

Johan Heikkilä

## **Työmaan kosteudenhallintaohje**

## **Työmaan kosteudenhallintaohje**

Johan Heikkilä  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka, Korjausrakentaminen

---

Tekijä: Johan Heikkilä  
Opinnäytetyön nimi: Työmaan kosteudenhallintaohje  
Työn ohjaaja: Kimmo Illikainen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2017  
Sivumäärä: 55

---

Kosteus- ja sisäilmaongelmia on Suomessa valtavasti, etenkin julkisissa rakennuksissa. Työmaalla kosteudenhallinnasta on vastuussa yleensä vastaava mestari. Hänen asenteensa ratkaisee, kuinka hyvin asiat hoidetaan työmaalla. Myös raha ja aikataulu ovat isossa osassa, kun yritetään rakentaa kuivia rakennuksia. Mestarin vastuu on suuri, ja häntä myös saatetaan painostaa ylemmältä taholta. Tästä syystä hän voi joutua tekemään riskialttiita päätöksiä, jotka voivat aiheuttaa ongelmia tulevaisuudessa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli laatia yleinen ohjeistus Rakennusliike Lehdolle kosteudenhallinnasta rakennustyömaalla. Ohjeen tarkoitus on myös auttaa yritystä dokumentoinnissa rakentamisen aikana. Työssä käsitellään kosteudenhallinnan kannalta kriittisimpiä kohtia rakennustyömaalla. Työn toteuttamiseen on riittävästi aineistoa saatavilla. Aineistoa oli rakennusfysiikan puolelta ja etenkin betonin kuivumiseen liittyvää materiaalia oli runsaasti. Toteutin opinnäytetyönipääasiassa kirjallisuuteen pohjautuvana. Työhön sisältyi yksi työmaavierailu ja muutamia puhelinkeskusteluja. Kosteuden aiheuttamista ongelmista ja niiden ennaltaehkäisemisestä tiedetään kyllä riittävästi, mutta työmaalla niihin ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota.

Opinnäytetyön alussa selitetään teoreettisesti kosteudenlähteet ja kosteuden siirtyminen rakenteissa. Sen jälkeen käsitellään kosteudenhallinnassa huomioitavia tekijöitä rakennustyömaalla. Työssä on pyritty havainnollistamaan aihealueita valokuvien, ja näin helpotetaan asioiden käsittelemistä.

Liitteeksi laadin toimeksiantajalleni ohjeistuksen, joka sisältää työmaakäyttöön liittyviä tarkastuslistoja. Listoista voidaan tarkastaa, ovatko työvaiheet toteutettu sovitusti. Liite sisältää myös ohjeistusta.

---

Asiasanat: Kosteudenhallinta, kosteus, kuivatus, olosuhdehallinta

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil Engineering, House Building Engineer

---

Author: Johan Heikkilä

Title of thesis: Moisture Control Instruction

Supervisor: Kimmo Illikainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2017

Pages: 55

---

Moisture and indoor air problems are enormous in Finland, especially in public buildings. At the construction sites, the corresponding foreman is generally responsible for moisture management. His attitude determines how well things are handled on site. Financial factors and timetables also play a major role when aiming to build dry buildings. The foreman's responsibility is tough and he may also be put under pressure from the superior conductor. For this reason, he may have to make risky decisions that may cause problems in the future.

The aim of this thesis was to provide general guidance for the Lehto construction company concerning moisture management on the construction sites. In addition, the purpose of the guideline was also to assist the company in documenting the construction. The work handles the most critical points of the moisture control on construction sites.

The theses was compiled mainly on the literature. The work included one construction site visit and a few telephone conversations. There is enough knowledge available about the problems caused by moisture and prevention of it, but construction sites do not always pay enough attention to them.

At the beginning of the thesis, the theoretical background of moisture and moisture transfer in structures are explained. Furthermore, the work handles different issues of moisture management on the construction sites. This thesis tends to illustrate the topic by photographs and thus facilitates handling of the issues.

As an appendix, Instructions that contain checklists from different topics to be used at construction sites were created. The lists can be checked to see if the work phases have been implemented as agreed. The appendices contains also the guidance.

---

Keywords: Moisture control, moisture, drying, control of conditions



## **ALKULAUSE**

Tein opinnäytetyöni yhteistyössä Rakennusliike Lehdon kanssa. Haluan kiittää Rakennusliike Lehtoa mielenkiintoisesta aiheesta ja opinnäytetyön ohjauksesta. Aihevalinta oli minulle mieleinen, koska opiskelen korjausrakentamisen opintolinjalla ja uskon, että oikealla rakentamisella on myös terveydellistä ja yhteiskunnallista merkitystä. Opinnäytetyöni aikana pääsin vierailemaan työmaalla ja haastattelemaan rakennusalan ammattilaisia. Sisäilmaongelmat ja kosteusvauriot ovat hyvin yleisiä rakennustyömailla. Tulevaisuudessa kaikkien menestyvien yritysten on kiinnitettävä huomiota kosteudenhallintaan. Toivottavasti osaamme rakentaa tulevaisuudessa paremmin.

Oulussa 21.5.2017

**Johan Heikkilä**

# SISÄLLYS

1. JOHDANTO	7
2. KOSTEUS	8
2.1 Kosteudenlähteet	8
2.1.1 Sadevesi	9
2.1.2 Pohjavesi	9
2.1.3 Vuodot	9
2.1.4 Kapillaarinen vedenliike	10
2.2 Kosteuden siirtyminen rakenteisiin	10
2.2.1 Diffuusio	10
2.2.2 Konvektio	10
2.2.3 Kondensoituminen	10
3. TYÖMAAN OLOSUHDEHALLINTA	12
4. MATERIAALIEN VARASTOINTI	14
4.1 Suojaus	14
4.2 Varastointipaikat	15
4.3 Rakennuksen työmaa-aikainen suojaus	16
4.4 Rakenteiden työmaa-aikainen suojaus	16
4.5 Rakenteiden kuivatus	19
4.5.1 Kuivaimet ja puhaltimet	20
4.5.2 Kuivatussuunnitelma	22
4.6 Rakenteiden kuivumisaika-arviot	23
4.6.1 Aikataulut	23
4.6.2 Mahdolliset ongelmatilanteet	24
4.7 Kosteusmittausuunnitelma	26
4.7.1 Kosteusmittausvyvydet	27
4.8 Kosteuden seuranta	28
4.8.1 Rakennuksen valmistuttua	28
5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	30

# 1. JOHDANTO

Valitsin opinnäytetyöni aiheeksi rakennustyömaiden kosteudenhallinnan, koska halusin perehtyä kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyyn. Rakennusten kosteusvaurioiden pohjalta syntyneet sisäilmaongelmat ovat jo merkittävä terveydellinen ja yhteiskunnallinen ongelma Suomessa. Monet julkiset rakennukset, kuten koulut, päiväkodit ja sairaalat ovat ongelmissa sisäilmaongelmien kanssa. Niiden korjaamiseen käytetään rahaa miljoonia euroja vuosittain, eikä tiloja saada aina parannettua kuin hetkeksi.

Kosteusmikrobien saastuttaman sisäilman on todettu lisäävän mm. astmaa ja tulehdusperäisiä sairauksia. Juuri julkaistussa Tuula Poluksen, Turun yliopistossa tekemässä tutkimuksessa kartoitettiin eri yliopistonsairaaloiden sisäilmaongelmia. Tutkimuksessa todettiin, että eniten sisäilmaongelmia olevissa sairaaloissa henkilökunnassa oli astmaa ja reumasairauksia yli 50 prosenttia enemmän kuin verrokkiväestössä.

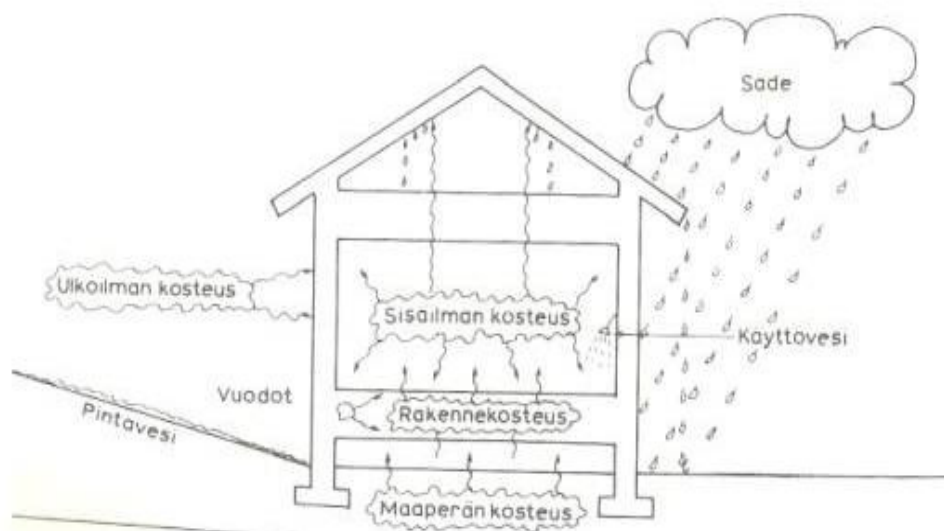
Koulujen ja päiväkotien oppilaat ovat yhteiskuntamme tulevia työntekijöitä. Heidän sairastumisensa jo lapsena sisäilmaongelman vuoksi rajoittaa ammatinvalintaa ja lisää yhteiskunnallisia kustannuksia mm. lääkekorvattavuuden ja sairauspoissaolojen muodossa.

Rakennustenvälvojidellä ja- työntekijöillä tulisi olla eettiset periaatteet, joihin kaikki sitoutuvat. Vain korkealla moraalilla tehty rakennustyö tuottaa kaikin puolin terveen rakennuksen.

## 2. KOSTEUS

”Kosteus tarkoittaa kemiallisesti sitoutumatonta vettä kaasumaisessa (vesihöyry), nestemäisessä (vesi) tai kiinteässä (jää) olomuodossa.” Lähes kaikki huokoiset materiaali imevät itseensä jonkin verran kosteutta. Näin, materiaaleihin ja rakenteisiin voi päästä kosteutta myös rakentamisen aikana. Rakentamisessa kosteudesta suoritetaan laskelmia tietokoneohjelmilla ja pohditaan rakenteen kosteusteknistä toimivuutta. Laskelmat eivät aina kuitenkaan toteudu käytännössä ja tästä voi seurata ongelmia myöhemmin. Meillä Suomessa on neljä vuodenaikaa ja kaikki ovat erilaisia. Materiaalien ja rakenteiden toimivuutta eri olosuhteissa tulee tarkkailla ja tehdä mittauksia vähintään vuoden ajan, jotta saadaan luotettavia tuloksia. Pelkkä kosteus ei yksistään aiheuta ongelmia rakentamisessa. Olennaisempaa vain se, ettei rakenne pääse kuivumaan. Syitä kosteusongelmiin voi löytyä mm. suunnitelmista, rakentamisaikaisesta toteutuksesta tai rakennuksen käyttäjän virheellisestä käytöstä. (5, s.65-66.)

### 2.1 Kosteudenlähteet



KUVA 1. Kosteuden tuottajat (sisäilmayhdistys.fi)

### 2.1.1 Sadevesi

Sadevesi on kosteudenlähteistä näkyvin ja rasittaa rakennusta joka puolelta. Suomessa sade voi esiintyä vetenä, lumena tai räntänä. Sade kohdistuu eniten rakennuksen kattoon, mutta myös julkisivuihin ja muihin vaakarakennelmiin. Osa sadevedestä imeytyy vajovetenä maaperään aina pohjaveteen saakka ja osa kulkeutuu maanpintoja pitkin viemäriverkostoon, tai ojiin, järviin tai jokiin. (5, s.66-67.)

**Sadetta 1 mm = 1 litra/m<sup>2</sup>**  
**Lunta 1 cm = 1 litra/m<sup>2</sup>**

---

KUVA 2. Vedenmäärä litroina erilaisissa olomuodoissa (15, s. 6.)

### 2.1.2 Pohjavesi

Pohjavesi on yleensä pysyvästi maanpinnan alla ja kallioperässä. Pohjaveden pinta vaihtelee alueittain hyvin paljon. Pinnan vaihteluun vaikuttavat mm. vuotuinen sademäärä ja alueen viemäriverkosto. Pohjaveden korkeus on otettava huomioon rakennuksen perustamissyvyyttä suunniteltaessa. (5, s. 67.)

### 2.1.3 Vuodot

Vuodot ovat yleinen ongelma rakentamisessa. Ne johtuvat huonosta suunnittelusta tai rakentamisaikana tehdyistä virheistä. Yleisimpiä vuotokohtia ovat mm. katot, putkistot ja rakenteiden liittymiskohdat. (5, s. 67-68.)

#### **2.1.4 Kapillaarinen vedenliike**

Kapillaarinen vedenliike on huokoisalipaineen synnyttämän nesteen liikkumista. Yleensä puhutaan maaperän kapillaarisesta vedennoususta. Rakentamisessa kapillaarinen liikehdintä riippuu materiaalin karkeudesta. Materiaalit pyrkivät kapillaariseen tasapainokosteuteen ja tämä estetään erilaisilla kapillaarikatkoilla. Kapillaarisen veden nousukyky voi olla jopa 10 metriä maalajista riippuen. (5, s. 68.)

#### **2.2 Kosteuden siirtyminen rakenteisiin**

Kosteus voi siirtyä rakenteisiin joko diffuusion vaikutuksesta tai konvektiona. Kondensoituminen on seuraus diffuusiosta tai konvektiosta, jos rakennetta ei ole suunniteltu oikein. (5, s. 70.)

##### **2.2.1 Diffuusio**

Melkein kaikki rakennusmateriaalit läpäisevät vesihöyryä. Kun kosteus liikkuu vesihöyrynä rakenteen läpi, tätä kutsutaan diffuusioksi. Kosteus liikkuu yleensä lämpimästä tilasta kylmempään tilaan. (5, s. 70-71.)

##### **2.2.2 Konvektio**

Vesihöyryn konvektio tarkoittaa ilman sisältämän vesihöyryn liikkumista kokonaispaineron vaikutuksesta. Konvektio voi esiintyä joko luonnollisena konvektiona tai pakotettuna. Luonnollista konvektiota tapahtuu, kun rakennuksessa on paljon huokoista materiaalia ja ilman tiheyserot vaihtelevat. Pakotettu konvektio taas liikkuu reikien ja rakojen kautta. (5, s. 71-72.)

##### **2.2.3 Kondensoituminen**

Kondensoituminen on tapahtuma, jossa vesihöyry tiivistyy vedeksi. Yleensä vesihöyry tiivistyy kylmää pintaa vasten, mutta se voi myös tapahtua rakenteen sisässä suhteellisen kosteuden ollessa 100%.

Rakentamisessa kondensoitumisesta on usein haittaa rakenteille. Yleisiä kosteuden tiivistymiskohtia ovat mm.

- kylmät ikkunalasit
- kylmäsilat
- höyrynsulussa olevat reiät (mahdollistaa konvektio virtauksen)
- höyrynsulun puutteellisuus tai väärä sijainti. (5, s. 72.)

### 3. TYÖMAAN OLOSUHDEHALLINTA

Rakennustyömaan olosuhdehallinta on yleiskäsite, jolla pyritään estämään rakenteiden ja rakennusmateriaalien kastuminen koko rakennusprojektin aikana. Olosuhteiden hallitseminen alkaa huolellisella suunnittelulla. Huolehditaan, että työmaalla on riittävä määrä sääsuojia ja peitteitä, joilla voidaan estää rakenteiden ja materiaalien kastuminen. Olosuhdehallintasuunnittelusta on vastuussa rakennustyömaan vastaava mestari tai hänen nimeämä henkilö (1, s.101.)

Suomessa on neljä vuodenaikaa, jotka hankaloittavat rakentamista jonkin verran. Ne koostuvat erilaisista säätekijöistä, joita ovat ulkolämpötila, auringonsäteily, tuuli ja sateet. (5, s. 7.) Vuodenajoilla on omat hyvät ja omat huonot puolensa. Lämpötilan vaihtelut voivat olla jopa 60 astetta eri vuodenaikoina. Vuodenajoista talvi tuo mukanaan erilaisia haasteita.

Rakenteiden ja materiaalien kuivattamisen kannalta tärkein asia on ulkoilmaan sitoutuneen veden määrä. Jos ilman suhteellinen kosteus on 100% kuivumista ei tapahdu. Talvella ilma on yleensä melko kuivaa, joten suhteellinen kosteus on pieni ja kuivatus onnistuu helposti. Talvella joudutaan käyttämään paljon erilaisia lämmittimiä. Lumi ja pakkanen hidastavat jonkin verran työskentelyä ja näin aiheuttavat lisäkustannuksia. Nämä ovat asioita, jotka ovat huomioitava esimerkiksi hankeaikataulua suunniteltaessa. (7, s.11.)



## BETONINVALAJAN VUODENAJAT

<b>KEVÄT</b>	<b>KESÄ</b>
<p>Keväällä ulkoilman kosteus voi olla alhainen.</p> <p>Veden haihtuminen betonista on nopeaa. Muista huolellinen betonin jälkihoito.</p> <p>Päivä- ja yölämpötilojen ero voi olla suuri. Varmista rakenteiden lämpöliikkeet ja tarkista massojen valinta rakenteisiin.</p>	<p>Betonin lämmön tuotto voi lämpimässä ilmassa olla liian suuri ja siitä syntyy halkeiluriski.</p> <p>Muista sopivat massan valinnat.</p> <p>Kiinnitä erityistä huomiota jälkihoitoon, etenkin aurinkoisina ja tuulisina päivinä.</p>
<b>SYKSY</b>	<b>TALVI</b>
<p>Yleensä hyvät valuolosuhteet.</p> <p>Muista viilenevän ilman vaikutus massan lujittumiseen – hiertoajankohdan viivästyminen.</p> <p>Viilenevät valualustat – massan kerroksittainen sitoutumisriski – hierto-ongelmat.</p>	<p>Talvi alkaa kun ilman lämpötila laskee alle 10 asteen, jolloin betonin lujuuden kehitys alkaa oleellisesti hidastua.</p> <p>Varmista massan valinnalla olosuhteisiin riittävä massan lämmön- ja lujuuden kehitys</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- betonin lujuusluokan nosto</li><li>- Rapid-betonit</li></ul> <p>Varmista valualustan ja liittyvien rakenteiden riittävä lämpötila.</p> <p>Varaudu lämmitykseen ja suojaamiseen.</p>

KUVA 3. Karkeita arvioita betonin valuolosuhteista (14, s.11.)

## 4. MATERIAALIEN VARASTOINTI

### 4.1 Suojaus

Nykyään rakentamisessa suositetaan kuivaketju-ajattelua. Urakoitsijan on vaadittava jo tavaran toimittajasta lähtien, että materiaalit ovat hyvin suojattuna koko kuljetuksen ajan. Suomen rakentamismääräys kokoelmassa määrätään, että rakennustarvikkeet ja -aineet on suojattava kastumiselta koko rakentamisen aikana. ”Peruseriaatteena työmaalla tulee olla, että sääsuojia on riittävästi sekä rakenteiden että rakennusmateriaalien suojaamiseen”. (6, s. 8).



*KUVA 4. Huonosti suojattu materiaali*



*KUVA 5. Hyvin suojattu materiaali*

Sääsuojien tulee olla riittävän suuria ja kestäviä. On myös huolehdittava, että rakennusmateriaalit ovat irti maasta työmaalla, jotta maankosteus ja valumavedet eivät pääse imeytymään niihin. Työjohton on huolehdittava, että suojaukset toimivat päivittäin koko prosessin ajan. Näin vältetään tarpeettomilta

materiaali vahingoilta ja rakenteiden kuivattamisen määrä vähenee. Vaikka materiaalit on suojattu oikein, ne kuitenkin imevät ilmasta itseensä kosteutta. Tämä on huomioitava rakenteiden kuivatusta suunniteltaessa. (21, s. 26)

#### **4.2 Varastointipaikat**

Varastointipaikoissa on noudatettava tavaran toimittajan ohjeistusta. Elementit ja muiden tuotteiden kunto on syytä tarkastaa heti, kun tavarat saapuvat työmaalle. Sääsuojaus poistetaan vasta hiukan ennen asennusta. Peruseriaatteena työmaalla on, että materiaalit puretaan kuljetuskalustosta mahdollisimman lähelle rakennuskohdetta. Kuitenkin niin, että siitä ei aiheudu haittaa rakentamiselle. Materiaalien varastointialue on määrätty aluesuunnitelmassa. (21, s. 26).



*KUVA 6. Hyvin tuetut elementit*

### **4.3 Rakennuksen työmaa-aikainen suojaus**

Rakennuksen työmaa-aikaiseen suojaukseen suhtaudutaan hiukan välinpitämättömästi. Tehdään oletuksia, että kyllä rakenne kuivuu, kun saadaan lämmöt rakennukseen päälle. Työmaa-aikaisella suojauksella on myös suuri vaikutus työviihtyvyyteen. Useimmiten ihminen pitää enemmän työskentelemisestä kuivissa tiloissa.

Taloudellisin tapa saada rakennus sääsuojaan on saada vesikatto rakennuksen päälle. Vesikatto suojaa kattoa ja myös seiniä räystäiden ansiosta suoralta sateelta.

Rakennusliike Lehto suosii elementtirakentamista. Elementtirakentaminen on nopeaa ja toimii hyvin yhdessä kuivaketju- ajattelun kanssa. Tavarantoimittaja huolehtii, että elementti pysyy kuivana kuljetuksen ajan. Urakoitsija taas pyrkii asentamaan elementit mahdollisimman nopeasti paikoilleen. Näin vältetään turhalta suojaamiselta ja varastoinnilla. Esimerkiksi Lehdon päiväkotityömaalla Limingassa seinäelementtien asentamiseen kului kaksi päivää.

### **4.4 Rakenteiden työmaa-aikainen suojaus**

Esimerkki työmaalla puuelementit saapuvat työmaalle julkisivupanelointi paikoillaan. Vain elementtien liitoskohdat ovat ilman julkisivua, koska muuten liittäminen ei onnistu.

Ikkunat on asennettu elementteihin valmiiksi jo tehtaalla. Ikkunapellin tilalla on lauta, joka estää veden pääsyn rakenteiden sisään. Näin toimittaessa säästetään sekä lämmityskuluissa, että suojaamisessa. Elementti on siis melko hyvin säältä suojava jo valmiiksi. Ainoastaan seinäelementtien suojaaminen pystyyn noston jälkeen on hieman ongelmallinen. Ongelmaan voidaan käyttää sääsuojatelttaa ratkaisuna, mutta se on melko kallis ratkaisu.



*KUVA 7. Ikkunapellin tilalla lauta suojana*



*KUVA 8. Elementin yläosa on suojattu muovikaistaleella suoralta sateelta*



*KUVA 8. Höyrynsulun yläreuna on teipattuna, mikä estää veden pääsemisen elementin sisälle.*

Rakennusliike Lehdon puuelementissä sisäpuolinen höyrynsulkumuovi on teipattu elementin yläsidepuuhun. Muovi estää villojen kastuminen höyrynsulun sisäpuolelta, mutta pelkän höyrynsulkumuovin käyttäminen sääsuojana ei ole suositeltavaa.



Julkisivut ovat paneloitu tehtaalla valmiiksi, mutta palkkien aukot ovat usein sateelle alttiita. Aukot on suojattava, koska viistosade pääsee kastelemaan sidepuut. Riski villojen kastumiseen on myös suuri. (23, Järveläinen).



*KUVA 9. Palkille tehtyä koloa ei ole suojattu viisto sateelta.*

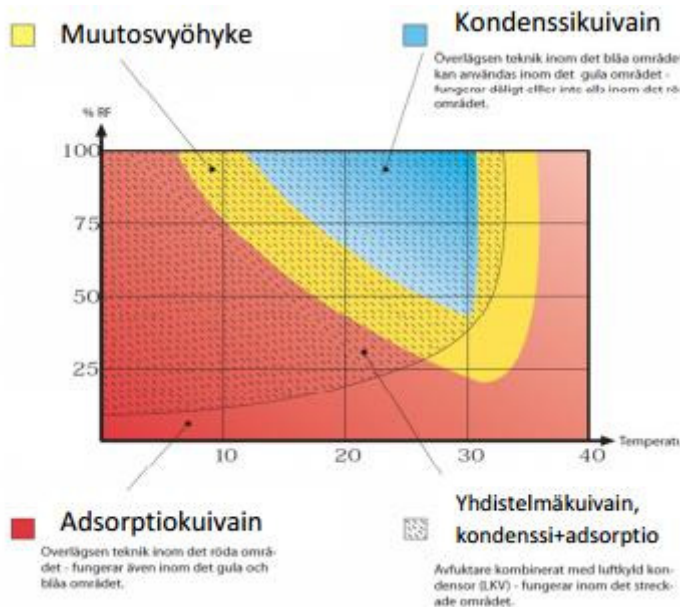
#### **4.5 Rakenteiden kuivatus**

Rakenteiden kuivaustavat jaotellaan yleensä kolmeen ryhmään. Ne ovat avoinjärjestelmä, suljettujärjestelmä ja pikakuivatus. Avoinjärjestelmä kuivaa joko pelkällä ilmanvaihdolla tai yhdessä lämmityksen kanssa. Suljetussa järjestelmässä minimoidaan ilmanvaihtuvuus ja keskitytään tilan ilman kuivattamiseen. Pikakuivatuksessa rakenteen pintaa lämmitetään ja kosteus poistetaan ilmanvaihdolla. On myös olemassa yhdistettyjä kuivaustapoja, esimerkiksi tilakuivaus yhdistettynä pikakuivaukseen. Tällöin tilaan tuodaan

ylimääräinen kuivain, jolla poistetaan pikakuivatuksessa syntynyt kosteus (7, s. 19.)

#### 4.5.1 Kuivaimet ja puhaltimet

On tärkeää, kun rakennusta ja rakenteita aletaan kuivattamaan osata valita tilaan oikeanlainen kuivain. Valittavana on joko adsorptiokuivain- tai kondenssikuivain. Optimaalisin kuivatuslämpötila on noin 20 °C. Jos tila on eristetty hyvin, voidaan harkita vielä lämpötilan nostoa. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että adsorptiotekniikka on oikea lämmittämättömissä tai lisälämmittämättömissä sekä kylmissä tiloissa. Lisäksi adsorptiokuivainta käyttämällä rakenteet kuivuvat nopeammin. (22, Rauhala).



KUVA 10. Kuivainten vertailu kuvaaja (9, s.6.)

##### 4.5.1.1 Adsorptiokuivain

Adsorptiokuivain on nykyään yleisin kuivainmalli. Kuivausaineena käytetään usein silikageeliä, joka yhdistettynä laitepuhaltimen ja lämmitysvastuksen kanssa kuivaa ilmaa. Kuivain erottaa vesihöyryn, joka johdetaan ulos erillisellä letkulla. Kuivain mitoitetaan huoneisto- tilavuuden (m<sup>3</sup>) mukaan. Kuivain on monikäyttöisempi kuin kondenssikuivain. Adsorptiotekniikka ei ole niin vaativa



lämpötilan suhteen kuin kondenssikuivain. Kuivain toimii myös pakkasrajan alapuolella. Kuivaimesta johdetaan putki ulos, jotta kostea ilma saadaan poistettua tilasta. Adsorptiokuivaimet vaativat ilmanliikuttajia, jotta kuivuminen olisi mahdollisimman tehokasta. (9, s. 6.)



*KUVA 11. Adsorptiokuivain (www.strong.fi).*

#### 4.5.1.2 Kondenssikuivain

Kondenssikuivainta käytetään yleensä ilman suhteellisen kosteuden ylittäessä 60 %, tai kun absorptiokuivaimen kostea poistoilmaa ei ole mahdollista johtaa poistoletkulla pois rakennuksesta. Kuivaimen puhallin kierrättää huoneilmaa kuivaimen läpi. Kun kostea huoneilma osuu höyrytimeen, ilman lämpötila laskee kastepisteeseen, kosteus muuttuu vedeksi ja valuu säiliöön. (10, s. 3.)



*KUVA 12. Kondenssikuvain (www.strong.fi).*

#### **4.5.1.3 Valvontajärjestelmät**

Valvontajärjestelmiä on useita erilaisia. Tekniikan kehittyessä on mahdollista laittaa esimerkiksi betoniin anturi jo valuvaiheessa. Anturit mittaavat rakenteen suhteellista kosteutta ja lämpötilaa. Langattomissa järjestelmissä on lukulaitteena yleensä joko älypuhelin tai käsikäyttöinen lukulaite. Anturilla voidaan seurata reaaliajassa betonin kuivumista. Tämä mahdollistaa kustannustehokkaan toiminnan, koska voidaan jatkaa heti seuraavaan työvaiheeseen, kun betoni on tarpeeksi kuiva.

Edelleen on myös paljon käytössä perinteisimpiä porareikä- ja näytepalamenetelmiä. Uudet järjestelmät mahdollistavat kuitenkin rakenteiden kosteuden jälkiseurannan. Tällaiset järjestelmät tuovat varmuutta ja luottoa rakennuksen käyttäjälle. (13, s. 2.)

#### **4.5.2 Kuivatussuunnitelma**

Kuivatussuunnitelman laatiminen käynnistyy jo rakennuspohjan kuivatuksen suunnittelulla. Laaditaan suunnitelmat, josta ilmenee kuivatuksen tarve ja kuivatustapa. Kuivatusajat voivat poiketa toisistaan todella paljon. (1, s. 55-56.)

##### **4.5.2.1 Lämmitys**

Nopein tapa rakenteiden kuivattamiseen on lämpötilan nostaminen. Lämpötilan nostamisella rakennuksen RH laskee ja rakenteiden lämpötila nousee. Lämpimään ilmaan mahtuu myös enemmän kosteutta kuin kylmään. Talvella rakenteiden kuivattaminen onnistuu helpoiten lämmittämällä sisäilmaa, koska lämpötila pitää sisäilman kuivana ja näin kosteus pääsee poistumaan rakenteista. Myös materiaalien väliset lämpötilaerot on hyvä ja tehokas tapa kuivattamiseen.

Esimerkiksi nostettaessa betonin lämpötilaa 10 asteella, nopeutuu kuivuminen lähes aina puolella, riippumatta kuivatusolosuhteista. (1, s. 104.)

#### 4.5.2.2 Ilmanvaihto

Kun halutaan rakennusta kuivattaa, on ilmanvaihdon määrää nostettava. Talon omaa ilmanvaihtojärjestelmää ei kuitenkaan tule käyttää tähän, koska kanavat ovat rakennuspölyn takia likaiset.

Riittäväällä ilmanvaihdolla pidetään rakennuksen sisätilan RH riittävän alhaalla. Tämä yhdessä sopivan lämpötilan kanssa mahdollistaa nopean kuivumisen. Sisäilman RH tulisi pitää alle 50%, koska ilmankosteuden noustessa 60–70 %:iin alkaa useisiin materiaaleihin kertyä mikrobikasvustoa. Näissä kosteusarvoissa esimerkiksi teräs alkaa ruostua. (1, s.120).

#### 4.6 Rakenteiden kuivumisaika-arviot

Valtaosa rakenteista sisältää rakentamisaikaista ylimääräistä kosteutta, jonka on poistuttava rakenteesta määrätyllä ajanjaksolla. Osa rakenteista on saatava kuivaksi ennen seuraavaa työvaihetta, esimerkiksi betonilattiat tai seinät. Laadittaessa kuivumisaika-arvioita on huomioitava, että ne ovat vain teoreettisia arvioita. Todelliset kuivumisajat saadaan, kun vertaillaan ja analysoidaan rinnan olosuhdehallintaa, betonin kosteusmittauksia ja kuivumisaika-arvioita. (1, s.100.)

##### 4.6.1 Aikataulut

Nyrkkisääntönä normaalin betonin ( $v/s = 0,7$ ) kuivumisen arviointiin:

- Betonilattia kuivuu hyvissä olosuhteissa noin 1cm/viikko aina 4 cm asti
- Yli 4 cm menevä paksuus +2viikkoa/lisä-cm
- Yli 6 cm menevä paksuus +4viikkoa/lisä-cm/ paksun betonin on 4vk/jokainen lisä-cm

- Yhteen suuntaan kuivuva rakenne kuivuu 2-3 kertaa hitaammin kuin kahteen suuntaa kuivuva.
- Jos betoni kastuu kuivumisen aikana, se lisää kuivumisaikaa 1,4-2-kertaiseksi
- Ilman RH on pidettävä noin 50%:ssa, jos se nousee yli 60% kuivuminen hidastuu paljon

Nyrkkisääntö on suuntaa antava, jota ei saa käyttää aikataulunsuunnittelussa.

Käyttämällä suurirakeista ja alhaisella vesi-sementti suhteella olevaa massaa betonin kuivumista saadaan nopeutettua.

Betoni on aina kosteusmitattava ennen päällystämistä ja RH:n tulee olla riittävän alhaalla riippuen päällysteestä. Pintakosteusmittaria ei saa käyttää betonin kosteuspitoisuuden määrittämiseen. (16, s. 5-6.)

#### 4.6.1.1 NP-betoni

Rakennusliike Lehto käyttää lattiavaluissaan NP-betonia eli nopeasti pinnoitettavaa betonia. NP-betonin muita käyttökohteita ovat mm. massiivilaatat, erilaiset saumaukset, kuorilaatat ja liittolaatat. Nopeasti pinnoitettavaa betonia valmistetaan lujuusluokissa K30, K35 ja K40. (11, s.1.)

#### 4.6.2 Mahdolliset ongelmatilanteet

Suurimmat ongelmatilanteet syntyvät, kun vesi pääsee rakenteen sisälle eikä rakennetta ole mahdollista kuivattaa ilman suuria toimenpiteitä.

Syksyllä, jos ilman lämpötila on viileä ja suhteellinen kosteus korkea, betoni kuivuu hitaasti. Tämä voi aiheuttaa aikataulullisia ongelmia. Keväällä ilman suhteellinen kosteus on usein pieni, joka voi aiheuttaa betonin halkeilua. Kesällä tuuli ja korkeat lämpötilat voivat aiheuttaa betonin halkeilua. ( 3, s.139.140.)

#### 4.6.2.1 Betonin laatuongelmat

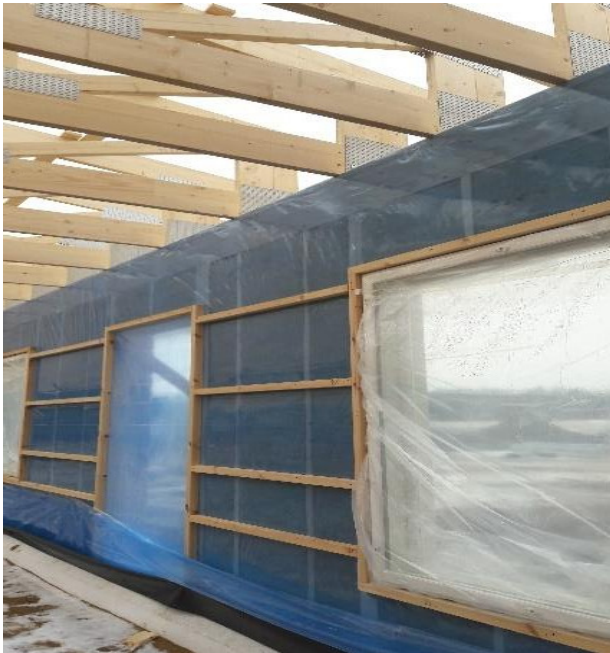
Valmis betonivalu voidaan helposti pilata liian nopealla kuivattamisella. Liian nopeasta kuivumisesta seuraa liiallinen kutistuminen, betonipinnan halkeilua eikä betoni saavuta vaadittua lujuutta. Myös pakkasenkestävyys jää heikoksi. (17, s. 22.)

#### 4.6.2.2 Puurakenteet

Puu on hygroskooppinen eli se imee itseensä vettä. Vesi imeytyy puuhun kolmella tavalla: nesteenä, höyrynä soluonteloiden kautta, sekä diffuusiona soluseinämän kautta. Esikuivattu puu kuivuu tasapainokosteuteen noin kahdessa viikossa. Puu on myös anisotrooppinen, joka tarkoittaa puun kutistumista ja laajentumista vuosirenkaiden säteen, tangentin sekä syiden suunnassa.

Puun vaurioituminen alkaa, jos kosteus puussa on pitkään yli 20 %. Silloin sisäilman kosteus on usein noin 80-90 %. Ilman 70 % suhteellista kosteutta pidetään kriittisenä arvona puun homehtumiselle.

Jos rakenne on kastunut, niin ensisijainen toimintaehdotus on rakenteen kuivattaminen. Rakennusliike Lehto käyttää rakentamisessaan paljon puuelementtejä. Puun kuivattamisen haittapuolena on, että alla näkyvät koolaukset voivat alkaa vääntyillä. Tämä johtuu juuri puun anisotrooppisuudesta. Tästä voi koitua haittaa myöhemmissä rakennusvaiheissa. (18, puuinfo.fi)



*KUVA 13. Koolaukset ovat sateelle alttiita, koska vesikattoa ei vielä ole.*

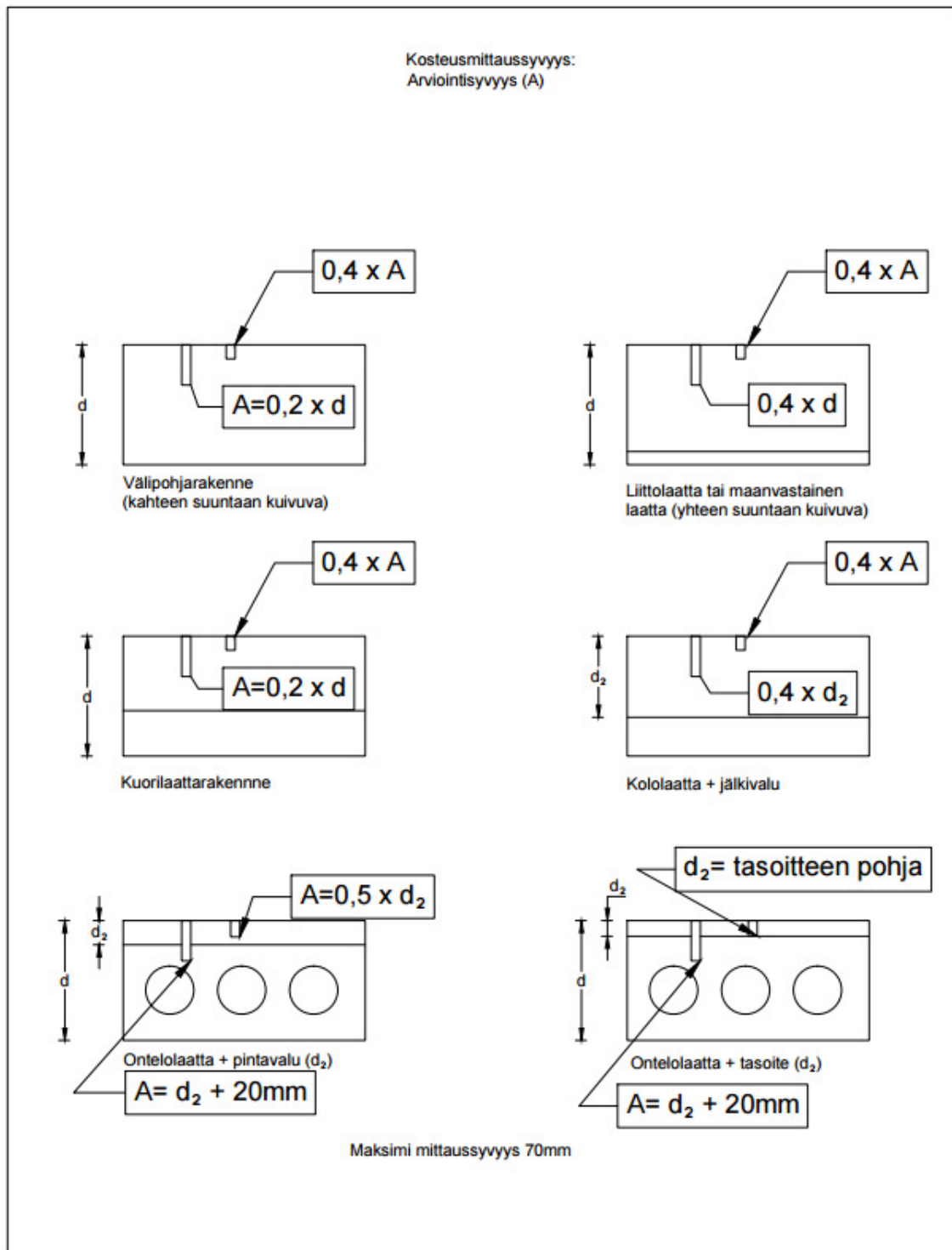
#### **4.7 Kosteusmittaussuunnitelma**

Mittauksia tehdään sisäilman lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta sekä rakenteista. Näitä tuloksia analysoimalla tehdään päätelmät, tuleeko lämpötilaa nostaa vai laskea. Lisäksi tuloksista selviää ilmanvaihdon tarpeellisuus ja tarvitseeko ilmankuivaajia.

Kosteusmittaussuunnitelmasta on vastuussa vastaava mestari tai hänen nimeämänsä henkilö. Kosteusmittaussuunnitelman sisältö voi olla seuraava:

- millaisia mittauksia kohteessa tehdään
- lyhyt selostus mittareista ja mittaustavoista
- varmistetaan, että laitteisto on kalibroitu ja toimii oikein
- mittaajan tulee olla henkilösertifioitu ja riittävä kokemus mittauksista
- mittausten aikataulu ja mittauspisteiden sijainti (1, s. 106.)

## 4.7.1 Kosteusmittausvytydet



KUVA 14. Kosteusmittausvytyksiä erilaisissa rakenteissa

## **4.8 Kosteuden seuranta**

Rakennuksen yleinen tarkastelu säännöllisin väliajoin ja kosteusvaurioiden ennakointi ja minimointi ovat käyttäjän vastuulla. Lumi, jää ja pakkasen aiheuttavat talvella usein pieniä vaurioita rakennukseen. Siksi kevät on hyvää aikaa rakennuksen tarkemmalle tarkastelulle. Huoltokirjassa tulee määritellä kosteusteknisesti kriittiset kohdat. Yleisen tarkastelun lisäksi juuri näihin kriittisiin kohtiin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. (1, s. 122-123.)

### **4.8.1 Rakennuksen valmistuttua**

Rakennuksen valmistuttua omistajalla on suurin rooli rakennuksen ylläpidosta. Hän vastaa ensisijaisesti rakennuksen arvon säilymisestä ja on näin vastuussa myös kosteusteknisestä toiminnasta. (1, s.118.)

Rakennuksen takuu-aika on kaksi vuotta, ellei sitä toisin määritellä urakkasopimuksessa. ”Urakoitsija vastaa takuuajan jälkeenkin sellaisista virheistä, joiden tilaaja näyttää aiheutuneen urakoitsijan laiminlyönnistä tai, täyttämättä jääneestä suorituksesta tai olevan seuraus sovitun laadunvarmistuksen olennaisesta laiminlyönnistä ja joita tilaaja ei ole kohtuuden mukaan voinut havaita vastaanottotarkastuksessa eikä takuuajana”. (19, s. 8.)

#### **4.8.1.1 Käyttöönotto**

Pääurakoitsijan on todennettava ja näytettävä dokumentit, että riskialttiit työvaiheet on toteutettu onnistuneesti. Rakennuksen käyttäjän ja huoltohenkilökunnan on saatava riittävä perehdytys rakennuksen tekniikkaan ja oikeanlaiseen ylläpitoon. (14, s. 1)

Vastaanottotarkastuksessa urakoitsija on velvollinen luovuttamaan rakennuttajalle viralliset rakennuslupa asiakirja ja tarkastuspöytäkirjat. (1. s.112.)



Ennen rakennuksen käyttöönottoa tulee testata talotekniikan toimivuus. Mittausten aikana ei saa enää tehdä merkittäviä rakennustöitä. Säädettäviä kohteita ovat mm.

- ilmamäärät
- patteriventtiilit
- termostaatit ja anturit
- lämpötilojen mittaus
- järjestelmien testaus
- seuranta- ja hälytysjärjestelmien toimivuuden tarkastaminen
- lämpökuormien vaikutusten selvittäminen

(20, s. 29).

## 5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä yleisellä tasolla rakentamisen aikaiseen kosteudenhallintaan. Työ tehtiin osittain yhteistyössä Rakennusliike Lehdon kanssa. Osatavoitteena oli myös laatia yleinen kosteudenhallintaohje Rakennusliike Lehdon työmaille.

Rakennusmateriaaleihin jää aina rakentamisen aikana kosteutta, mutta kosteuden määrään voidaan vaikuttaa suuresti mm. materiaalien suojaamisella ja varastoinnilla. Materiaalien suojaamiseen ei yleensä riitä tehtaalla laitettavat suojat, vaan ne on lisäsuojattava työmaalla.

Suurin kosteuden aiheuttaja on kuitenkin betoni. Rakennusalalla puhutaan betonin kuivumisen yhteydessä ”sentti per viikko”- ajattelumallista. Tämä ei perustu mihinkään tutkittuun laskentamalliin, vaan on todennäköisesti kokemusperäistä tietoa. Kuivumisen arviointia on mahdollista tehdä erilaisten laskentamallien mukaisesti. Laskentatavat ja saadut tulokset eroavat kuitenkin toisistaan, mutta rakenteen on mahdollista kuivua nopeammin kuin ”sentti per viikko” ajattelumalli antaa ymmärtää.

Rakenteiden kuivattamiseen on urakoitsijan laadittava kuivatussuunnitelma, ja toteutusaikataulua laadittaessa huomioitava rakenteiden kuivumiseen vaadittava aika. Rakenteiden kuivattamien voidaan aloittaa rakennuksen vaipan ollessa tiivis. Kuivattaminen on kuitenkin aloitettava maltillisesti etenkin betonin kanssa. Liian nopea betonin kuivuminen aiheuttaa betonissa mm. lujuuden menetystä ja halkeilua. Kuivaamiseen on järkevää hyödyntää rakennuksen omaa lämmitysjärjestelmää. Kuivatettaessa tarkkaillaan ilman lämpötilaa ja suhteellista kosteutta. Kuivatusolosuhteet olisi saatava mahdollisimman nopeasti optimaaliselle tasolle, jotka ovat lämpötila noin 20 °C ja RH 50 %. Olosuhteiden aikaansaamiseksi on käytettävä oikeanlaisia kuivamia.

Kosteuden ja lämpötilan mittaamiseen on käytettävissä erilaisia menetelmiä. Tekniikan kehittyessä menetelmät ovat lisääntyneet ja helpottavat kuivaamisen

seuranta. Kuivumista on mahdollista seurata reaaliajassa, jolloin aikataulun suunnitteleminen helpottuu ja työnteko tehostuu.

Hankalin asia nykyaikaisessa elementti rakentamisessa on vaihe seinäelementtien pystytyksen jälkeinen aika ennen, kun vesikattoa ei ole vielä asennettu. Seinäelementit ovat useita päiviä alttiina sateelle. Rakennuksen ylle voidaan rakentaa sääsuoja, mutta yleensä näin tehdään vain, jos tilaaja vaatii. Sääsuojien rakentaminen on kohtuullisen kallista ja hanketta toteutettaessa siihen ei ole yleensä varattu budjetista tilaa.

Eräällä Rakennusliike Lehdon työmaalla asiaan oli kiinnitetty huomiota ja yritetty kehittää edullista ratkaisua. Kattoristikoiden päälle oli asennettu noin kahden metrin levyinen muovikaistale (*KUVA 8.*) seinäelementin kohdalle. Tämä vähentää veden kertymistä seinäelementin yläsidepuun päälle. Haittapuolena on, että rakenne on edelleen alttiina viistolle sateelle.

Sisäilmaongelmat ja homevauriot ovat yleisiä jo uusissakin rakennuksissa. Luulen, että suurin syy on juuri kosteudenhallinnan puutteellisuudessa. Tehdessäni tätä työtä päättelin, että vastaavan mestarin asenne on melko ratkaiseva tekijä kosteudenhallinnan onnistumisessa. Jotta onnistutaan rakentamaan ns. terve rakennus, on kaikkien hankkeeseen osallistuvien, myös eri alihankkijoiden on sitouduttava noudattamaan laadittua kosteudenhallintasuunnitelmaa. Rakennusliikkeiden kannattaisi tehdä omalle yritykselle eettiset toimintaohjeet ja sitouttaa oma henkilökunta niihin. Näin toimintaohjeiden noudattamista voitaisiin myöskin mitata ja rakentamisen laatua saada parannettua. Kilpailu rakennusalalla on nykyään kova, ja saadakseen rakennuskohteen itselleen, rakennusliikkeen on mahdollista tehdä sellainen tarjous kilpailutuksessa, että prosessin läpivieminen sovitussa aikataulussa "terve rakennus"-ajatusmallilla ei ole mahdollista.

Opinnäytenäytetyöprosessi oli mielenkiintoinen, mutta melko työläs. Teoriaa kosteudenhallinnasta on valtavasti ja sieltä pyrin valitsemaan tärkeimmät, jotta

aihe ei kasvaksi liian suureksi. Hankalinta oli laatia kosteudenhallintaohje, joka soveltuisi kaikille Rakennusliike Lehdon työmaille.

## LÄHTEET

1. Suomen rakennusinsinöörien liitto 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen.
2. Suomen betonitieto Oy-Lattian- ja seinä- ja päällysteliitto ry 2007. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy
3. Suomen betoniyhdistys ry 2002. Betonilattiat by45. Helsinki: Suomen betonitieto Oy.
4. Tarja Merikallio 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Suomen betonitieto Oy.
5. Unto Siikanen 2014. Rakennusfysiikka perusteet ja sovelluksia. Helsinki: Rakennustieto Oy.
6. Petra Ruonakoski-Nina Saarinen-Janne Oksanen-Erkki Rutanen-Jouni Minkkinen 2014. Säsuojauksen käsikirja kuivaan rakentamiseen. Keski-Suomen Painotuote Oy.
7. Jari Hämäläinen 2012, Rakennustyömaan energiatutkimus. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto.
8. Pekka Seppälä 2013. Rakentamisprosessin kosteudenhallinta. Oulu: Oulun yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut /rakennusvalvonta.
9. Corroventa. Ei päiväystä. Adsorptiokuivain CTR 300XT. Saatavissa: [http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/product\\_attachments/K%C3%A4ytt%C3%B6ohje%20Adsorptiokuivaaja%20CTR%20300XT.pdf](http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/product_attachments/K%C3%A4ytt%C3%B6ohje%20Adsorptiokuivaaja%20CTR%20300XT.pdf). Hakupäivä 30.3.2017.
10. Corroventa. Ei päiväystä. Käyttöohje K2 Kondenssikuivain. Saatavissa: [http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/product\\_attachments/K%C3%A4ytt%C3%B6ohje%20Kosteudenerotin%20K2.pdf](http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/product_attachments/K%C3%A4ytt%C3%B6ohje%20Kosteudenerotin%20K2.pdf). Hakupäivä 30.3.2017.

11. Rudus. Ei päiväystä. Nopeammin päällystettävät NP-lattiabetonit.  
Saatavissa:  
<file:///C:/Users/jomppe/Desktop/oppari/Nopeammin%20p%C3%A4%C3%A4llystett%C3%A4v%C3%A4t%20NP-lattiabetonit.pdf>. Hakupäivä 30.3.2017.
12. Rudus. Ei päiväystä. Betonin valinta rakenteisiin-olosuhdehallinta.  
Saatavissa:  
<file:///C:/Users/jomppe/Desktop/oppari/Betonin%20valinta%20rakenteisiin%20-%20olosuhdehallinta.pdf>. Hakupäivä 30.3.2017.
13. RT-38796 2016. SolidRH-kosteuden hallintajärjestelmä. RT-kortisto.
14. Kuivaketju10 2017. Käyttöönotto. Saatavissa:  
<http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2015/11/Kuivaketju10-k%C3%A4ytt%C3%B6%C3%B6notto-seminaariohjelma.pdf?x70712>.  
Hakupäivä 31.3.2017.
15. Olli Teriö - Jukka Lahdensivu - Jaakko Sorri - Ulriikka Uotila. Ei päiväystä. Rakennustyömaan sääsuojaus ja olosuhdehallinta.  
Saatavissa:  
[https://www.motiva.fi/files/11123/Energiatehokas\\_rakentaminen\\_2\\_Rakennustyomaan\\_saasuojaus.pptx](https://www.motiva.fi/files/11123/Energiatehokas_rakentaminen_2_Rakennustyomaan_saasuojaus.pptx). Hakupäivä 31.3.2017.
16. Olli Teriö – Jukka Lahdensivu – Jaakko Sorri – Ulrika Uotila – Jari Hämäläinen – Heidi Sumkin. Ei päiväystä. Rakennustyömaan olosuhdehallinta ja rakenteiden kuivattaminen. Saatavissa:  
[https://www.motiva.fi/files/11117/Energiatehokas\\_rakentaminen\\_3\\_Rakenteiden\\_kuivattaminen.pptx](https://www.motiva.fi/files/11117/Energiatehokas_rakentaminen_3_Rakenteiden_kuivattaminen.pptx). Hakupäivä 31.3.2017.

17. Jori Koivulahti 2013. Rakennuksen rakennusaikainen kuivattaminen. Opinnäytetyö. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
18. Puuinfo. Ei päiväystä. Kosteusteknisiä ominaisuuksia. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/kosteusteknisi%C3%A4-ominaisuuksia>. Hakupäivä 3.4.2017.
19. Rakennustieto 1998. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. Helsinki: Rakennustietä Oy.
20. Olli Teriö - Juhani Heljo – Jaakko Sorri – Ulrika Uotila – Aki Peltola – Jari Hämäläinen – Heidi – Sumkin. Ei päiväystä. Talotekniikka järjestelmien tekokuus. Saatavissa: [https://www.motiva.fi/files/11116/Energiatehokas\\_rakentaminen\\_8\\_Talotekniikan\\_jarjestelmien\\_energiatehokkuus.pptx](https://www.motiva.fi/files/11116/Energiatehokas_rakentaminen_8_Talotekniikan_jarjestelmien_energiatehokkuus.pptx). Hakupäivä 7.4.2017
21. Kosteudenhallinta.fi 2015. Kosteudenhallinta. Saatavissa: [http://www.kosteudenhallinta.fi/attachments/article/212/Kosteudenhallinta\\_nettsivuston\\_tekstit\\_30092015.pdf](http://www.kosteudenhallinta.fi/attachments/article/212/Kosteudenhallinta_nettsivuston_tekstit_30092015.pdf). Hakupäivä 7.4.2017.
22. Rauhala, Heikki 2017. Ramirent. Puhelinkeskustelu 16.3.2017.
23. Vesa Järveläinen 2017. Rakennusliike Lehto. Haastattelu 14.3.2017.

## **LIITTEET**

Liite 1 Kosteudenhallintaohje työmaalle



2.6.2017



## **KOSTEUDENHALLINTAOHJE**

Tekijä:

Johan Heikkilä

Oamk/rakennustekniikka

2017



## JOHDANTO

Tämän ohjeen tarkoituksena on auttaa Rakennusliike Lehtoa kosteudenhallinnassa työmaalla. Ohjeessa käsitellään hieman teoriaa ja lisäksi on laadittu työmaalle tarkistuslistoja dokumentoinnin helpottamiseksi. Ohje sisältää valokuvia, joiden tarkoitus on selventää asioita.

Ohjeesta mestari tarkastaa, onko asiat hoidettu oikealla tavalla. Kun tarkastuslista kuitataan ja merkitään päivämäärä, se toimii hyvänä dokumenttina tulevaisuudessa.

## Sisällysluettelo

<b>KOSTEUDENHALLINAN OSAPUOLET</b>	<b>39</b>
<b>DOKUMENTOINTI</b>	<b>40</b>
<b>VASTUUHENKILÖT</b>	<b>41</b>
<b>TYÖMAAN OLOSUHDEHALLINTA</b>	<b>42</b>
<b>MATERIAALIEN VARASTOINTI</b>	<b>44</b>
<b>RAKENTEIDEN TYÖMAA-AIKANEN SUOJAUS</b>	<b>46</b>
<b>RAKENTEIDEN KUIVATUS</b>	<b>48</b>
<b>KUIVAIMET</b>	<b>49</b>
<b>RAKENTEIDEN KUIVUMISAIKA-ARVIOT</b>	<b>51</b>
<b>BETONIN PÄÄLLYSTETTÄVYYSRAJA-ARVOT</b>	<b>52</b>
<b>MITÄ, JOS RAKENNE EI KUIVU SUUNNITELUSSA AJASSA?</b>	<b>53</b>
<b>KOSTEUDEN SEURANTA</b>	<b>54</b>

## **KOSTEUDENHALLINNAN OSAPUOLET**

Kohde:

Työnumero:

Suunnitelman

laatijan yhteystiedot:

---

Työmaan yhteyshenkilö:

---

Työmaan kosteudenhallintasuunnitelmasta

vastaavat osapuolet:

Rakennuttaja:

---

Suunnittelijat:

---

Materiaalien toimittajat:

---

---

---

Urakoitsijat:

---

Käyttäjä:

---

## DOKUMENTOINTI

Dokumentointi on olennainen osa rakentamista ja myös kosteudenhallintaa. On hyvä pitää päivittäistä pöytäkirjaa asioista, mitä työmaalla tapahtuu oikein ja mitä väärin. Hyvän dokumentoinnin arvo nousee esiin silloin, kun ryhdytään ratkomaan ongelmatilanteita. Kosteudenhallinnan kannalta tärkein dokumentti on mittaustulokset. Mittaustulokset on oltava helposti ymmärrettäviä.

**Dokumentoinnissa tulee käyttää valokuvia, joista pitää näkyä päivämäärä.**

### Muistiinpanot:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## **VASTUUHENKILÖT**

Työmaalla kosteudenhallinnasta on vastuussa vastaava mestari tai hänen nimeämänsä henkilö. Mestarin on koulutettava alaisiaan kosteudenhallintaan ja myös vaadittava ohjeistuksen noudattamista.

Kosteudenhallinnasta vastaava:

---

## TYÖMAAN OLOSUHDEHALLINTA

Olosuhdehallinnan tavoitteet:

- minimoida kosteusriskit
- huomioida olosuhteet työmaan aikataulutuksessa
- työntekijöiden työskentely olosuhteiden parantaminen

Tehtävä	Kuittaus/pvm
<i>Pintavedet ohjataan pois päin rakennuksesta.</i>	
<i>Elementeistä ja moduuleista poistetaan vain tarvittavat suojaukset.</i>	
<i>Kuumilla ja kosteilla ilmoilla on huolehdittava riittävästä tuuleuksesta muovien sisällä.</i>	
<i>Kaikki keskeneräiset rakenteet on suojattava huolellisesti</i>	

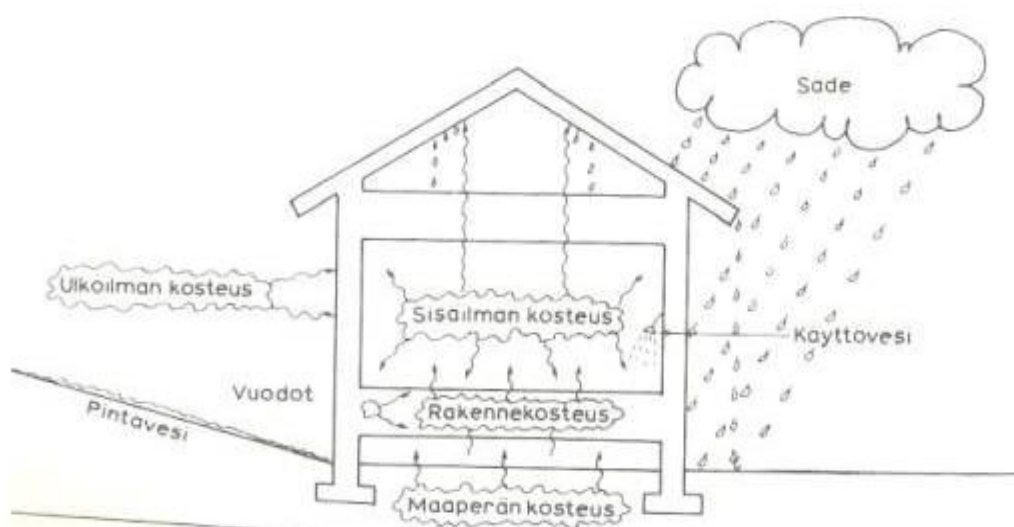
### Vuodenajat

Olosuhdehallinnan kannalta olennaisimmat asiat ovat lämpötila, sateenmäärä ja ilmankosteus. Rakennustyömaalla on työvaiheita, joita ei pystytä suorittamaan sateen aikana. Alhainen lämpötila vaikuttaa esimerkiksi rakenteiden kuivumiseen ja betoni lujittumiseen.

Ulkoilman vesihöyrypitoisuus vaihtelee paljon vuoden aikana. Suomessa ulkoilman vesihöyrypitoisuus on suurimmillaan kesäkautena ja pienimmillään talvella. Suhteellinen kosteus on alhaisimmillaan alkukesänä, joka on parasta aikaa kuivatukseen. Syksyllä ilman kosteus on suuri ja lähellä sisäilmankosteutta. Tämä aiheuttaa hitaampaa kuivumisprosessia. **Kosteus siirtyy aina kuivempaa suuntaan joko rakenteeseen tai tilaan.**



*Kattoelementti on suojattu hyvin vesisateenvaralta.*



*Olosuhdehallintaa vaikuttava kosteudenlähteet*

**Muistiinpanot:**

---

---

---

**MATERIAALIEN VARASTOINTI**

Suomen rakentamismääräyskokoelmassa määrätään, että rakennustarvikkeet ja -aineet on suojattava kastumiselta koko rakentamisen aikana. Perusperiaatteena työmaalla tulee olla, että sääsuojia on riittävästi sekä rakenteiden että rakennusmateriaalien suojaamiseen.

**Materiaaleja ei pidä säilyttää ulkona ilman siihen varattua sääsuojaa.**

**Vastuu materiaalien suojauksista on kaikkien yhteinen asia!!!**

**Lähtökohtaisesti kaikki kastunut materiaali on korvattava uudella materiaalilla.**

Tehtävä	Kuittaus/pvm
<i>Materiaaleille suunnitellaan varastointipaikka aluesuunnitelmasta</i>	
<i>Materiaalit säilytetään irti maasta.</i>	
<i>Materiaalit on suojattava heti käytön jälkeen</i>	
<i>Suojaamiseen on varattu riittävä määrä peitteitä.</i>	
<i>Varastointipaikan maaperä on riittävän kantava</i>	
<i>Huolehditaan, että vedet hulevedet pois päin materiaaleista.</i>	
<i>Materiaalit tarkistetaan niiden saapuessa työmaalle (kuivuus ja eheys).</i>	
<i>Tarkista materiaalien varastointiolosuhteet valmistajan ohjeista</i>	





***Oikein suojattu***



***Väärin suojattu***

**Muistiinpanot:**

---

---

---

---

---

---

---

---

## RAKENTEIDEN TYÖMAA-AIKANEN SUOJAUS



*Hyvin tuetut elementit*

Elementtien alle on varattava riittävästi aluspuita, jotta ne eivät koske maahan. Varastointipaikka on suunniteltava niin, että ne ovat helppo noutaa sieltä. Elementit eivät saa nojata toisiinsa varastoinnin aikana, vaan ne on tuettava kuvan mukaisesti.

**Kiinnitä huomio ensisijaisesti kosteusteknisesti herkimpiin rakenteisiin**

Tehtävä	Kuittaus/pvm
<i>Elementit ja moduulit on tarkistettava niiden saapuessa työmaalle.</i>	
<i>Suunnittele elementtien varastointipaikka tukevalle maaperälle.</i>	
<i>Tarkista rakenteiden kuivuus ennen kuin ne laitetaan umpeen. Puun kosteus on helppo tarkistaa esim. piikkimittarilla.</i>	
<i>Hanki työmaalle vesi-imuri mahdollisten vesivahinkojen varalle</i>	
<i>Varmistetaan, että rakenne on soveltuva kohteeseen ja suunnitelmien mukainen.</i>	

**Muistiinpanot:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**RAKENTEIDEN KUIVATUS****Kuivumisen nopeuttaminen:**

- nosta lämpötilaa
- aiheuta ilmavirtauksia rakenteen sisälle
- alenna ympäröivän ilman suhteellista kosteutta

**Optimaaliset kuivatus olosuhteet:**

- lämpötila 20 °C
- rh 50 %

**Rakenteiden kuivatusta****suunniteltaessa on****huomioitava mm. seuraavat****asiat:**

- mihin kosteusprosenttiin rakenteen on kuivuttava?
- kuivaamiseen varattu aika
- kuivattamisen lähtötilanne (miten kostea rakenne on?).
- mitkä ovat rakenteen kuivumisominaisuudet.
- hankitaan tilaan rakenteen kuivattamiseen soveltuva kuivain.
- mikäli tarvitaan ilmankuivaajia, on rakennuksen vaipan oltava ehdottoman tiivis.

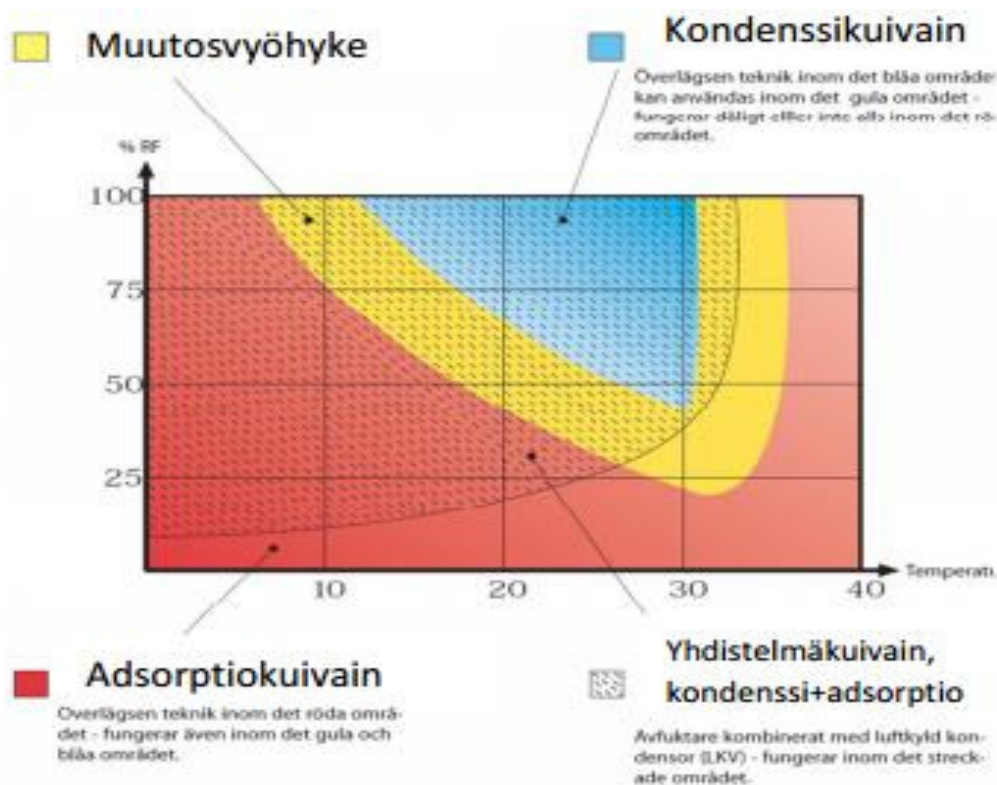
Tehtävä	Kuittaus/pvm
<i>Rakennuspaikalla oleva lumi ja jää pyritään poistamaan mekaanisesti.</i>	
<i>Estetään lisäkosteuden syntyminen</i>	
<i>Huolehditaan rakennuksen siisteydestä (pölyisyys hidastaa kuivumista).</i>	
<i>Rakennukseen oma lämmitysjärjestelmä käyttöön heti, kun rakennuksen vaippa on tiivis</i>	
<i>Arvioidaan kuivatuksen tarve ja laaditaan kuivatussuunnitelma.</i>	
<i>Nopein tapa rakennuksen kuivattamiseen on lämpötilan nostaminen</i>	
<i>Huolehditaan ilmanliikkuvuudesta</i>	

## KUIVAIMET

**Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että adsorptiotekniikka on oikea lämmittämättömissä tai lisälämmittämättömissä sekä kylmissä tiloissa.**

Adsorptiotekniikkaa voidaan hyödyntää tehokkaasti myös erilaisten rakennetyyppien kuivauksessa yhdistämällä laite suoraan esimerkiksi imu- tai puhallusturbiiniin.

Kondenssikuivainta käytetään yleensä ilman suhteellisen kosteuden ylittäessä 60 %, tai kun absorptiokuivaimen kosteaa poistoilmaa ei ole mahdollista johtaa poistoletkulla pois rakennuksesta



*Adsorptiokuivaimen toiminta-alue on suurin*

**Muistiinpanot:**

---

---

---

---

---

---

---

---

**RAKENTEIDEN KUIVUMISAIKA-ARVIOT**

Normaalibetoni (v/s= 0,7)	Esimerkki kuivumisajasta
Hyvissä olosuhteissa noin 1cm/viikko aina 4 cm:iin asti.	70 mm maanvarainen laatta, Betoni v/s= 0,7, 2 viikkoa kosteassa. Sitten 18 C/50 % RH. Kuivumisaika noin 15,5 vk
Yli 4 cm:n menevä paksuus +2viikkoa/lisä-cm.	
Yli 6 cm paksun betonin on 4vk/jokainen lisä-cm.	
* Yhteen suuntaa kuivuva rakenne kuivuu 2-3 kertaa hitaammin kuin kahteen suuntaa kuivuva.	NP-betoni v/s=0,5, 2 viikkoa kosteassa. sitten 18 C/50% RH. Kuivumisaika noin 6,2 vk

Betoni on **aina** kosteusmitattava ennen päällystämistä ja betonin RH:n tulee olla riittävän alhaalla ennen päällystämistä. **Pintakosteusmittaria ei saa käyttää betonin kosteuspitoisuuden määrittämiseen.**

Rakenteiden kuivumisaika-arvioita ja tehtyjä mittauksia analysoimalla voidaan laatia kuivumisaika-arviot. Kuivumisaikaan on varattava riittävästi hakeaikataulua suunniteltaessa.

**Betonilattian kuivumisaikaa voidaan lyhentää:**

- aloittamalla kuivattaminen hiukan ennen kuin betoni on saavuttanut nimellislujuutensa
- Pintalattioita voidaan alkaa kuivattaa nimellislujuuden ollessa 75-85 %
- Valitsemalla pienellä vesi/sementti suhteella oleva massa (lattiavaluissa NP-betoni)
- Lattialämmitystä käyttämällä kuivattamiseen (**nimellislujuuden oltava 60 % 28 vuorokauden lujuudesta ennen käyttöönottoa**).

**BETONIN PÄÄLLYSTETTÄVYYSSRAJA-ARVOT**

Päällystemateriaali	Betonin RH(%) arviointisyvyydellä(A)	Betonin ja/tai tasoitteen RH pinnassa ja 1- 3cm:n syvyydellä (0,4xA)	Huomautuksia
Muovimatot	85	75	<i>Katso liiman valmistajan ohjeet</i>
Kumimatot	85		<i>Katso materiaalin valmistajan ohjeet</i>
Kelluva lautaparketti ja alusmateriaali	85		<i>Katso liiman valmistajan ohjeet</i>
Linoleum	85		<i>Katso kiinnitysaineen ohjeet</i>
Keraamiset laatat (kuivissa tiloissa)	80-95		<i>Katso materiaalin valmistajan ohjeet</i>
Vedeneriste	85-95		
Epoksi, akryyli ja polyesterimuovimassat	85-97		
Laminaatti + vesihöyryntiivis alusmateriaali	85		
Mosaiikkiparketti	80-85%, riippuu puulajista		<i>Normaali betoni 85%, Erikoisbetoni (v/s&lt;0,5) 90%</i>



## MITÄ, JOS RAKENNE EI KUIVU SUUNNITELLUSSA AJASSA ?

Valmis betonivalu voidaan helposti pilata liian nopealla kuivattamisella.

Liian nopeasta kuivumisesta seuraa **liiallinen kutistuminen, betonipinnan halkeilua eikä betoni ei saavuta vaadittua lujutta ja pakkasenkestävyys on heikko.** ’

Rakenteiden kuivumista voidaan nopeuttaa alentamalla **ilman suhteellista kosteutta, nostamalla lämpötilaa sekä lisäämällä ilmaliikkumista rakenteessa tai tilassa.**

Tarkastettava	Kuittaus/pvm
<i>Onko kuivain/kuivaustapa soveltuva?</i>	
<i>Onko lämpötila tarpeeksi korkea? (n. 20 °C)</i>	
<i>Onko Ilman RH tarpeeksi matala? (n.50 %)</i>	
<i>Onko rakenne päässyt kastumaan?</i>	
<i>Huomio vuodenaajat kuivatuksessa.</i>	

Betoni itsessään kestää hyvin kosteutta. Se ei lahoa eikä menetä lujuttaan, vaikka sen kosteuspitoisuus olisi suuri. Betonin ympärillä on kuitenkin usein kosteudelle herkempiä rakenteita, jotka vaurioituvat tai alkavat kerätä mikrobikasvustoa ympärilleen.

### Muistiinpanot:

---



---



---



---



---

**KOSTEUDEN SEURANTA**

Betonin kuivumisen seuranta	Ilman Lämpötila(°C)	Ilman RH (%)	Betonin RH(%)/ huomiot
1 vk			
2 vk			
3 vk			
4 vk			
5 vk			
6 vk			
7 vk			
8 vk			
9 vk			
10 vk			

Rakenteiden kuivumista aloitetaan seuraamaan, kun rakennuksen **vaippa on tiivis** ja kuivaus aloitettu. Mittauksia suoritetaan pääosin 2-4 viikon välein, mutta betonin kuivumista on hyvä seurata useamminkin.

Mittauksia tehdään yleensä ilman **lämpötilasta ja suhteellisesta kosteudesta ja rakenteen suhteellisesta kosteudesta.**

Rakennuksen **takuuaika** on **kaksi vuotta**, ellei sitä toisin määritellä urakkasopimuksessa. **Urakoitsija** vastaa takuuajan jälkeenkkin sellaisista virheistä, joiden tilaaja näyttää aiheutuneen urakoitsijan laiminlyönnistä tai, täyttämättä jääneestä suorituksesta tai olevan seuraus sovitun laadunvarmistuksen olennaisesta laiminlyönnistä ja joita tilaaja ei ole kohtuuden mukaan voinut havaita vastaanottotarkastuksessa eikä takuuaikana.

**Muistiinpanot:**

---

---

---

---