentamishjeen urakoitsijan tarkistuslistassa. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Käyttö.)

Kuivaketju10-statuksen säilyttämiseksi toimintamallin toteutuminen käytön aikana on arvioitava säännöllisesti uudelleen. Ennen takuuajan päättymistä suoritetaan ensimmäinen arviointi, jonka jälkeen arviointi on suoritettava viiden vuoden välein. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Käyttö.)

### **3.6 Kosteuskoordinaattori**

Kosteuskoordinaattorin päätehtävä on ohjata ja valvoa koko rakennusprosessin ajan Kuivaketju 10:n toteutumista. Tilaajan tulee valita kosteuskoordinaattori, joka on täysin riippumaton urakoitsijoista ja suunnittelijoista. Ulkopuolelta on palkattava kosteuskoordinaattori, jos hankkeessa tilaaja ja urakoitsija ovat sama. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Kosteuskoordinaattori.)

On tärkeää, että kosteuskoordinaattori tuntee Kuivaketju10-toimintamallin ja osaa ohjata hanketta toimintamallin onnistumiseksi. Hänellä täytyy olla riittävä koulutus ja kokemus tehtävän suorittamiseen, mutta ennen kaikkea asenne täytyy olla kohdallaan. Häneltä myös vaaditaan samat pätevyysvaatimuksen kuin hankkeen vastaavalta työnohtajalta. Suositeltavaa onkin määrittää koordinaattorin tehtävä taholle, joka on hankkeessa mukana. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Kosteuskoordinaattori.)

### **3.7 Rakennusvalvonta**

Rakennusvalvonnan rooli Kuivaketju10:ssä on asian esillä pito ohjaus-, tuki- ja yhteistoiminnan keinoin. Kun tilaaja on päättänyt, että rakennetaan toimintamallin mukaisesti, olennaista on ilmoit-



taa siitä rakennusvalvontaan viimeistään ennen suunnittelusopimusten tekemistä. Ensimmäistä yhteydenottoa rakennusvalvonnan ja tilaajan välillä on kehitettävä ja joskus myös aikaistettava. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Rakennusvalvonta.)

Toimintamalli tulee helpottamaan huomattavasti rakennusvalvonnan työtä. Esimerkiksi rakennushankkeeseen alkavalla on mainio menetelmä täyttää terveelliseen rakentamiseen liittyvät velvoitteensa Kuivaketju10:n avulla. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Rakennusvalvonta.)

Tällä hetkellä Oulun rakennusvalvonnan ohjekortti perustuu käytössä oleviin rakennusvalvonnan prosesseihin ja sen eri kohtaamistilanteisiin. Kaikkiin rakennusvalvonnan tämänhetkisiin toimintaprosesseihin sovitetaan Kuivaketju10-toiminnot. Tällöin työmäärä ei merkittävästi kerry, vaan se jatkossa jopa vähenee. (16, linkki -> Toimintaohjeet -> Rakennusvalvonta.)

## 4 ESIMERKKIKOHDE

### 4.1 Kohteen esittely

Työn esimerkkikohteena toimii As oy Oulun Soittajansäveln työmaa, joka sijaitsee Hiukkavaarassa Oulussa. Rakenteilla on viisi yksikerroksista rivitaloa, joihin tulee yhteensä 18 asuntoa, kooltaan 48–85 m<sup>2</sup>. Autoille löytyy myös autokatospaikat sekä tavaroille varastotilat. Arvioitu valmistusaika kohteella on kesällä 2017, rakennustyöt on aloitettu loppukesästä 2016. Kohde sijaitsee noin 8 km:n päässä Oulun keskustasta.

Kohde on perustettu kantavalle maapohjalle. Huoneistojen väliset väliseinät on valmistettu paikalla valubetonista. Betonin toimittajana on käytetty Ruskon Betoni Oy:tä. Julkisivuratkaisuna käytetään Lapwallin valmistamia puurunkoisia valmiselementtejä, joissa on valmiiksi ikkunat. Kattorakenne on toteutettu harjakattona, johon tulee bitumikermi katteeksi. Lattiamateriaaliksi tulee maanvarainen betonilaatta.



KUVA 8. As oy Oulun Soittajansävel (20)

## 4.2 Suojaus

Rakentaminen sijoittui syksy- ja talviaikaan, joten on suojauduttava lumi- ja vesisateilta. Pienimmät materiaalit varastoitiin kontteihin, ja suuremmat varastoitiin ulos. Ulos varastoitavat materiaalit nostettiin lankkujen päälle, että ne ovat irti maasta. On myös huolehdittava, että ne sijoitetaan paikkaan, mihin vesi ei valu. Päälle asennettiin kevytpeitteet. On huolehdittava, että peite on ehyt ja peittää koko materiaalin myös sivuilta. Huomioon oli myös otettava tuulenpuuskat, joten kevytpeitteiden reunoille laitettiin painot tai ne naulattiin sivuilta kiinni, ellei materiaalia hetkeen tarvittu.

## 4.3 Maaperä ja perustus

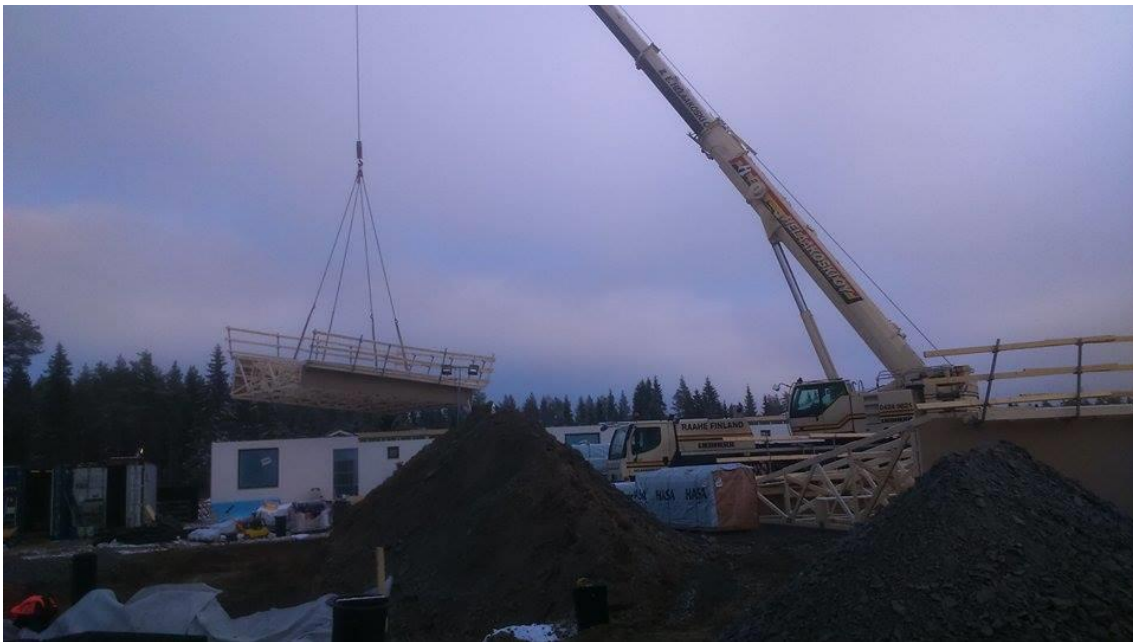
Kohteen pohjatutkimuksella oli todettu, että maaperä on kantavaa ja sitä ei tarvitse alkaa vaihtamaan. Viemäri- ja sadevesijärjestelmän asennukseen käytettiin apuna putkilaseria. Näin voitiin varmistua, että kallistukset tulevat oikein. Rakennuksen alla oleva pohjamaa muotoiltiin siten, että se kaataa rakennuksen keskeltä reuna-alueille ja reuna-alueiden kallistusten kautta kaivantoon. Salaojat asennettiin näiden kallistusten pohjalle. Näin salaojat ohjaavat perusvedet rakennuksen alta pois ja siitä perusvesikaivannon kautta sadevesijärjestelmään. Salaojituksen yhteyteen tehtiin kapilaarikatko sepelistä. Se estää kosteutta pääsemästä rakenteisiin. Kapilaarikatko toteutettiin 300 mm:n paksuisella sepelikerroksella ja tiivistettiin jyrää apuna käyttäen.

Sokkeleiden valun jälkeen saatiin asennettua niihin kiinni patolevyt. Patolevy estää kosteutta pääsemästä perustuksiin. Se myös muodostaa kapilaarikatkon ja veden valutuskerroksen, sillä lämpimästä sokkelista vesihöyry tiivistyy patolevyn pintaan ja valuu sitä kautta salaojiin. Patolevyn asennuksen jälkeen on routaeristyksen vuoro. Levyt asennetaan rakennuksen viereen estämään routimisen. Tämän jälkeen voitiin asentaa pintamaat ja muotoilla ne kallistamaan rakennuksesta pois päin.

## 4.4 Runko ja katto

Tässä kohteessa oli elementteihin asennettu valmiiksi ikkunat paikalleen. Elementtien saapuessa on kuitenkin tarkastettava, että ne eivät ole vaurioituneet kuljetuksen aikana. Elementit on syytä tilata oikeassa järjestyksessä. Täten nostokapasiteetti vähenee, kun ne voidaan asentaa järjestyk-

sessä paikoilleen. Työryhmä oli valmiiksi koonnut kattoristikot elementeiksi aina toisen talon perustuksien päällä, sillä näin pystyttiin seuraavana päivänä aloittamaan heti katon nosto paikoilleen (kuva 9). Näillä keinoin pystytään säästämään kustannuksissa tehokkaasti ja saadaan nopeasti vaippa umpeen. He myös jäivät pidemmäksi aikaa töihin, jotta aluskatteelle saatiin alusta naulattua paikoilleen, sillä seuraavana päivänä tuli jo huopamies asentamaan aluskatetta paikoilleen. Ovi-aukkojen kohdille asennettiin väliaikaisesti vaneriovet, jotta rakennuksesta ei karkaa lämpöä ja kosteus ei pääse sisään. Näin saatiin vain alle kolmessa päivässä estettyä kosteuden pääseminen rakenteisiin yhdessä rivitalokohteessa.



*KUVA 9. Katon asennus rungon päälle osissa*

#### **4.5 Maanvarainen betonilaatta ja kantavat väliseinät**

Ennen kantavien väliseinien valua on huolehdittava, että alusta on puhdas ja raudoitukset ovat kunnossa. Samoin tulee tarvittavien upotettavien pistorasioiden olla asennettuna paikoilleen. Myös muottiparien voitelu on muistettava, sillä muuten betoni tarttuu muottipariin sitä irrottaessa ja jättää epämiellyttävän jäljen seinään. Betonin lujuusluokka tarvitsi olla vain C20/25, sillä väliseinät ovat hyvissä olosuhteissa sisätiloissa. Valutyö sijoittui kylmään vuodenaikaan, joten muotteihin oli laitettava lämmöt päälle. On kuitenkin muistettava, että muoteissa lämmöt eivät saa olla liian korkeita, sillä on varottava betonin liian nopeaa kuivumista.

Maanvarainen laatta voitiin valaa, kun vaippa oli saatu tiiviiksi, sillä jos betoni pääsee kastumaan, se hidastaa lattian kuivumista. On myös huolehdittava, että sisäpuoliset eristykset, raudoitteet ja lattialämmitysputket olivat asennettuna paikoilleen. Lattialämmitysputket täytyy myös koeponnistaa, jotta voidaan havaita vuotokohta ennen valua. Jos koeponnistusta ei ole tehty ennen lattian valua, voi vuotokohta aiheuttaa kosteusvaurion.

Rakennusliikkeellä on otettu käyttöön SolidRh-järjestelmä kosteuden ja rakenteen lämpötilan seuraamiseen (liite 1). Lattiavalun yhteyteen asennettiin anturat. Anturoiden ja mittauslaitteen avulla pystytään seuraamaan betonilattian kuivumista sekä tekemään tarvittavia toimenpiteitä ajoissa, jos lattia ei kuivu tarpeeksi nopeasti. Lopullisen tuloksen kumminkin mittaa aliurakoitsija, joka käyttää porareikä- tai näytepalamenetelmää (6.)

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia työmaan kosteudenhallintaa ja sen aiheuttamia ongelmia. Opinnäytetyötä tehdessäni on tullut esille, kuinka tärkeää on riittävä aikataulu sekä asenteet rakentaa kosteusteknisesti oikein. Ellei ole laadittu realistista aikataulua ja rakennetaan kiireellä, tehdään usein virheitä. Huomasin tätä työtä tehdessäni, kuinka merkittävää onkin sijoittaa rakentaminen niin, että saadaan hyvät olosuhteet eri työvaiheille. Kuivamisajankohta onkin erittäin tärkeää sijoittaa talvelle, että rakenteet saadaan kuivaksi, sillä kesällä ilmankosteus on niin korkea, että rakenteet eivät kuivu tarpeeksi nopeasti.

Suojaamisen tärkeys nousee myös opinnäytetyössäni esiin. Se, että jaksetaan suojata materiaalit ja suojataan ne hyvin, on tärkeää. Muuten materiaalit pääsevät kastumaan ja saattavat aiheuttaa kosteusriskin rakennuksessa. Vaipan nopeasti umpeen saaminen on merkittävä asia kosteudenhallinnan kannalta. Kun vaippa on saatu umpeen, rakenteet eivät ole enää sateelle alttiita ja pääsevät kuivumaan. Lämmöt voidaan myös laittaa päälle, mikä nopeuttaa kuivumista.

Kuivaketju10 on hyvä asia, sillä kohteen kosteusteknisesti oikein rakentamista valvotaan ja dokumentoidaan. Tämän myötä ei tehdä virheitä rakentamisessa, vaan toteutetaan se, mitä on suunniteltu, eikä poiketa siitä. Kuitenkin jos rakennetaan eri tavoin kuin suunnitelmiin on merkitty, on perusteltava, miksi näin on tehty, ja hyväksytettävä se valvojalla.

Kaiken tämän tiedon omaksuminen on ollut minulle hyvästä. Ymmärrän nyt paremmin, miksi on tärkeää tehdä aikataulut sekä miksi jollain työvaiheilla on kiire. Olen myös omaksunut suojaamisen tärkeyden ja sisäistänyt asiat, jotka on otettava huomioon siinä. Kumminkin paljon vielä on opittavaa ja omaksuttavaa, sillä kosteudenhallinta on laaja alue.

## LÄHTEET

1. Lapti. Saatavissa: [www.lapti.fi](http://www.lapti.fi). Hakupäivä 18.3.2017
2. Seppälä, Pekka 2013. Rakentamisprosessin kosteudenhallinta – rakennuttajan laatuvalinnat, suunnittelu, työmaatoteutus ja ylläpito. Oulun yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut/rakennusvalvonta. Saatavissa: <http://www.rescaoulu.fi/wp-content/uploads/Rakentamisprosessin-kosteudenhallinta-Pekka-Sepp%C3%A4l%C3%A4-11.11.2013.pdf>. Hakupäivä 12.2.2017.
3. RIL 250 - 2011. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
4. Sisäilmayhdistys ry – Puolueetonta tietoa sisäilmasta. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi>. Hakupäivä 14.2.2017.
5. Pitkäranta, Miia (toim.) 2016. Ympäristöopas 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Ympäristöministeriö. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-11-4626-8>. Hakupäivä 14.2.2017.
6. Rakentamisen kosteudenhallinta. 2017. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/>. Hakupäivä 22.2.2017.
7. Hyrkäs, Vesa 2017. Työpäällikkö, Rakennusliike Lapti Oy. Haastattelu 17.3.2017.
8. Shalstedt, Satu – Linberg, Rita 2013. Materiaalien suojaus työmaalla. Mittaviiva Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140507.pdf>. Hakupäivä 22.2.2017.
9. Sääsuojat. Telinekataja. Saatavissa: <http://www.telinekataja.fi/vuokraa/saasuojat>. Hakupäivä 22.2.2017.
10. Sadevedet, salaojat ja patolevyt. 2014. Rakentaja.fi. Saatavissa: [https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8664/salaojat\\_ja\\_patolevyt.htm](https://www.rakentaja.fi/artikkelit/8664/salaojat_ja_patolevyt.htm). Hakupäivä 22.2.2017.

11. RT 81 – 10590. 1995. Routasuojusrakenteet. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10590.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 22.2.2017.
12. Hakkarainen, Iiro 2015. Rakennustyömaan rakennusaikainen kosteudenhallinta. Opinnäytetyö. Kuopio: Savonia ammattikorkeakoulu, tekniikan ja liikenteen ala. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/89651/Hakkarainen\\_Iiro.pdf?sequence=1](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/89651/Hakkarainen_Iiro.pdf?sequence=1). Hakupäivä 22.2.2017.
13. Merikallio, Tarja. Rakennustyömaan kosteudenhallinta. Humittest Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050502.pdf>. Hakupäivä 22.2.2017.
14. Merikallio, Tarja – Niemi, Sami – Juha, Komonen 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Lahti: Suomen Betonitieto Oy.
15. Wiiste. Saatavissa: [www.wiiste.com](http://www.wiiste.com). Hakupäivä 28.3.2017.
16. Kuivaketju10, 2015. Saatavissa: <http://kuivaketju10.fi/>. Hakupäivä 22.02.2017.
17. SolidRh RD1-lukulaite. Insinööripalvelu Jukola. Saatavissa: <http://www.insinoripalvelu.com/kauppa/solidrh-rd1-lukulaite/>. Hakupäivä 18.3.2017.
18. Huovanainen, Harri 2012. Kahden eri suhteellisen kosteuden mittauslaitteiston tutkiminen betonin kosteumittausten yhteydessä. Opinnäytetyö. Joensuu: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma. Saatavissa: <http://docplayer.fi/5016285-Kahden-eri-suhteellisen-kosteuden-mittauslaitteiston-tutkiminen-betonin-kosteusmittausten-yhteydessa.html>. Hakupäivä 28.2.2017.
19. Näytepalamenetelmä 2017. Rakentamisen kosteudenhallinta. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/mittaus/103-rakenteista-tehtaevaet-mittaukset>. Hakupäivä 28.2.2017.
20. Ennakkomarkkinoinnissa Asunto Oy Oulun Kanerva ja Asunto Oy Oulun Soittajansävel. Lapti. Saatavissa: <https://www.lapti.fi/lapti/lapti-uutiset/ennakkomarkkinoinnissa-asunto-oy-oulu-kanerva-ja-asunto-oy-oulu-soittajansavel>. Hakupäivä 18.3.2017.



## LIITTEET

### LIITE 1: HAASTATTELUIDEN KYSYMYKSET

1. Minkälaisia kosteudenhallinta menetelmiä rakennusliikkeessä on?
2. Materiaalien ja rakenteiden suojausmenetelmät?
3. Mitkä ovat yleisimmät puutteet kosteudenhallinnassa työmaalla ja puuttuuko valvoja näihin ongelma kohtiin?
4. Tuottaako aikataulu ongelmia kosteudenhallinnassa?
5. Kuinka seuraatte betonin kosteuspitoisuutta?
6. Onko Kuivaketju10 teillä jo käytössä ja onko mielestänne se hyvä asia?

LIITE 2: KUIVAKETJU 10- RISKILISTA. Saatavissa:

[http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2015/11/Kuivaketju10-Riskilista\\_20161130.pdf?x70712](http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2015/11/Kuivaketju10-Riskilista_20161130.pdf?x70712)

## Riittämätön kokonaisaikataulu vaikeuttaa merkittävästi Kuivaketju10:n onnistumista.

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

## Epärealistinen aikataulu:

### Riittämätön kokonaisaikataulu vaikeuttaa merkittävästi Kuivaketju10:n onnistumista.

- **Suunnitteluun, työmaavaiheeseen ja käyttöönottoon täytyy varata riittävästi aikaa**
  - Jotta Kuivaketju10-riskilistan riskit on mahdollista torjua rakennusprosessin eri vaiheissa, täytyy kaikkiin vaiheisiin varata riittävästi aikaa. Liian tiukalla aikataululla toteutetussa hankkeessa työtä on mahdoton tehdä Kuivaketju10-toimintamallin mukaisesti.

## Maanvaraisten rakenteiden kastuminen:

### 1. Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakenteita

- **Maanpinta pitää kallistaa rakennuksesta pois päin**
  - Maanpinta tulee olla kauttaaltaan kallistettuna rakennuksesta pois päin, jotta pintavedet eivät kastele rakennuksen perustuksia. Vähimmäiskallistuksena rakennuksen ympärillä pidetään yleensä kolmen metrin etäisyyteen saakka 1:20 (15 cm:ä 3 metrin matkalla). Riittävät maanpinnan kallistukset ovat osa toimivaa tontin kuivatusjärjestelmää.
- **Rakennuksessa tulee olla toimiva salaojitusjärjestelmä**
  - Salaojitusjärjestelmän tarkoituksena on rakennuksen vierustojen ja alusrakenteiden kuivattaminen. Tällä estetään kosteuden siirtyminen maapohjasta rakenteisiin. Järjestelmän pitää olla yhtenäinen kokonaisuus sisältäen varsinaisen salaojaputkituksen ja oikeanlaiset maa-aineskerrokset. Salaojaputken yläpinta sijaitsee aina perustuksen alapintaa alempana tai anturan ja sokkelin välissä tulee olla kapillaarikatko. Pohjamaanpinta ja salaojaputkisto tulee olla riittävästi kallistettu, jotta vesi virtaa kokoojakaivolle saakka.
- **Pinta- ja sadevedet pitää ohjata pois rakennuksen viereltä myös poikkeustilanteissa**
  - Pinta ja sadevedet tulee johtaa hallitusti pois kattopinnoilta ja kaikilta pihan vettä läpäisemättömiltä pinnoilta. (Pintavesisuunnitelma.) Tämän lisäksi tulee suunnitella vaihtoehtoinen sadevesijärjestelmä poikkeustilanteita varten. Varsinaisen järjestelmän tukkeutuessa pitää vedet johtaa esimerkiksi pintoja pitkin riittävän kauas rakennuksesta.

## Ulkoseinän vesivuodot:

### 2. Sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinärakenteen sisälle

- **Ulkoseinärakenteessa täytyy olla yhtenäinen vesitiivis kerros**
  - Sadevettä pääsee tunkeutumaan julkisivupinnan taakse erityisesti liitoksien sekä ikkuna- ja oviliittymien kautta. Julkisivupinnassa tai heti sen takana tulee olla yhtenäinen roiskevedenpitävä kerros tai pinta, jolla estetään veden tunkeutuminen syvemmälle rakenteeseen. Huomiota tulee kiinnittää erityisesti liitoksien, liittymien ja läpivientien detaljisuunnitteluun. Seinärakenteen täytyy lisäksi mahdollistaa sisältäpäin tulevan vesihöyryn poistumisen rakenteesta.
- **Julkisivupinnan taakse päässyt vesi pitää johtaa hallitusti pois seinärakenteesta**
  - Julkisivupinnan taakse tunkeutuneen veden poisto täytyy järjestää hallitusti. Pääsääntöisesti vedenpoisto järjestetään bitumikermikaistojen tai pellitysten avulla seinän alareunasta, ikkuna- ja oviaukkojen yläpuolelta sekä seinien epäjatkuvuuskohdista. Rakenteen pitää pystyä kuivumaan riittävän nopeasti kosteusrasituksen jälkeen. Ylimääräisen kosteuden poisto julkisivupinnan takaa edellyttää rakenteellisen vedenpoiston lisäksi taustan tuulettamista kauttaaltaan.

## Vesikaton läpäisevä vesisade

### 3. Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan

- **Aluskate on tehtävä niin vedenpitäväksi, että se toimisi myös ainoana katteena**
  - Aluskatteen pitää toimia vesikatteen tavoin täysin vedenpitävästi ilman varsinaisia katettakin. Läpivientien ja ylösnostojen vesitiivis toteutustapa tulee esittää suunnitelmissa. Tuulenpaineesta aiheutuva sadeveden nousu ylöspäin pitkin aluskatetta tulee myös ottaa huomioon suunnittelussa. Oikein toteutettuna vesikatteen läpäisevä vesi poistuu aluskatetta pitkin ulkoseinärakenteen ulkopuolelle tunkeutumatta yläpohjaan tai muualle rakennukseen. Aluskatteetomia vesikattoja, kuten esimerkiksi huopakattoja, koskevat samat tiiveysvaatimukset kuin aluskatetta.
- **Aluskatteen käyttöiän pitää olla vähintään vesikatteen käyttöiän pituinen**
  - Vesikatto vaatii toimiakseen ehjän ja yhtenäisen aluskatteen. Koska aluskatteen uusiminen vaatii käytännössä myös vesikatteen uusimisen, tulee aluskatteen ja siihen liittyvien osien, tiivistysten ja muiden vastaavien käyttöiän olla vähintään yhtä pitkiä kuin varsinaisen vesikatteen.

## Ilmansulun vuotokohdat

### 4. Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi.

- **Ilmansulun läpiviennit ja liittymät tulee suunnitella ja toteuttaa ilmatiiviiksi**
  - Jotta riittävä ilmatiiviyys saavutetaan, täytyy suunnittelijan suunnitella detaljit läpivientien, ikkuna- ja oviaukkojen sekä rakennetyyppien välisten liitosten ilmatiiviyttä toteutuksesta. Kaikkien ilmansulun läpivientien ja liitosten tulee säilyä tiiviinä koko rakennuksen käyttöiän ajan. Liitosdetaljit tulee esittää vähintään 1:5 mittakaavassa. Ilmansulkukerros toimii yleensä höyrynsulkumuovi tai tiivis runkorakenne.
- **Sisäpuolisen ilmapuolustuksen pitää olla alle yksi**
  - Riittäväällä ilmatiiviydellä varmistetaan, ettei rakennuksessa ole ilmapuolustuksia, joiden kautta rakenteisiin pääsisi siirtymään ylimääräistä kosteutta. Ennen sisäleivytystä suoritetaan lämpökuvaukset mahdollisten ilmapuolustusten löytämiseksi. Kuvauksen ajaksi rakennukseen muodostettava alipaine voidaan toteuttaa esimerkiksi kanavapuhaltimella. Rakennuksen käyttöönoton yhteydessä suoritetaan virallinen tiiveysmittaus, johon voidaan tarvittaessa yhdistää lämpökuvaukset.

## Ilmanvaihdon puutteellinen toiminta

### 5. Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin

- **Ilmamäärät täytyy mitoitaa riittävän suuriksi ja järjestelmä tulee säätää suunnitelmien mukaiseksi**
  - Ilmanvaihto täytyy mitoitaa rakennuksen käyttötavan ja käyttäjien määrän perusteella. Ilmanvaihdon säädölle pitää varata riittävästi aikaa rakennuksen käyttöönotossa. Ilmavirrat tulee säätää siten, että rakennuksen painesuhteet ovat mahdollisimman lähellä tasapainotilannetta. Kokonaisilmanvaihtokerroksen ja tilakohtaisten ilmamäärien tulee olla määräysten mukaisia.
- **Märkätilojen käytöstä aiheutuva kosteuskuorma pitää poistaa tehokkaasti**
  - Riittäväillä tulo- ja poistoilmamäärillä ylimääräinen kosteus saadaan poistettua märkätiloista pintojen ja rakenteiden vaurioitumatta. Märkätiloissa tulisi käyttää ilman kosteuden mukaan automaattisesti säätävää tai manuaalisesti tehostettavaa ilmanvaihtoa. Oikein mitoitettua ilmanvaihtoa pitäisi kuivattaa märkätilan pinnat käytön jälkeen noin puolessa tunnissa.

## Vesiputkien vuodot

### 6. Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kiinteistöön laajoja vesivahinkoja

- **Vesiputket pitää koeponnistaa ennen niiden peittämistä**
  - Käyttövesi- ja lämmitysputkien tiiveys tulee varmistaa koeponnistuksella, kun kaikki liitososat ovat vielä näkyvillä. Koeponnistusta suorittaessa täytyy huomioida eri materiaalien erilaiset vaatimukset käytettävästä koemenetelmästä.
- **Käyttövesiputket asennetaan aina suojaputkeen**
  - Käyttövesiputkien vuodot aiheuttavat laajoja vesivahinkoja kaiken tyyppisissä rakennuksissa. Vesiputket täytyy aina asentaa suojaputkiin siten, että mahdollinen vuoto purkautuu tilaan, jossa on lattiakaivo ja vuotoveden kestävä pintarakenteet. Käyttövesi- ja lämmitysverkoston vuotojen hälytysjärjestelmä pienentää vahingon riskiä, mutta ei korvaa rakenteellisia ratkaisuja, jotka tuovat vuodon esiin.

## Märkätilan pintojen vesitiiveys

### 7. Huonosti toteutetussa märkätilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet

- **Lattiapinnat täytyy kallistaa koko alaltaan riittävästi kohti lattiakaivoa ja pinnoissa ei saa olla painanteita**
  - Märkätilan lattiapinnan kallistukset pitää toteuttaa siten, että ne johtavat veden lattiakaivoon ja pinnan täytyy lisäksi olla niin tasainen, ettei vesi lammikoidu lattialle. Tämän toteuttamiseksi suunnitelmissa tulee olla merkittynä lattiapinnan korkeudet vähintään nurkissa sekä lattiakaivon ja kynnyksen kohdalla. Korkeustasot ja pinnan tasaisuus tulee varmistaa ennen vedeneristystä.
- **Märkätilan pinnoille pitää tehdä vain välttämättömimmät läpiviennit**
  - Läpivientien sijoittamista märkätilojen lattia- ja seinäpinnoille täytyy välttää. Lattiapintaan saa tehdä ainoastaan välttämättömimmät viemärläpiviennit. Lattiakaivoa lukuun ottamatta läpiviennit pitää tehdä riittävän etäälle roiskevesialueelta. Läpiviennit tulee sijoittaa riittävän etäälle viereisistä pinnoista ja katkaista niin korkealta, että niiden vesieristäminen on mahdollista.
- **Vedeneristyksen täytyy olla kauttaaltaan riittävän paksu ja se tulee varmistaa mittaamalla**
  - Vedeneristyksen tekijällä täytyy olla märkätilojen vedeneristäjän sertifikaatti. Vedeneristys pitää toteuttaa siten, että eristettävillä pinnoilla on kauttaaltaan riittävä kerrospaksuus. Asentajalla tulee olla käytössä detailjipiirroksat vedeneristyksen liittymisestä lattiakaivoon, hanakulmarasioihin ja muihin läpivienteihin sekä tulvakynnykseen. Valmiin vedeneristyksen kuivakalvon paksuus tulee varmistaa luoppimittauksella.

## Betoni-rakenteiden päällysteiden vaurioituminen

### 8. Kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällystemateriaalin turmeltumisen

- **Betonirakenteet täytyy kuivata oikeassa lämpötilassa ja kosteuspitoisuudessa**
  - Betonin kuivumiselle tulee mahdollistaa suotuisat olosuhteet, koska kuivuminen on tehokasta vasta kun kuivatettavien tilojen lämpötila on noin +20 °C ja suhteellinen kosteus alle 50 %. Kuivatettavaa tilaa voidaan joutua lämmitämään sekä lisäämään tilan tuuletusta tai käyttämään kosteudenpoistajaa. Pinnan liian nopea kuivuminen täytyy kuitenkin rajoittaa halkeilun vähentämiseksi.
- **Betonirakenteiden kosteuspitoisuus pitää varmistaa mittauksin**
  - Päällystettävien betonirakenteiden riittävällä kuivumisella varmistetaan, etteivät käytetty päällystemateriaali ja mahdollinen kiinnitysliima turmellu alusrakenteen kosteudesta. Kuivumisen etenemistä tulee seurata kosteusmittauksin koko kuivatusjakson ajan. Betonirakenteiden pinnoituskelpoisuus tulee osoittaa luotettavin, asiantuntijan tekemin kosteusmittauksin. Suunnittelijan yhdessä mittauskonsultin kanssa asettamat kosteuspitoisuuden raja-arvot tulee alittaa huomioiden mittaustekniikan epätarkkuus.

## Materiaalien kastuminen

### 9. Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen

- **Materiaalit pitää suojata kastumiselta**
  - Rakennukseen käytettävät materiaalit tulee suojata huolellisesti kastumiselta. Jos materiaaleja kuitenkin pääsee kastumaan, tekee rakennesuunnittelija arvion siitä, täytyykö materiaalit uusia vai voiko ne kuivata ja miten kuivaaminen tulee suorittaa. Kastuneita tai turmeltuneita materiaaleja ei saa asentaa rakennukseen. Työmaalla tulee suosia materiaalien täsmätoimituksia työmaa-varastoinnin sijaan. Pakollisen varastoinnin tulee olla hyvin suunniteltua ja sen toteutusta tulee seurata.
- **Rakenteiden suojaaminen täytyy ratkaista jo suunnitteluvaiheessa**
  - Suunnitteluvaiheessa tulee esittää kastumiselle alttiiden rakenteiden ja rakennusosien suojuskeinot. Esimerkiksi betonielementtien suojaus valmistuksen, kuljetuksen, varastoinnin ja asennuksen aikana tulee suunnitella tarkoin. Rakennustyönaikaisten sulamis- ja sadevesien poisjohtaminen holveilta tulee ratkaista yhdessä urakoitsijan kanssa. Työjärjestyksen tulee olla sellaisia, että rakentamisai- kainen kuivanapito on mahdollista. Sisäpuolisia kastumiselle alttiita työvaiheita ei saa tehdä, ennen kuin rakennuksen vaippa on ummessa lumi- ja vesisadetta vastaan.

## Heikko ylläpito

### 10. Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti

- **Rakennusta täytyy tarkkailla jatkuvasti**
  - Silmämääräisesti poikkeavat havainnot tulee tarkastaa ja tutkia. Pintojen värimuutokset, kupruilut sekä poikkeavat hajut ovat jo merkittäviä muutoksia, joiden johdosta täytyy ryhtyä välittömiin toimenpiteisiin muutosten syiden selvittämiseksi ja korjaamiseksi.
- **Rakennusta tulee ylläpitää (huoltaa ja kunnossapitää) laaditun huoltokirjan mukaisesti**
  - Rakennuksesta pitää laatia huoltokirja, johon on sisällytetty Kuivaketju10-osio. Osiossa on esitetty vaatimukset niistä riskilistan riskeistä, joihin liittyy ylläpito-toimenpiteitä. Huoltokirjassa tulee esittää vaadittavat säännölliset tarkastukset ja huoltotoimenpiteet. Kirjan tulee sisältää tiedot rakennusosien käyttöikäta- voitteista, arvioiduista kunnossapitajaksoista sekä kunnossapitotoimenpiteistä. Huoltokirjan tulee sisältää riittävästi tietoa rakennuksen ja sen osien ylläpidon järjestämiseksi. Ylläpidon toteuttamista tulee seurata ja dokumentoida.