

PIENTALON ASENNUSAIKAINEN  
KOSTEUDENHALLINTA

Veli-Kalle Anttiroiko  
Opinnäytetyö  
9.4.2012  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

# OULUN SEUDUN AMMATTIKORKEAKOULU TIIVISTELMÄ

Koulutusohjelma	Opinnäytetyö	Sivuja	+	Liitteitä
Rakennustekniikka	Insinööriyö	48	+	2
Suuntautumsvaihtoehto	Aika			
Talon- ja korjausrakentaminen	2011			
Työn tilaaja	Työn tekijä			
Kannustalo Oy	Veli-Kalle Johannes Anttiroiko			
Työn nimi				
Pientalon asennusaikainen kosteudenhallinta				
Avainsanat				
Kosteudenhallinta, kosteus, betonilaatta, pientalo				

Opinnäytetyön päätavoitteena oli tutkia kosteudenhallinnan merkitystä elementtirakenteisen pientalon asennusaikana. Työn tarkoituksena oli pohtia työn tilaajan kannalta tärkeimpiä seikkoja kosteudenhallinnassa, kuten elementtien kosteussuojausten toimivuutta nykyisillä menetelmillä sekä kosteudenhallintaa asennuksen aikana ja sen jälkeen eri vuodenaikoina. Lisäksi tavoitteena oli pohtia, millaisia etuja ja haittoja esiintyy alapohjan betonilaatan valamisella ennen pientalon asennusta.

Työn kohteeseen, syksyllä 2011 Kokkolaan asennettavaan pientaloon, valettiin alapohjan betonilaatta ennen elementtien asennusta, jolloin uuden tavan toimivuutta päästiin seuraamaan konkreettisesti. Työmaalla haastateltiin myös pientalon asentajia, jotka antoivat kosteudenhallintaan liittyviä kehitysideoita.

Tutkittavan pientalon asennusaikana satoi vettä, jolloin nykyisen kosteudenhallinnan toimivuutta voitiin tarkastella todellisessa tilanteessa. Elementtien nykyiset kosteussuojaukset todettiin toimiviksi. Kosteudenhallintaan ja pieniin yksityiskohtiin tuli kiinnittää erityistä huomiota asennusaikana, jotta myöhemmiltä kosteus- ja mikrobivaurioilta säästyttäisiin. Kun betonilaatta valettiin ennen asennusta, huomattiin sen helpottavan asennustyötä. Betonilaatan suojaaminen onnistuneesti ulkoiselta kosteudelta ennen pientalon asennusta todettiin hankalaksi. Tämä ongelma vähensi ennalta valetun betonilaatan antamaa etua. Asennuksen aikana mahdollisesti esiintyvän rankkasateen aiheuttamaa kosteusriskiä oli tarvittaessa mahdollista vähentää vesi-imurien avulla.

# SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	2
SISÄLTÖ.....	3
1 JOHDANTO .....	5
2 KOSTEUS TYÖMAALLA .....	6
2.1 Kosteus ilmassa .....	6
2.2 Kosteuden siirtyminen rakenteissa.....	7
2.3 Kosteus- ja homevaurion synty .....	9
2.4 Kosteus betonissa .....	10
2.5 Kosteus puurakenteisessa seinäelementissä .....	10
2.5.1 Puu.....	10
2.5.2 Tuulensuojalevy .....	11
2.5.3 Mineraalivilla .....	11
2.5.4 Kipsilevy .....	12
3 ASENNUSAIKAINEN KOSTEUDENHALLINTA .....	13
3.1 Betonilaatan valaminen ennen elementtiasennusta.....	14
3.2 Elementtien ja rakenteiden suojaaminen .....	16
3.2.1 Seinäelementtien suojaaminen .....	17
3.2.2 Ennalta valetun betonilaatan suojaaminen .....	26
3.2.3 Rakennustarvikkeiden ja irtopuutavaran suojaaminen .....	27
3.3 Rankkasade asennusvaiheessa.....	29
3.4 Rungon kastuminen .....	32
3.5 Olosuhteiden seuranta .....	33
4 BETONILAATAN KUIVUMINEN .....	34
4.1 Betonilaatan kuivumisen pääperiaatteet ja kuivumisajan arviointi.....	35
4.2 Ilmankosteuden ja lämpötilan vaikutus kuivumiseen eri vuodenaikoina..	37
4.3 Kuivatuksen tehostaminen koneellisesti.....	39
4.3.1 Rakennuksen oma lattialämmitysjärjestelmä .....	39
4.3.2 Rakennuskuivaajat, kiertoilmalämmittimet ja ilmankuivaajat.....	40
4.3.3 Ilmanvaihto.....	41
4.4 Tasoitteen vaikutus kuivumiseen .....	41
4.5 Ennalta valetun betonilaatan edut kuivumisen suhteen .....	42
4.6 Kuivumisen tarkkailu ja seuranta.....	42
5 POHDINTA .....	44

LÄHTEET.....47

# 1 JOHDANTO

Kosteudenhallinta on hyvin laaja käsite ja sen vuoksi opinnäytetyössä keskitytään työn tilaajan, Kannustalo Oy:n kannalta keskeisimpään näkökulmaan eli pientalon asennusaikaiseen kosteudenhallintaan. Opinnäytetyön tilaaja on tunnettu pientaloja valmistava Kannustalo Oy. Yritys valmistaa talot suurelementtitekniikalla, jolloin ulkoseinät valmistetaan tehtaalla ja toimitetaan elementteinä rakennuspaikalle. Pääsääntöisesti talotoimitukseen sisältyy rungon pystytys vesikatteeseen asti. Yritys on silloin vastuussa siitä, että elementit toimitetaan ja asennetaan kosteuden kannalta turvallisesti suunnitelmien mukaan.

Opinnäytetyön päätavoitteeksi asetettiin asennusaikaisen kosteudenhallinnan merkityksen tutkiminen. Tavoitteena on pohtia, millaisia etuja ja haittoja ilmenee alapohjan betonilaatan valamisella ennen pientalon asennusta. Muutamassa tämäntyyppisessä kohteessa on asennusvaiheessa tullut niin kova rankkasade, ettei alapohjan betonilaatta ole ehtinyt imeä kaikkea vettä itseensä. Vettä on tulvinut ja roiskunut siinä määrin, että osa seinäelementtien alaosista ovat kastuneet hyvistä suojauksista huolimatta.

Opinnäytetyössä osallistutaan paritalon pystyttämiseen. Pystytettävässä talossa on työn aiheen kannalta hyödyksi ennalta valettu alapohjalaatta, minkä avulla on tarkoitus saada valun kuivumisprosessi käyntiin jo ennen pystytystä. Pystytyksen aikana on mahdollista haastatella asennusporukkaa ja kerätä näin opinnäytetyön aihetta varten kehitysideoita. Pystytyksen eri vaiheista otettujen kuvien avulla on myöhemmin mahdollista tarkistaa, että asennusajaiset suojat kosteutta vastaan ovat toimineet suunnitelmien mukaan.

## 2 KOSTEUS TYÖMAALLA

Työmaalla kosteutta esiintyy monin eri tavoin ja kosteuslähteitä on runsaasti. Rakennusmateriaalien ja rakenteiden kosteus voi olla rakennuskosteutta tai käytön aikana rakenteisiin päässyttä kosteutta. Rakennuskosteudella tarkoitetaan rakenteisiin ja rakennusmateriaaleihin kuljetuksen, varastoinnin tai rakentamisen jäljiltä jäänyttä kosteutta. Kosteuden vaikutus rakenteisiin riippuu rakennusmateriaalien kosteudenkestävyydestä ja rakenteiden toimivuudesta. (Nieminen – Ojanen – Peuhkuri 2009, 461.)

Rakennuskosteus ja sadeveden pääsy rakenteisiin ovat usein osallisena rakenteiden kosteusvaurioihin. Hyvällä suunnittelulla ja työn laadulla on suuri merkitys kosteusriskin minimoinnissa rakentamisen aikana. (Nieminen – Ojanen – Peuhkuri 2009, 461.)

### 2.1 Kosteus ilmassa

Rakenteiden ympärillä olevassa ilmassa on aina jonkin verran kosteutta, joka esiintyy höyrymäisessä muodossa. Tätä kosteutta kutsutaan ilman absoluuttiseksi kosteudeksi ( $\text{g}/\text{m}^3$ ). (Merikallio 2003, 24.)

Kosteuden määrä, jonka ilma kykenee sitomaan itseensä, riippuu ilman lämpötilasta. Lämmin ilma kykenee sitomaan kosteutta enemmän kuin kylmä ilma. Suurimman mahdollisen määrän vesihöyryä sisältävää ilmaa kutsutaan vesihöyryn kyllästyskosteudeksi. Mikäli ilman kosteuspitoisuus ylittää tämän kyllästymiskosteuden, tiivistyy kosteus vedeksi rakenteiden pinnoille. Rakentamisen yhteydessä usein esiintyvä termi, ilman suhteellinen kosteus tarkoittaa ilman sisältämän vesihöyryn eli absoluuttisen kosteuden määrän  $v_i$  suhdetta lämpötilaa vastaavaan kyllästyskosteuteen  $v_k$  (Kaava 1). (Merikallio 2003, 24.)

$$RH = 100\% \cdot v_i / v_k$$

KAAVA 1

Rakennuksen sisäilman kosteuteen vaikuttavat ulkoilman kosteussisällön lisäksi myös tilojen kosteustuotto ja ilmanvaihtuvuus. Sisäilman kosteuspitoisuuden yhteydessä puhutaankin sisäilman kosteuslisästä. Sisäilman kosteuslisän suuruus riippuu erilaisten toimintojen kehittämästä kosteuden määrästä, rakennekosteudesta, ilmanvaihtuvuudesta sekä rakenteiden hygroskooppisuudesta. (Merikallio 2003, 26.)

Kosteutta voi tiivistyä rakennusten ulko- ja sisäpuolella. Rakennusfysikaalisesti tärkeämpää on estää tiivistyminen rakennuksen sisäpuolella. Jos rakennuksen jonkin pinnan lämpötila on alhaisempi kuin ilman kastepistelämpötila, ilman kosteus tiivistyy vedeksi tämän rakenteen pinnalle. (Björkholtz 1997, 64.)

## **2.2 Kosteuden siirtyminen rakenteissa**

Kosteuden siirtyminen materiaaleissa riippuu materiaalien ominaisuuksista. Kosteutta siirtyy ympäristössä diffuusion, konvektion sekä kapillaarisen siirtymisen avulla. Huomiota on kiinnitettävä siihen, että kosteutta siirtyy rakenteissa kaikilla näillä tavoilla, ei pelkästään yhdellä tavalla. Vesihöyryn diffuusiosta höyrymolekyylit siirtyvät ilmassa tai huokoisen materiaalin huokosissa suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään. Diffuusion avulla vesihöyryn osapaineen ja vesihöyrypitoisuuden erot pyrkivät tasoittumaan. Vesihöyryn osapaine tarkoittaa vesihöyryn osuutta ilman kokonaispaineesta. Rakennusmateriaalin vesihöyryn läpäisevyys vaikuttaa siihen, kuinka paljon vesihöyryä voi siirtyä diffuusion avulla. (Björkholtz. 1997, 55-57.)

Konvektiossa vesihöyry siirtyy ilman paine-erojen avulla ylipaineisesta tilasta alipaineiseen tilaan. Rakennuksen ollessa ylipaineinen verraten rakennuksen kylmempiin tiloihin, konvektio pyrkii viemään kosteutta kylmempiin tiloihin sieltä, mistä rakenne ei ole tiivis. Kylmiin tiloihin tiivistynyt kosteus heikentää rakenteen lämmöneristyskykyä. Ilmanpaineen vaihteluista johtuvaa

konvektiota kutsutaan luonnolliseksi konvektioksi. Konvektiota voidaan pakottaa käyttämällä LVI-laitteita. Riippuen olosuhteista ja vuodenaikasta diffuusion ja konvektion suunta rakenteessa voi olla suuntaan tai toiseen. (Björkholtz 1997, 57-59.)

Kapillaarinen kosteuden siirtyminen johtuu huokosalipaineesta. Huokosalipaine pyrkii nostamaan rakenteissa kosteuden sille tasolle, missä kosteus ja maan vetovoima ovat tasapainossa. Näin tapahtuu yleensä rakennuksen alla kapillaarisuuden katkaisevassa maakerroksessa. Ilmankosteudella on merkitystä kapillaariseen nousuun. Mikäli ilmankosteus on 100 %, materiaaleista ei pääse haihtumaan kosteutta ja kapillaarinen nousu jatkuu. (Björkholtz 1997, 53-54.)

Ilmasta sitoutuu kosteutta myös rakenteisiin rakennusmateriaalien hygroskooppisuudesta johtuen. Hygroskooppisuus tarkoittaa aineen pyrkimystä tasapainottumaan ympärillä olevan ilman kosteuden kanssa. Kun materiaali ei enää sido tai luovuta kosteutta ympärillä olevan ilman kanssa, on materiaali saavuttanut hygroskooppisen kosteustasapainon. Ympäristön suhteellisen kosteuden ja materiaalin kosteuspitoisuuden välistä yhteyttä kuvataan tasapainokosteuskäyrillä. Materiaaleilla on kaksi erilaista tasapainokäyrää riippuen siitä, onko materiaalin kosteuspitoisuus suurempaa tai alhaisempaa verrattuna ilman suhteelliseen kosteuteen. Toinen käyrästä kuvaa kastumisvaihetta ja toinen kuivumisvaihetta. Lämpötilan vaikutuksesta johtuen kutakin lämpötilaakin vastaa erilainen tasapainokosteuskäyrä. (Sisäilmayhdistys. 2008, linkit Terveelliset tilat -> Kosteusvauriot -> Materiaalien ominaisuudet.)

Kosteus voi siirtyä rakenteisiin ja rakennuksen sisälle painovoiman vaikutuksesta valuessaan pystysuorilla tai kaltevilla pinnoilla. Ulkopintojen tiiveys tulee varmistaa niin, ettei vesi pääse valumaan rakennusosan sisään eristeisiin. Kosteuden siirtymistä voi aiheuttaa myös tuulenpaine, jonka vaikutuksesta vesi tai lumi voi nousta seinärakenteessa jopa ylöspäin. (RT 05-10710. 1999, 4.)



## 2.3 Kosteus- ja homevaurion synty

Rakennusmateriaalit ovat ominaisuuksiltaan hyvin erilaisia vaurioitumisten suhteen. Osa rakennusmateriaaleista kestää hyvinkin kosteita olosuhteita rakentamisvaiheessa, kuten esimerkiksi betoni. Betonin kaltaisten materiaalienkin tulee kuivata tiettyjen kosteuspitoisuuksien alapuolelle rakentamisen aikana, jotta haitallisilta vaurioilta vältyttäisiin. (Merikallio 2003, 4.)

Pelkkä kosteus ei aiheuta rakenteisiin vauriota vaan siihen vaikuttavat lisäksi myös lämpötila, rakennusmateriaalin ominaisuudet ja vaikutusaika. Yleensä mitä kosteampaa ja lämpimämpää on, sitä nopeammin vaurio syntyy. Alhaisessa lämpötilassa vaurioitumista ei välttämättä tapahdu hetkessä, vaikka kosteus olisikin korkea. Kun kyseessä on mikrobivaurio, kasvualustalla on merkitystä mikrobien kasvun nopeuteen ja kehittymiseen. Orgaaniset aineet, kuten puu ja paperi, ovat herkimpiä mikrobivaurioitumiselle. (Merikallio 2003, 4.)

Työmaan kosteudenhallinnalla varmistetaan rakennuksen tuleville käyttäjille terveydellisesti turvallinen asuinympäristö. Mikrobikasvun alkaminen vaatii, että materiaalissa on mikrobeja tai itiöitä. Mikrobien energialähteeksi kelpaavat lähes kaikki orgaaninen materiaali kuten puu, kipsilevyn pintapahvi tai jopa ihan tavallinen huoneilmassa oleva pöly. On siis mahdollista, että betonin tai kevytsoraharkon pölyiselle pinnallekin voi muodostua mikrobikasvustoa. Home- ja lahovaurioiden syntymiseen vaaditaan pitkäaikaista kosteusrasitusta, joka ylittää rakenteen kosteudensietokyvyn. Lyhytaikaisella kosteusrasituksella ei ole yleensä suurta haittaa. Rakennuksen pitäminen mahdollisimman kuivana rakentamisen alkuvaiheista lähtien on paras tapa ehkäistä kosteus- ja mikrobivaurioiden syntyminen myös tulevaisuudessa. (Sisäilmäyhdistys. 2008, linkit Terveelliset tilat -> Kosteusvauriot -> Mikrobikasvun edellytykset.)

## **2.4 Kosteus betonissa**

Betoni on rakenteeltaan huokoinen materiaali ja se pyrkii tasapainokosteuteen ympäröivän ympäristönsä kanssa. Kosteuden liikkuminen betonissa on hygroskooppista. Betoni voi vastaanottaa kosteutta ympäristöstä tai luovuttaa itse kosteutta ympäristöön. Kosteuden siirtyminen on hyvin hidasta ilman apukeinoja. Olosuhteista riippuen saattaa kestää jopa vuosia, että betoni on tasapainokosteudessa ympäristönsä kanssa. (Merikallio 2002, 10.)

Betoni on hyvin kosteutta kestävä rakennusmateriaali. Betoni ei lahoa kostuessaan eikä siten menetä lujuuttaan. Betonin korkea emäksisyys (korkea pH) rajoittaa myös mikrobikasvun syntyä. (Merikallio 2003, 5.)

Betonissa oleva kosteus on peräisin valmistamiseen käytetystä vedestä sekä betonin kastumisesta rakennusaikana. Tuoreen betonin suhteellinen kosteus (RH) on noin 100 %. Betonin kovettuessa RH laskee välille 90 - 98 % riippuen betonin laadusta. Ajan myötä betoni asettuu tasapainokosteuteen ympäristön kanssa suhteellisen kosteuden ollessa silloin noin 50 - 60 % RH. Rakennusaikana betonin ei tarvitse olla täysin tasapainokosteudessa ilman kanssa. Tavoitekosteuden asettavat betonin päällystemateriaalit. (Merikallio 2003, 5.)

## **2.5 Kosteus puurakenteisessa seinäelementissä**

### **2.5.1 Puu**

Puu on hygroskooppinen materiaali, jolla on pyrkimys asettua tasapainokosteuteen ympäristönsä kanssa. Kostuessaan puu turpoaa ja vastaavasti kiiuessaan kutistuu. Puuta voidaan kutsua anisotrooppiseksi materiaaliksi, sillä sen ominaisuudet jopa kosteusmuodonmuutoksiltaankin ovat suunnasta riippuen erilaiset. Puu elää pitkäikäisyydessään vain vähäisissä määrin, mutta poikittainen eläminen saattaa olla voimakasta kosteuden vaikutuksesta. Tämä on huomioitava rakenteiden suunnittelussa. (Rakentajain kalenteri. 2008, 114.)

Puun kuivuminen alkaa soluonteloista, joista vesi ensimmäisenä haihtuu. Kun soluonteloista kaikki vapaa vesi on haihtunut, alkaa puun soluihin sitoutunut kosteus haihtua. Kosteustilaa, jossa kaikki vapaa vesi on haihtunut mutta soluissa olevan kosteuden määrä on suurimmillaan, kutsutaan puun syiden kyllästymispisteeksi. Puun kosteus on silloin noin 30 %. Kun puun kosteus laskee, alkaa puu myös kutistua. Puun kosteuden pysyessä alle 20 %:n, on se yleisesti turvassa lahottajasieniltä, homeilta ja muilta mikrobeilta. (Rakentajain kalenteri. 2008, 114.)

Puun kuivuessa eli kosteuspitoisuuden pienentyessä paranevat myös puun lujuusominaisuudet. Puun kosteuden vaikutus keskittyy puristus- ja taivutuslujuuteen, ei niinkään vetolujuuteen. Puu kestää kosteusrasituksia hyvin silloin, kun vaikutus ei ole pitkään jatkuvaa. Toisin sanoen puun on päästävä kuivumaan kosteusrasituksen jälkeen. (Rakentajain kalenteri. 2008, 114.)

### **2.5.2 Tuulensuojalevy**

Tuulensuojalevyn eli puukuitulevyn tehtävänä seinärakenteessa on suojata rakennusta sään rasituksilta sekä estää tuulen ja veden pääsemisen seinärungossa oleviin lämmöneristeisiin. Koska tuulensuojalevy valmistetaan puukuidusta, levyn riittävän nopeasta kuivumisesta tulee huolehtia. Levyn valmistukseen käytetään pääosin puhdasta luonnonpuuta, jossa ei käytetä erillisiä sideaineita vaan sitojana toimii puun oma ligniini. Kuitumassaan lisäävät valmistuksen aikana hartsia ja vahaa, jotka lisäävät levyn jäykkyyttä, tiiviyttä ja säänkestävyyttä. (RT 37721. 2009, 1.)

### **2.5.3 Mineraalivilla**

Mineraalivilla valmistetaan epäorgaanisesta ja kemiallisesti neutraalista materiaalista. Mineraalivilla ei ole hygroskooppinen materiaali eli se ei ime itseensä kosteutta. Eriste ei epäorgaanisuudestaan johtuen lahoa eikä siten itse tarjoa kasvualustaa homeitiöille. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. 2011, linkit Tuotteet -> Perustietoa eristämisestä.)

Rakenteiden toteutuksessa on kuitenkin varmistettava, että rakennekosteus ja rakenteiden sisälle mahdollisesti ulkoapäin päässyt kosteus pääsee poistumaan, sillä kastunut lämmöneriste menettää lämmöneristyskykynsä. Kosteuden poistuminen rakenteesta on tärkeää myös siksi, että lahottajasienet ja muut mikrobivauriot eivät silloin pääse syntymään. Homeitiöt tarvitsevat kasvaakseen riittävän kostean (RH > 70 %) ja lämpimän tilan sekä orgaanisen kasvualustan. Tällöin kastunut lämmöneriste, puurunko ja puukuitulevy antavat merkittävän kasvumahdollisuuden. (Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. 2011, linkit Tuotteet -> Perustietoa eristämisestä.)

#### **2.5.4 Kipsilevy**

Kipsilevyä käytetään yleisesti sisäverhouslevynä seinien ja kattojen verhoukseen. Kipsilevyn ydin on kipsiä ja pinta molemmin puolin kartonkipäällysteinen. Kipsilevy on kosteuspitoisuudeltaan tehtaalta tullessaan niin alhainen, ettei sillä ole merkitystä levyjen käyttöön. Levyjen kosteuspitoisuuden määräävät varastoinnista, kuljetuksesta ja käsittelystä johtuvat kosteustekijät. Ilman suhteellisen vesihöyrypitoisuuden ollessa jatkuvasti yli 90 % kipsilevy imee itseensä niin paljon kosteutta, että sen jäykkyys ja kestävyys heikkenevät. Kipsilevyjä ei pidä käyttää ympäristössä, jossa RH on pääosin yli 80 %. (Knauf Oy. 2011, linkit Rakennusfysiikka -> Kosteus -> Tuotteet ja kosteus.)

### 3 ASENNUSAIKAINEN KOSTEUDENHALLINTA

Nykyisen rakentamiskulttuurin mukaan urakoiden aikataulut ovat pitkälle ennakoon sovittuja. Pientalon asentaminen joudutaan usein suorittamaan säästä riippumatta. Rakenteiden kastumisen todennäköisyys asennusaikana on suuri eikä rakentamisen ajankohdan valinnalla voida juurikaan helpottaa kosteudenhallintaa. Oleellista onkin saada rakennuksen vaippa nopeasti umpeen asennusvaiheessa, jotta rakenteet saataisiin suojaan sateelta ja rakennuksen lämmitys voidaan aloittaa. Asennusvaiheessa tärkeää on luonnollisesti myös rakenteiden suojaaminen ja riittävän nopean kuivumisen varmistaminen. Tällä tavoin ehkäistään myös kosteus- ja mikrobivaurioiden syntymistä. Rakenteiden ja koko rakentamisprosessin suunnittelussa tulee kiinnittää erittäin tarkasti huomiota kosteudenhallinnan toimivuuteen. (Lerssi 2009, 6.)

Asennusaikana sateet ovat merkittävin häiritsevä tekijä kosteudenhallinnassa. Sateet jakautuvat pitkin vuotta. Sateisimmat kuukaudet sijoittuvat heinäkuusta lokakuuhun. Lumena vuotuisesta sademäärästä sataa noin 30-50 %. Sateet haittaavat rakentamista turmellen rakennusmateriaaleja, mikäli niitä ei ole suojattu kunnolla. Rakenteiden kastuessa tuodaan työmaalle satoja litroja ylimääräistä kosteutta, jonka poistaminen vaatii energiaa kasvattaen rakentamisen kokonaiskustannuksia. Rakenteiden kastuminen ja niiden kuivumiseen vaadittava aika myös hidastaa rakentamista. (Lerssi 2009, 6.)

Asennusaikaisen kosteudenhallinnan tavoitteina ovat kosteusvaurioiden ehkäiseminen, rakenteiden riittävän nopean kuivumisen varmistaminen, kuivaustarpeen vähentäminen ja materiaalihukan pienentäminen. Kosteudenhallinnan onnistuminen asennusaikana on lopulta kiinni asenteista työmaalla. Onnistuneesta suunnittelutyöstä ja ideaalisissa olosuhteissa tehdyistä seinäelementeistä ei ole hyötyä, mikäli suunnitelmista ja suojausten merkityksestä ei välitetä työmaalla. Kosteudenhallinnan tulee olla osa asennustyötä. (Lerssi 2009, 6.)

### **3.1 Betonilaatan valaminen ennen elementtiasennusta**

Yleisesti betonilaatta on ollut tapana valaa rungon ja vesikateasennuksen jälkeen mutta työmaalla on viime aikoina kokeiltu betonilaatan valamista jo ennen elementtiasennusta. Tämä tapa on vielä kehittämisvaiheessa mutta on hyvin suunniteltuna vartenotettava vaihtoehto elementtirakentamisessa. (Rekilä 2011.)

Kannustalo Oy:n valmistamassa pientalossa betonilaatan ja sokkelin väliin jätetään ns. jälkivalukaista, jotta elementit saadaan asennusvaiheessa kiinnitettyä sokkeliin ja höyrynsulkumuovin alaosa limitettyä tiivisti betonivalun kanssa (kuva 1). Betonilaatan valaminen ennen elementtirungon asentamista on mahdollista jopa silloin, kun lattiapinta on sokkelipintaa korkeammalla rakennuksen paremman tiiveyden varmistamiseksi. Tällöin betonilaatan reuna on kuitenkin tehtävä 20 mm ulkoseinän sisäpintaa sisemmäksi (liite 1). (Rekilä 2011.)



*KUVA 1. Ennalta valettuun betonilaattaan jätetään ns. jälkivalukaista höyrinsulkumuovin tiivistämistä varten*

Laatan ennalta valaminen helpottaa elementtien asennusta ja betonoinnin aikana ei tarvitse huolehtia seinäelementtien suojaamisesta sotkeutumisen varalta. On syytä huomioida, että tällä tavalla rakennettaessa esimerkiksi väliseinä- ja viemäriasennusten mittaukset vaativat entistä enemmän tarkkaavaisuutta ja huolellisuutta. (Lerssi. 2010, 14;18.)

Betonilaatan valaminen ennen asennusta lisää myös asennusaikaisen kosteudenhallinnan merkitystä. Kuten jo työn alkuvaiheessa kerrottiin, on joissakin tapauksissa ennalta valettu laatta kastellut seinien alaosat erittäin kovan rankkasateen aikana. Tapaukset eivät ole sattuneet opinnäytetyön tilaajalle kuuluville asennuksille eikä siksi ole täysin tarkkaa tietoa, miten elementit ovat päässeet kastumaan. Tämänkaltaiset tapaukset ovat harvinaisia, mutta ilmaston lämpenemisestä johtuen on oletettavaa, että tällaiset ääriolosuhteet ovat lisääntymässä tulevaisuudessa. (Rekilä 2011.)

### 3.2 Elementtien ja rakenteiden suojaaminen

Rakenteet ja materiaalit pyritään suojaamaan mahdollisimman hyvin, jotta kosteusvaurioilta vältyttäisiin. Kastunut materiaali lisää kuivatustarvetta ja materiaalihukkaa sekä pahimmillaan aiheuttaa myös terveyshaitan rakennuksen käyttäjälle. Jotta näin ei pääsisi käymään, otetaan kosteudenhallinta huomioon jo elementtien valmistuksesta lähtien, kun elementti siirretään tehtaan optimiolosuhteista varastoon odottamaan toimitusta. Elementteihin asennetaan tehtaalla kosteussuojaukset ja elementit varastoidaan halleihin, joissa elementit ovat haitallisilta sääolosuhteilta suojassa. (Rekilä 2011.)

Jotta elementit saadaan toimitettua asiakkaalle kuivana, kuljetetaan ne työmaalle aina pressukatetulla rekalla. Elementtejä ei yleensä tarvitse välivarastoida rakennuspaikalla, sillä ne yleensä toimitetaan vasta asennuspäivänä. Asennusaikana elementit nostetaan rekasta siinä järjestyksessä kuin niitä tarvitaan. (Rekilä 2011.)

Asiakkaan tulee miettiä ja suunnitella varastointialue, johon rakennuspaikalle toimitettava irtopuutavara ja muut rakennustarvikkeet puretaan. Kaikki rakennusmateriaalit täytyy suojata välittömästi sateelta rekasta purkamisen jälkeen. Rakennusmateriaalien suojaaminen on asiakkaan omalla vastuulla. Suojaamiseen asiakas saa kuitenkin tarvittaessa opastusta toimittajalta ja mahdolliselta rakennusurakoitsijalta. (Rekilä 2011.)

Suojaustoimenpiteissä tulee huomioida rakennusmateriaalit, jotka voivat helposti vaurioitua kastumisen vaikutuksesta. Esimerkiksi kipsilevyn vaurioitumiseen riittää jo korkea ilman suhteellinen kosteus. Tärkeää on myös huomioida ne rakennusmateriaalit, jotka voivat kastuessaan aiheuttaa haittaa välillisesti muille materiaaleille. Kevytsoraharkot tai betonituotteet kykenevät imemään runsaastikin vettä itseensä vaurioitumatta, mutta voivat tällä tavoin aiheuttaa vaurion esimerkiksi päällystemateriaalille. (Merikallio 2003, 5.)



### 3.2.1 Seinäelementtien suojaaminen

Seinäelementit valmistetaan talotehtaalla lähes valmiiksi asti. Rungon sisäpuolelle asennetaan sisäpuolinen koolaus lasivillaeristysineen. Sisäpuolisen koolauksen etuna on se, etteivät sähkövedot tai rasioinnit pilaa rungon ja koolauksen väliin jäävän höyrynsulkumuovin tiiveyttä. (Rekilä 2011.)

Elementin pintaan kiinnitetään erikoiskova kipsilevy. Levyssä on lasikuituvahvistus. Levyn ydin on normaalilevyä tiheämpää, minkä vuoksi levy soveltuu hyvin iskunkestävyyttä vaativiin kohteisiin. Erikoiskova kipsilevy toimii tarvittaessa myös hyvin tukevana kiinnitysalustana. (Knauf Oy. 2011, linkit Tuotteet -> Rakennuslevyt -> Kipsilevyt -> Erikoiskovakipsilevy.)

Kuten jo luvussa 3.5 kävi ilmi, kipsilevy ja sisäpuolisen koolauksen välissä oleva 50 mm:n lasivilla vaativat erittäin hyvän kosteussuojauksen. Tähän käytetään ratkaisua, jolla saadaan samalla yläpohjan höyrynsulkumuovi limitettyä seinän höyrynsulun kanssa tiiviisti yhteen rungon ja sisäpuolisen koolauksen väliin (kuva 2). (Rekilä 2011.)



*KUVA 2. Yläpohjan höyrynsulkumuovin limitys seinän höyrynsulkumuovin kanssa*

Yläpohjan höyrynsulkumuovi levitetään valmiin seinäelementin sisäpintaan kipsilevyn ja sisäpuolisen koolauksen päälle (kuva 3). (Rekilä 2011.)



*KUVA 3. Seinäelementin sisäpinnan kosteussuojan asentaminen*

Yläpohjan höyrinsulkumuovia käytetään hyväksi seinäelementin sisäpuolen kosteussuojauksena asennuksen aikana, kun elementin sisäpinta on alttiina ympäristöstä aiheutuvalle kosteudelle. Vesikateasennuksen jälkeen suoja-muovi irrotetaan alapäästään ja nostetaan kattoristikoiden alapintaan höyrinsuluksi (kuva 4). (Rekilä 2011.)



*KUVA 4. Seinäelementin suojamuovi nostettuna yläpohjan höyrynsulukuksi*

Yläpohjan höyrynsulkumuovin käyttö seinäelementin sisäpinnan kosteussuojana havaittiin Kannustalo Oy:n pientalon asennuksen aikana käytännössä toimivimmaksi tavaksi, jolla saatiin höyrynsulkumuovien limitys tiiviiksi seinän höyrynsulkumuovin kanssa. Todettiin myös, että nykyään käytössä oleva sisäpuolinen lisäkoolaus ei anna juurikaan mahdollisuutta muille tavoille elementtirakentamisessa.

Edellä mainitun toimintatavan ongelmakohtaksi muodostui kuljetuksesta ja asennuksesta mahdollisesti aiheutuvat pienet tai suuretkin kolhut, jotka aiheuttavat tiiveysepäkohtia höyrynsulkumuoviin. Luonnollisesti nämä kohdat saadaan laadukkaiden tiivistysteippien avulla kuitenkin korjattua takaisin tiiviiksi höyrynsulukuksi. Työn ja asennuksen helpottamiseksi kannattaa asen-

nuksen aikana kiinnittää huomiota varovaisuuteen ja välttää muovin ylimääräistä rikkoutumista. (Lerssi 2011.)

Kosteudenhallinnan kannalta huomiota voisi myös kiinnittää seinäelementin alaosan höyrynsulkumuoviin, joka jälkivalukaistan avulla tiivistää seinän ja alapohjalaatan liitoksen. Höyrynsulkumuovia on varmuuden vuoksi tehtaalla asennettu alaosaan hieman ylimääräistä. Pientalon asennuksen jälkeen huomattiin, että ennen jälkivaluliitoksen tiivistämistä höyrynsulkumuoviin tiivistyy silminnähtävästi kosteutta, kun muovi estää kosteuden haihtumisen jälkivalukaistan kautta (kuva 5). Ylimääräinen höyrynsulkumuovi päätettiin nostaa seinän pintaa vasten, jotta ennalta valettu alapohjalaatta pääsisi kuivumaan nopeammin myös betonivalun reuna-alueilta.



*KUVA 5. Kosteuden haihtuminen estyy betonilaatan reuna-alueelta*

Ulkoseinäelementin yläpinta suojataan kartonkipahvilla, joka estää ylimääräisen kosteuden imeytymisen tuulensuojalevyyn ja muihin rakenteisiin yläsuunnasta (kuva 6). Kartonkipahvi poistetaan elementistä kattoristikoiden asennuksen aikana. (Rekilä 2011.)



*KUVA 6. Seinäelementin yläpintaan asennettava kartonkipahvi*

Ulkoseinäelementin nostaminen ja siirtäminen paikasta toiseen vaatii nostoliinojen asentamisen elementin yläpintaan. Nostoliinoja varten seinäelementin yläpintaan porattavat rei'ät avaavat mahdollisuuden kosteuden pääsulle rungon sisään lämmöneristeisiin. Tätä varten tehdään suunnitteluosasto ohjeistaa asennustiimejä sulkemaan nostoliinojen rei'ät toimitukseen kuuluvalla uretaanivaahdolla pian seinän paikalleen nostamisen jälkeen. (Rekilä 2011.)

Seinäelementteihin asennetaan tehtaalla ikkunat ja smyygilaudat. Ikkunapeltä ei sen sijaan ainakaan vielä asenneta tehtaalla. Ikkunoihin kuitenkin asennetaan vanerit, jotka suojaavat mm. tuulensuojalevyä sadeveden rasi-  
tukselta (kuva 7). (Rekilä 2011.)



*KUVA 7. Ikkunapellin alle asennettava vanerilevy kosteussuojana*

Seinäelementin ulkopanelointi asennetaan lähes poikkeuksetta tehtaalla. Panelointi luonnollisesti kestää säärasituksen. Riittävän tuuletuksen varmistamiseksi tehdas käyttää turvallista 42 mm:n koolausta, jolla 25 mm:n tuulensuojalevyn ja paksun seinäeristekerroksen kuivuminen varmistetaan. Valmis panelointi suojaa myös tuulensuojalevyä liialliselta kosteusrasitukselta sivusuunnassa. (Rekilä 2011.)

Tehtaalla valmistetaan myös päätykolmioelementteihin työmaalla kiinnitettävät valmiit päätyräystäselementit. Päätyräystäselementit kiinnitetään päätykolmioihin maassa ennen varsinaista asennusta. (Kuva 8.) Työmaalla päätyräystäiden kiinnittäminen maan pinnalla todettiin huomattavasti helpommaksi kuin tikkailta käsin. Päätyräystäään asentaminen elementtinä on hyödyllistä myös kosteudenhallinnan kannalta. Päätyräystäselementteihin kiinnitetään tehtaalla aluskateluiska, joka päätykolmioelementtiin asentamisen yhteydessä voidaan kääntää päätykolmioelementin yläpinnan kosteussuojaksi asennusaikana (kuva 9). Aluskateluiska limitetään varsinaisen aluskatteen kanssa aluskateasennuksessa suunnitelmien mukaisesti (liite 2). (Rekilä 2011.)



*KUVA 8. Päätyräystäselementti asennetaan päätykolmioelementtiin maassa*





*KUVA 9. Päätyräyselementtiin asennetaan tehtaalla aluskateluiska*

Näillä edellä mainituin tavoin ulkoseinäelementit saatiin kohdetyömaalla kosteudenhallinnallisesti suurimmilta osin turvalliseksi. Huomattiin, että elementtien kosteudenhallinta on kehittynyt ajan myötä hyvin pitkälle ja sitä myös luonnollisesti kehitetään koko ajan eteenpäin erilaisten kokemusten myötä. Elementtirakentaminen on kosteudenhallinnan huomioon ottaen turvallinen vaihtoehto, sillä rakennus saadaan hyvin pian kosteudelta suojaan aluskatteen alle. Rakenteiden ja materiaalien ei tarvitse olla pitkään sateelle alttiina kuten paikalla rakentamisessa. On vain huolehdittava, että asennuksen aikana mahdollisesti kastuneet materiaalit pääsevät kuivumaan riittävän nopeasti.

### 3.2.2 Ennalta valetun betonilaatan suojaaminen

Betonin kastumisesta ei sinällään ole suurta haittaa, onhan betonin RH valmistettaessakin 100 %. Betonin kuivumiseen tarvitaan hyvissäkin olosuhteissa paljon aikaa ja sen uudelleen kastuminen hidastaa kuivumista merkittävästi. Esimerkiksi 2 viikon ylimääräinen kastuminen voi pahimmassa tilanteessa hidastaa rakenteen kuivumista jopa 20 viikolla. (Merikallio 2003, 9.)

Betonin ikä vaikuttaa merkittävästi betonin vedenimukykyyn. Mitä myöhemässä vaiheessa betonirakenteeseen pääsee vettä, sitä enemmän betoni myös vettä imee ja kosteuden poistuminen on entistä hitaampaa. Opinnäytetyön tilaajan kohdalla suurelementitalon asennuksessa betonilaatta on valettu vasta noin viikkoa aikaisemmin, joten betonia voidaan pitää vielä melko tuoreena ja kosteana eikä betonin ikävaikutuksella ole kuivumisen kannalta niin suurta vaikutusta. (Merikallio 2003, 8.)

Työmaalla todettiin, että ennalta valettu alapohjan betonilaatta olisi suositeltavaa suojata suojapeittein mahdollisimman hyvin valamisen jälkeen. Tällä tavoin kuivatustarvetta voitaisiin minimoida. Samalla betonin kuivumisessa vapautuvan vesihöyryn määrä olisi pienempi ja tällä tavoin rakennuksen muihin rakenteisiin imeytyvän kosteuden määrä vähentyisi. Näin betonilaatan ennalta valamisen etua ja hyötyä saataisiin kasvatettua verrattuna täysin märkään jälkivalettuun betonilaattaan.

Työmaalla kävi ilmi, että suojapeitteiden käytössä ongelmaksi syntyy betonilaatan suuruus. Suojaamisessa joudutaan käyttämään useita peitteitä eikä saumakohtia ole käytännössä mahdollista saada tiiviiksi. Tällöin vedellä on mahdollisuus päästä kastelemaan betonilaatta joka tapauksessa (kuva 10). Suojapeitteiden käytön todettiin olevan kaikesta huolimatta kannattavaa. Jokainen litra, joka peitteillä saadaan ohjattua pois rakenteesta, on myös pois kuivatuksesta.



*KUVA 10. Kastunut betonilaatta suojapeitteiden poistamisen jälkeen*

Vaikka ennalta valettu betonilaatta saataisiinkin suojattua suhteellisen tiiviisti, on ongelmana kuitenkin asennusaika, jolloin peitteet joudutaan poistamaan. Kohdetyömaalla satoi ajoittain vettä asennuksen aikana. Pohtimisen tuloksena oli, että mikäli betonilaatan pinnalla vettä on reilusti, voisi sitä mahdollisuuksien mukaan imeä vesi-imurilla.

Työmaalla huomattiin, että käytännössä asennusaikana on asentajilla usein kiire eivätkä resurssit yleensä riitä veden poistamiseen betonilaatan pinnalta. Mikäli tilanne on kriittinen ja veden määrä betonilaatan pinnalla aiheuttaa vaaran asennuksen kosteustekniselle turvallisuudelle, täytyy vesi kuitenkin poistaa ennen asennusta.

### **3.2.3 Rakennustarvikkeiden ja irtopuutavaran suojaaminen**

Pientalon asennuksen alkaessa tuodaan rakennuspaikalle myös paljon irrallaan toimitettavia rakennustarvikkeita ja irtopuutavaraa. Nämä on syytä suo-

jata heti rekasta purkamisen jälkeen. Asiakkaan tulee toimittaa asennuksen alussa rakennuspaikalle riittävä määrä suojapeitteitä, joilla voidaan varmistaa rakennustarvikkeiden kuivana pysyminen. Eri rakennustarvikkeiden valmistajat ovat suojanneet tuotteensa, kuten esimerkiksi lasivillarullat, suoja-muoveilla. Niiden tiiveyteen ei pidä luottaa, sillä kuljetuksessa suojamuovit ovat saattaneet vaurioitua. Suojapeitteiden hankinnassa laadusta ei kannata tinkiä. Suojaamisessa säästetyt kulut saattavat tulla eteen materiaalihukan tuomissa lisäkustannuksissa. (Lerssi 2011.)

Suojapeitteiksi kutsutaan rakennus-, julkisivu- ja erikoispeitteitä. Peitteet ovat materiaailtaan polyesteri- ja verkkokangasta, PVC-päälysteistä tekokuitu-kangasta tai polyeteenimuovia. Rakennustarvikkeiden ja irtopuutavaran suo-jaamiseen voidaan käyttää rakennuspeitteitä, jotka ovat säänkestäviä ja lä-päisevät vain vähän auringon valoa. Rakennuspeitteet kestävät myös hyvin vuodenaikojen rasituksia. Suojaamisen helpottamiseksi peitteiden liepeissä on reunavahvistetut renkaat ja kiinnitysnaurut. (Kone-Ratu 07-3022. 1992, 2.)

Suojapeitteiden kunto tulee tarkistaa aina säännöllisin väliajoin. Repeytyneet peitteet suositellaan vaihdettavaksi uusiin, mikäli niitä ei ole mahdollista kor-jata. Talviaikaan peitteen päälle kerrostunut lumi sekä muut peitteen kuntoa rasittavat tekijät täytyy poistaa. Talvella peitettä tulee käsitellä varoen, sillä jäätynyt ja luminen peite rikkoutuu helposti taivuteltaessa. (Kone-Ratu 07-3022. 1992, 2.)

Asennuksen alkuvaiheessa ennen elementtien pystyttämistä osa rakennuk-sen sisällä myöhemmin tarvittavista irtopuutavaroista ja muista tarvikkeista siirretään valmiiksi rungon sisäpuolelle materiaalien kantamisen helpottami-seksi. Varastoinnissa täytyy kuitenkin huolehtia siitä, etteivät puutavaraniput ja muut pakkaukset estä ennalta valetun betonilaatan kuivumista. (Lerssi 2011.)

### 3.3 Rankkasade asennusvaiheessa

Pientalon asennusvaiheen suurimmiksi riskitekijöiksi kosteudenhallinnan kannalta muodostuvat pääosin kesällä ja syksyllä esiintyvät rankkasateet. Riskin suuruus kasvaa silloin, kun pientaloon on valettu alapohjan betoni-laatta ennen asennusvaihetta. Kuten jo työn alussa kerrottiin, on rankkasade päässyt pahimmillaan kastelemaan seinien alaosat laatan päällä tulvineen tai päältä roiskuneen veden takia. Tarkempaa tietoa vaurioitumisen syystä ei tiedetä, sillä asennus ei kuulunut tehtaan toimitukseen. Riskin mahdollisuutta on joka tapauksessa syytä pohtia ja kastumisriskejä pyrkiä vähentämään. (Rekilä 2011.)

Seinien alaosien kastumisriski rankkasateen vuoksi on käytännössä olemassa vain silloin, kun käytetään ennalta valettua betonilaattaa. Asennusvaiheessa hiekkapohjalla oleva alapohja ei tulvi eikä roiski vettä seinille, sillä hiekka ehtii imeä käytännössä kaiken veden rankkasateenkin aikana. (Rekilä 2011.)

Työmaalla havaittiin, että käytettäessä ennalta valettua betonilaattaa täytyy rankkasateen olla todella voimakas kastellakseen suojamuovein päällystetyt elementin sisäseinät. Veden täytyy tulvia betonilaatan päällä niin paljon, että se täyttää myös laatan reunoilla olevat jälkivalukaistat imeytyäkseen sitä kautta kapillaarisesti runkoon ja eristeisiin. Työmaalla seinien alaosien kastumisen vaaraa ei ollut, vaikka vettä ajoittain satoikin.

Puutteellisena kosteussuojauksena pidettiin elementin kiinnitysvaihetta. Elementin kiinnitysvaiheessa joudutaan elementin kulmista irrottamaan väliaikaisesti suojamuovi, jolloin seinän sisäpinta on kulmasta hetken avoinna. Seinän alaosan levyt ja sisäpuolinen koolaus on silloinkin suojattu betoni-laattaan limitettävällä höyrynsulkumuovilla kastumisriskin pienentämiseksi (kuva 11).



*KUVA 11. Elementin kiinnitys alaohjauspuuhun*

Rankkasateista johtuvaa kosteusvaurioriskiä pyritään pienentämään ja erilaisia tapoja ongelman ratkaisemiseen kehitetään koko ajan. Rakennuksen huputus on ainoa menetelmä, jolla rakennuksen runko voidaan täydellisesti suojata sateelta. Huputuksen hyödyntämistä pohdittaessa ongelmaksi syntyivät elementtirakentamisessa vaadittavat elementtien nostot ja siirrot. Huputuksen kannattavuus kärsisi myös elementtirakentamisen nopeudesta ja tehokkuudesta. Kohdetyömaalla rakennuksen vesikateasennus oli valmis kolmantena asennuspäivänä, minkä jälkeen kriittisimmät rakenteet olivat saateilta suojassa. Huputuksesta saatava hyöty tämän jälkeen katoaisi.

Luonnollisesti elementti- ja vesikateasennuksen välisenä aikana rakenteet ovat alttiina sateille. Sateisena ajanjaksona elementtiasennuksen jälkeisestä huputuksesta olisi silloin hyötyä. Todettiin, että huputusta kannattaisikin harkita tapauskohtaisesti sääennusteiden perusteella. On huomioitava, että vuokrattavien sääsuojien saatavuus lyhyellä varoitusaajalla saattaa olla ongelma joillakin alueilla. Huputuksen huonona puolena on myös se, että hu-

putuksen rakentaminen vie aikaa asennukselta ja siirtää jo valmiiksi kireitä rakennusaikatauluja arvioiden mukaan päivällä tai kahdella.

Kuten jo aikaisemmin asiaa pohdittiin, ennalta valettua betonilaattaa käytettäessä voitaisiin rankkasateilta varautua vesi-imureilla (kuva 12). Rankkasateen yllättäessä voitaisiin vettä imeä laatan pinnalta pahimpien kuurojen ajan, sillä kuurot eivät yleensä ole pitkäaikaisia. Tällä tavoin voitaisiin ehkäistä elementin kastumista ja vähentää betonilaattaan imeytyvän veden määrää.



*KUVA 12. Veden- ja pölynimuri (Ammattikäyttöön – Vesi-imurit.*

<http://www.siivous.fi/yellowservice/sivut/tuotteet/tuoteryhma.do?id=Ammattikayttoon%20-%20Vesi-imurit>)

Talviaikaan rankkasateet tulevat lumena. Lumi ei pääse helposti rakenteiden sisään eikä heti vaurioita rakenteita. Työturvallisuuden ja kosteudenhallinnan vuoksi lumi tulee kuitenkin heti poistaa mekaanisesti rakenteiden pinnoilta eikä missään tapauksessa sulattaa sitä. (Merikallio 2003, 17.)

### 3.4 Rungon kastuminen

Elementtien hyvistä kosteussuojauksista huolimatta on aina mahdollisuus, että runko pääsee kastumaan. Syynä voi olla esimerkiksi tehtaalla rakennusvirhe, asentamisen aikana tapahtunut virhe tai rakennusolosuhteet. Syystä riippumatta on vaurion havaitsemisen jälkeen ryhdyttävä kuivatustoimenpiteisiin. (Rekilä 2011.)

Kosteusvauriolle on sen suuruudesta riippuen tehtävä korjaussuunnitelma, joka on täysin tapauskohtainen. Esimerkiksi voidaan ottaa aikaisemmin mainittu tilanne, jossa tulvinut vesi on päässyt kapillaarisesti imeytymään jälkivalukaistan kautta runkorakenteisiin. Tällaisen vaurion korjaukselle ei ole muuta mahdollisuutta kuin irrottaa kipsilevyt ja sisäpuolen koolaus höyrynsulkumuoveineen. Ainoastaan tällä tavoin saadaan esille kosteusvaurioitunut runkorakenne. (Rekilä 2011.)

Runkorakenteen välissä olevat lämmöneristeet joudutaan vaihtamaan alaosistaan uusiin. Runkorakenteen annetaan kuivua avoimena ja tarvittaessa käytetään koneellista kuivatusta apuna kuivumisen nopeuttamiseksi. Kuivuminen varmistetaan kosteusmittauksien avulla, jotta tiedetään, onko riittävän alhainen rakennekosteus saavutettu. (Rekilä 2011.)

Kastunut runkorakenne käsitellään kuivatuksen jälkeen Boracol-homeenestoaineella. Ainetta voidaan käyttää muun muassa betoni-, tiili- ja puupinnoilla. Homeenestoaineen boorisuolat tuhoavat yksisoluiset eliöt kuten homeen, levän, jäkälän ja sammaleen. Ainetta ei pestä pois rakenteen pinnalta vaan sen annetaan kuivua. (Kirjovärit Oy. 2011, linkit Boracol-homeenesto.)

Rungon kastumisesta todettiin syntyvän paljon lisäkustannuksia. Kuivattaminen lisää huomattavan paljon työtunteja asentajille ja viivästyttää rakennusaikatauluja. Kosteudenhallintaa suunnitteleamalla näiltä ongelmilta pyritään välttymään.



### 3.5 Olosuhteiden seuranta

Pientalon asennusajasta lähtien on rakennuspaikalla seurattava rakennusolosuhteita. Olosuhteita voidaan tarkkailla silmämääräisestikin, jolloin huomiota tulisi kiinnittää rakenteisiin ja niiden kosteusolosuhteisiin. Rakenteiden kosteussuojaukset ovat tärkeässä asemassa läpi rakennusajan. Rakenteissa mahdollisesti näkyvät pienetkin kosteusriskit tulee hoitaa niin, että rakenteet varmasti pääsevät kuivumaan riittävän nopeasti ennen niiden päällystämistä. (Lerssi 2011.)

Tällä hetkellä on Suomessa myös meneillään hanke, jonka on tarkoitus parantaa elementtirakenteisten pientalojen rakenteiden kosteusseuranta. Hankkeen tarkoituksena on, että tehtaalla valmistettaviin elementteihin asennettaisiin kosteusanturit, jotka lähettäisivät rakenteen kosteustietoja tietyn väliajoin esimerkiksi matkapuhelimeen. Näin elementtien rakennekosteutta voitaisiin paremmin seurata varastoinnin, kuljetuksen ja asennuksen aikana. (Illikainen 2011.)

Onnistunut pientalon asennusaikainen kosteudenhallinta on monen tekijän summa. On tärkeää, että jokainen pientalon rakentamisessa mukana oleva suunnittelija, elementtityöntekijä, varastotyöntekijä, kuljettaja ja pientaloasentaja ymmärtää kosteudenhallinnan merkityksen rakentamisessa. Tällä tavoin on mahdollista rakentaa kestäviä koteja.

## 4 BETONILAATAN KUIVUMINEN

Pientalon alapohjan betonilaatan kuivattaminen ei sisälly varsinaiseen asennusaikaiseen kosteudenhallintaan. Betonilaatan kuivattaminen ei siis ole opinnäytetyön tilaajan eli talotoimittajan vastuulla pientalon asennuksen jälkeen. Betonilaatan kuivuminen on aiheellista kuitenkin käydä läpi, sillä opinnäytetyön tavoitteisiin kuului arvioida ennalta valetun betonilaatan etuja verrattuna jälkivalettuun betonilaattaan. Tässä luvussa esiteltävät kuivatustavat ovat vain esimerkkejä, joita on mahdollista käyttää betonilaatan kuivattamiseksi.

Pientalon alapohjan betonilaatta on yksi hitaimmin kuivuvista rakennusosista. Betonilaatan kuivuminen tasapainokosteuteensa on tärkeää huomioida viimeistään siinä vaiheessa, kun lattiapäällysteiden asentaminen on ajankohtaista. Mikäli betonilaatan kosteus ei ole lattiapäällystemateriaalin asettaman kosteusrajan alapuolella, saattaa se aiheuttaa lattiapäällysteelle kosteusvaurioita ja pahimmassa tapauksessa antaa mahdollisuuden mikrobivaurioiden kehittymiselle. (Merikallio 2003, 5.)

Pientalojen kiristyneet energiamääräykset ovat kasvattaneet eristysvahvuuksia ja rakennusten tiiveyteen on kiinnitetty entistä enemmän huomiota. Tämä on johtanut siihen, että rakenteiden kuivumisaika on pidentynyt. Ongelmaksi syntyy se, ettei rakennusaikainen kosteus ja nimenomaan betonista haihtuva kosteus välttämättä pääse poistumaan rakennuksesta ilman huolellista suunnittelua. Hankaluuksia rakenteiden kuivattamisessa aiheuttaa myös jatkuvasti kiristyvät aikataulut rakentamisessa. (Lerssi 2011.)

Luvuissa 4.1–4.6 käydään läpi betonin kuivumiseen vaadittavia olosuhteita sekä millä tavoin betonin kuivumista voidaan tarvittaessa nopeuttaa.

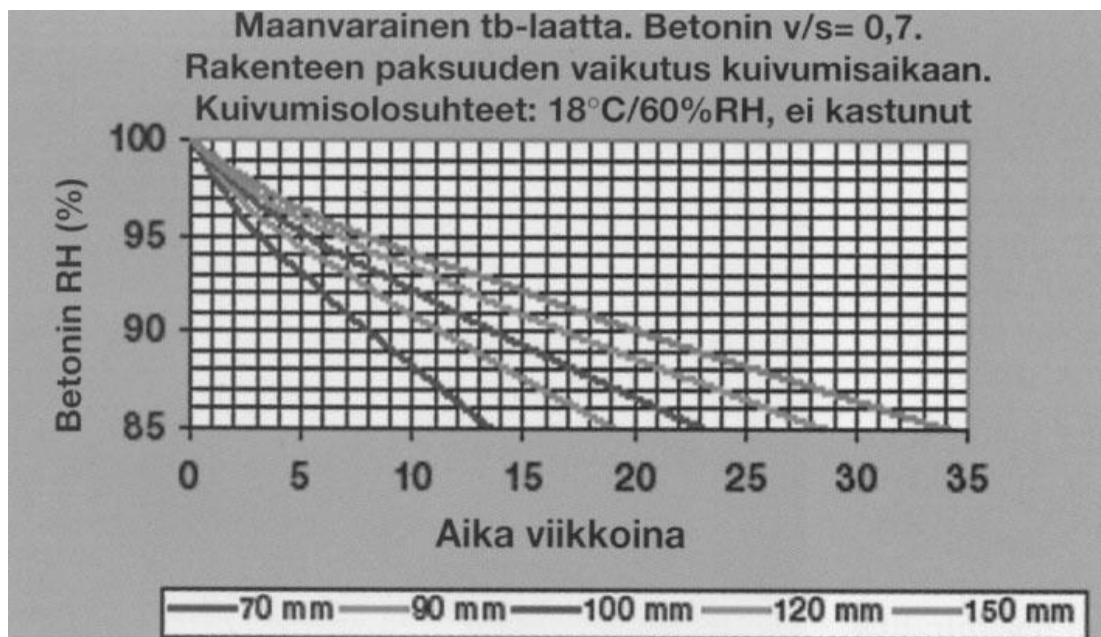
## **4.1 Betonilaatan kuivumisen pääperiaatteet ja kuivumisajan arviointi**

Alapohjan betonilaatan kuivuminen on riippuvainen haihtumisolosuhteista. Rakenteen kuivaamiseksi tulee saada betonin sisällä oleva kosteus siirtymään betonilaatan pintaan, sillä alapohjan betonilaatta kykenee kuivumaan ainoastaan pinnalta eli yhteen suuntaan ja tapahtuu siksi hitaasti. Kosteutta nousee laatan pohjalta kapillaarisesti tai diffuusion avulla hitaasti samalla, kun kosteutta poistuu laatan pinnalta. Kosteus siirtyy alussa suurimmilta osin kapillaarisesti märässä betonissa ylöspäin, kunnes betonissa olevat ilmahuokokset kuivuvat tarpeeksi ja kapillaarinen siirtyminen estyy. Tämän jälkeen siirtyminen tapahtuu ainoastaan diffuusion avulla kun betonin pinnan kosteuspitoisuus on alhaisempi kuin alapuolen kosteuspitoisuus. Kuivuminen siis hidastuu loppua kohden. (Merikallio 2002, 16.)

Betonilaatassa olevan kosteuden määrä riippuu valamisessa käytetystä vesisementtisuhteesta. Määrää on kuitenkin hankala arvioida, sillä siihen vaikuttaa myös se valetaanko kohteen betonilaatta itse vai tilataanko betoni asiaankuuluvalla toimittajalta. Lisäksi jos kohteessa on ennen asennusta valettu betonilaatta, veden määrää on mahdotonta arvioida vesi- tai lumisateiden tuoman lisäkosteuden vuoksi. Betonilaatan suhteellinen kosteus tulisikin mitata heti, kun ulkopuoliset kosteuslähteet on saatu estettyä. Tämän jälkeen voidaan tehdä todellisia kuivumisaika-arvioita. (Merikallio 2003, 23.)

Betonilaatan kuivumista arvioitaessa on tärkeää tietää, mihin kosteustasoon sen tulisi kuivua, paljonko kuivumiseen on varattu aikaa ja mikä on betonin lähtökosteustilanne. Betonilaatan kuivumiseen tarvittavaan aikaan vaikuttavat tavoitekosteus, rakenteen paksuus, betonilaatu ja kuivumisolosuhteet. Rakentamisen yleisen aikataulun mukaan saadaan yleensä riittävän hyvin laskettua, kuinka paljon betonilaatalla on aikaa kuivua ennen kuin ryhdytään päällystystöihin. Betonilaatan kuivumisen voidaan katsoa alkavaksi siitä, kun rakenteeseen ei enää pääse ylimääräistä kosteutta ja lämpötila on vähintään 10 °C. (Merikallio 2003, 23.)

Käytännössä lattiapäällysteiden vaatimat kosteusraja-arvot määrittävät sen, kuinka paljon betonia tulee kuivattaa rakennusvaiheen aikana. Betonilaatan kuivumisaikaa voidaan arvioida lähtökohtaisesti erilaisille betonirakenteille suunnitelluilla kuivumiskäyrillä (kuva 13). (Merikallio 2002, 40.)



KUVA 13. Maanvaraisen betonilaatan kuivumiskäyrä laatan paksuuksien mukaan

Kuivumiskäyristä voidaan havaita, että betonilaatan paksuuden muutoksella on kuivumisaikaa pidentävä vaikutus. Kuivumisaika pidentyy hyvin tasaisesti betonilaatan paksuuden kasvaessa. Tällä tavoin kuivumisaikaa voidaan arvioida aikatauluja tehtäessä. Betonin suhteellinen kosteus on kuitenkin varmistettava kosteusmittauksien avulla ennen lattiapäällysteen asentamista.

## 4.2 Ilmankosteuden ja lämpötilan vaikutus kuivumiseen eri vuodenaikoina

Ilman suhteellisen kosteuden (RH) tulee olla betonilaatan suhteellista kosteutta alhaisempi, jotta betonilaatan kuivuminen on edes mahdollista. Mikäli ilmankosteus olisi tätä korkeampi, betoni kostuisi lisää. Betonilaatan kuivatuksen aikana tavoitteena pidetään, että ilman RH olisi ~50 %. Ilman kosteuden ollessa tätä alhaisempi kuivumisnopeudella ei ole enää suurta merkitystä. Ulkoilman kosteussisältö, sisäilman kosteuslisät sekä ilman lämpötila vaikuttavat sisäilman suhteellisen kosteuden suuruuteen. (Merikallio 2004, 24.)

Jotta rakenteet saataisiin kuivumaan riittävän nopeasti, on tehokkainta nostaa sisäilman lämpötilaa. Sisäilman lämpötilan noustessa suhteellinen kosteus laskee ja ilma kykenee vastaanottamaan enemmän kosteutta. Ilman lämpötilan noustessa myös rakenteiden lämpötila nousee samalla kasvattaen useimpien rakennusmateriaalien vesihöyrynosapainetta. Kosteus poistuu rakenteesta sitä nopeampaa, mitä lämpimämpää itse materiaali on. Hyvänä esimerkkinä voidaan pitää betonia. Betonin lämpötilan noustessa kymmenellä asteella kasvaa sen kosteutta siirtävä voima 1,5 -kertaiseksi. Yleisesti betonin riittävän nopeaan kuivumiseen riittää +20 °C:n lämpötila. Tätä korkeampia lämpötiloja käytettäessä betonin kuivuminen luonnollisesti tehostuu. Huomiota kannattaa kuitenkin kiinnittää tuoreen betonin kuivumisesta johtuvaan halkeamisherkkyyteen ja lujuuksien katoamiseen. Lisäksi työskentelymukavuus heikkenee lämpötilan noustessa. (Merikallio 2003, 32.)

Betonilaatan kuivumisen hoitamisessa täytyy huomioida vuodenaikojen vaikutukset. Ei ole sama asia kuivattaa rakennetta kesällä kuin talvella. Kesällä ulkoilman suhteellinen kosteus on yleisesti talviajan suhteellista kosteutta alhaisempi. Ulkoilman kyky vastaanottaa kosteutta on kesällä talvea suurempi. Tästä johtuen rakenteet, jotka ovat samassa lämpötilassa ulkoilman kanssa, kuivuvat nopeammin kesäaikaan. Rakenteiden kuivuminen riittävän nopeasti ei onnistu aina kesälläkään, sillä suhteellinen kosteus on silloin usein liian korkea. (Merikallio 2003, 28.)

Betonilaatan kuivumisen kannalta tavoitellaan 50 % sisäilman suhteellista kosteutta, mikä vaatii lämpötilaeroa sisä- ja ulkoilman välille. Ennen kuin kohteessa on lämmitys päällä, on sisäilman suhteellinen kosteus jopa ulkoilman suhteellista kosteutta korkeampi. Kesällä lämpötilaeron saaminen on luonnollisesti hankalampaa ja siksi kesällä sisäilman suhteellista kosteutta on vaikeampaa saada laskettua. Jos sisäilman kosteuslisä on hyvinkin suuri esimerkiksi lattiavalusta johtuen ja ulkoilma on hyvin lämmintä, suhteellinen kosteus sisällä voi nousta todella korkeaksi. On mahdollista, että rakenteet eivät kuivu vaan ne kostuvat. (Merikallio 2003, 28.)

Kesän lopulla, kun ulkoilma on kosteaa ja lämmintä, voidaan sisäilmaa kuivattaa käyttämällä apuna koneellisia kuivaimia. Ilmankuivaimia on mahdollista kuitenkin käyttää vain silloin, kun kuivatettava tila on tiivis. Näin ilman kuivaaminen voidaan kohdistaa tehokkaasti kuivatettavaan tilaan. Ilmankuivaajat alentavat sisäilman suhteellista kosteutta mutta eivät nopeuta kosteuden siirtymistä syvemmältä betonilaatatasta. Tehokas kuivuminen vaatii ilmankuivaajia käytettäessäkin lämmitystä ja riittävää ilman kiertoa tilassa. Ilmankuivaajia käytetään yleensä silloin, kun sisäilman suhteellista kosteutta ei saada riittävän alhaiseksi sisä- ja ulkoilman lämpötilaerolla. (Merikallio 2003, 29.)

Talvella rakenteiden kuivatus sujuu tehokkaimmin sisäilmaa lämmittämällä. Lämmin sisäilma ajaa kosteutta pois rakenteista ja pitää sisäilman suhteellisen kosteuden riittävän alhaisena, jotta se kykenee vastaanottamaan rakenteista poistuvaa kosteutta. Talvella sisäilman tuuletusta ei yleensä tarvitse järjestää, sillä vasta rakennusvaiheessa oleva talo ei ole kovinkaan tiivis. On kuitenkin selvää, että suurimmat aukot tulee peittää lämmitysenergian tarpeen minimoimiseksi ja varmistaa että kosteus pääsee kulkeutumaan ulos niin, ettei se pääse tiivistymään kylmien rakenteiden pinnoille. Mikäli rakennus lämmitetään vain osittain, lämmitettävä tila tulee tiivistää niin, ettei lämmin ilma pääse kylmään tilaan. Syksyllä ja keväällä betonilaatan kuivattamista kannattaa tehostaa lämpötilaa nostamalla sekä ilmanvaihtoa tehostamalla. (Merikallio 2003, 29.)

### **4.3 Kuivatuksen tehostaminen koneellisesti**

Betonilaatan ja samalla rakennuksen muiden rakenteiden kuivatusta voidaan tehostaa koneellisesti. Koneellisen kuivatuksen etuna on, että oikein käytettynä ne ohjaavat kosteuden turvallisesti pois rakenteista eikä kosteus pääse tiivistymään kylmien rakenteiden pinnoille. Koneellisen kuivatuksen lisäksi kosteuden haihtumista betonilaatasta helpotetaan yleensä hiomalla betonin pinta auki. (Merikallio 2003, 33.)

#### **4.3.1 Rakennuksen oma lattialämmitysjärjestelmä**

Rakennuksen lämmittämiseksi ja etenkin betonilaatan kuivatuksen vuoksi luonnollisesti tehokkainta on ottaa käyttöön rakennuksen oma lattialämmitysjärjestelmä. Lämmitysjärjestelmän käyttöönoton etuna on, että lämpö saadaan jakautumaan rakennuksessa tasaisesti ja betonirakenne lämpenee sekä kuivuu nopeammin myös syvemmältä. Lämmitys tulisikin ottaa käyttöön niin pian kuin mahdollista. Huomioitavaa on, että ennen käyttöönottoa betonin on täytynyt saavuttaa tietyn lujuuden. Yleensä lattialämmitys voidaan kytkeä päälle noin 2-4 viikon kuluttua valamisesta. Lämmitystä tulee nostaa asteittain alhaisista lämpötiloista alkaen. (Merikallio. 2003, 33 - 34.)

Lattialämmitysjärjestelmän tehokkuutta arvioitaessa todettiin päälle kytkemisen olevan kannattavaa vasta silloin, kun rakennus on tiivis ja eristetty. Näin säästetään lämmitykseen vaadittavissa energiakuluissa. Suurelementtiteknikalla valmistetussa talossa rakennus on hyvinkin pian valmis lämmitettäväksi. Seinäeristykset ja seinän tiivistykset ovat kunnossa jo asennuksen alkuvaiheesta lähtien. Käytännössä lattialämmityksen päälle kytkeminen voi tapahtua silloin, kun yläpohjaan on asennettu tarvittavat lämpöeristemateriaalit. (Lerssi 2011.)

### **4.3.2 Rakennuskuivaajat, kiertoilmalämmittimet ja ilman-kuivaajat**

Rakennuskuivaajat soveltuvat rakennusaikaiseen kuivaukseen ja lämmitykseen. Rakennuskuivaajien käytöllä voidaan tehostaa rakennuksen oman lämmitysjärjestelmän vaikutuksia. Rakennuskuivaajien toiminta perustuu siihen, että polttimen kuumentama vaippa tai sähkövastus kuumentaa puhaltimella takaisin lämmitettävään tilaan siirrettävän ilman. Kosteaa ilmaa johdetaan pois ja samalla tilan lämpötila kasvaa. (Ratu 07-3003. 1989, 1.)

Kiertoilmalämmittimet ovat toimintaperiaatteeltaan samankaltaisia kuin rakennuskuivaajat. Polttimen tai vastuksen kuumentama ilma siirretään lämmitettäviin tiloihin. Kiertoilmalämmittimen lämmitinyksikkö voidaan sijoittaa keskitetysti niin, että lämmin ilma siirretään lämmitettäviin tiloihin putkien avulla. (Ratu 07-3003. 1989, 1.)

Ilmankuivaaja toimii kuivattamalla ilmaa, rakenteita ja rakennusmateriaaleja poistamalla kosteutta ilmasta kondensaatio- tai sorptiomenetelmällä. Laite ei poista ilmaa kohteesta, vaan ainoastaan veden. Ilmankuivaaja soveltuu rakennustilan kuivaukseen muun lämmityksen ohessa. Laitetta ei käytetä kylmissä tiloissa. Ilmankuivaajaa käytettäessä ilmanvaihto on syytä minimoida kaiken hyödyn irtisaamiseksi. Ilmankuivaajan teho on riippuvainen rakennuksen tiiveydestä, sillä ilmankuivaaja kerää kosteutta sisäilmasta. Ilmankuivaajaa ei yleensä käytetäkään kovin aikaisessa vaiheessa rakentamisaikana. (Kone-Ratu 07-3003.1989, 2 - 3.)

Ilmankuivaajien käytön voidaan arvioida olevan tarpeellista silloin, kun ulko- ja sisäilman välille ei saada riittävän suurta lämpötilaeroa. Ilmankuivaaja saa aikaan tällöin tarvittavan suhteellisen kosteuden sisäilmaan, jotta kuivuminen olisi riittävän tehokasta.



### 4.3.3 Ilmanvaihto

Rakennuksen ilmanvaihto kuivatuksen aikana on järjestettävä mahdollisuuksien mukaan. Rakennuksessa mahdollisesti käytettävien kuivatuslaitteiden kuten rakennuskuivaajien ja kiertoilmalämmittimien hyödyt tulevat sitä paremmin esiin, mitä tehokkaampaa ilmanvaihto on. Kuivatettavan tilan ilmanvaihto rakennusvaiheessa tapahtuu käytännössä rakennuksessa olevien aukkojen kautta. Ilmanvaihdon lisääminen kuivattaa sisäilmaa, mikäli sisäilman suhteellinen kosteus on ulkoilman suhteellista kosteutta korkeampi. Ilmanvaihdon lisääminen kuitenkin kasvattaa lämmityskustannuksia. Ilmanvaihdon pienentäminen vastaavasti vähentää kosteuden poistumista sisäilmasta ja kuivuminen hidastuu. (Björkholtz 1990, 22.)

### 4.4 Tasoitteen vaikutus kuivumiseen

Betonilaatan kuivatuksessa on huomioitava myös mahdollisen lattiatasoitteen aiheuttama lisäkosteus. Yleisesti lattiatasoitteet kuivuvat nopeasti, mutta ne tuovat lisäkosteutta alapuoliselle betonirakenteelle. Tasoitteen alapuolisen betonirakenteen kuivuminen takaisin lähtötilanteeseen saattaa kestää useitakin vuorokausia. (Merikallio 2003, 22.)

Tasoitteen ja sen alla olevan betonirakenteen kuivumisaikaan vaikuttaa hyvin paljon tasoitekerroksen paksuus. Yleisenä sääntönä tasoitteen tuomalle lisäkuivumisajalle voidaan pitää viikkoa jokaista viiden millimetrin tasoitekerrosta kohden. Betonilaatan kosteusmittaukset ennen päällystystä on kannattavaa tehdä tasoitteen levityksen jälkeen. Kosteusmittaus tulisi tehdä normaalin kosteusmittaussyvyyden lisäksi myös rakenteen pinnalta. Tällä tavoin varmistetaan, että pintaosa kykenee vastaanottamaan lattiapäällysteen kiinnityksessä käytettävän liiman kosteutta. (Merikallio 2003, 22.)

Mikäli betonilaatan päälle levitetään tasoite, on se siis huomioitava betonirakenteen kuivumisaikaa arvioitaessa. Tasoitteen tuoma kosteusrasitus sisäilmaan ja rakennuksen muihin rakenteisiin ei sen sijaan ole kovin suuri, jos verrataan betonilaatan tuomaan kosteusrasitukseen. Tasoite on silti tärkeä

huomioida kuivatuksessa kuivumisajan muuttumisen vuoksi. (Illikainen 2011.)

#### **4.5 Ennalta valetun betonilaatan edut kuivumisen suhteen**

Ennalta valettu betonilaatta havaittiin olevan kuivumisen kannalta hyvässä asemassa jälkivalettuun betonilaattaan verrattuna. Vaikka ennalta valettuun betonilaattaan pääsisikin lisäkosteutta asennusvaiheessa, on lattialämmitysjärjestelmä mahdollista kytkeä nopeammin päälle. Tällä tavoin ennalta valetulla betonilaatalla todettiin olevan mahdollista alkaa kuivua heti valamisen jälkeen. Jälkivalettu betonilaatta valetaan yleensä selvästi myöhemmässä vaiheessa, jolloin kuivuminenkin viivästyy.

#### **4.6 Kuivumisen tarkkailu ja seuranta**

Betonilaatan ja muiden rakenteiden kuivumista ja kuivumisolosuhteita tulee tarkkailla kosteus- ja lämpötilamittauksilla. Näin voidaan seurata, täyttyvätkö tavoitellut lämpö- ja kosteusolosuhteet kuivumisen edistämiseksi. (Merikallio 2003, 37.)

On olemassa mittalaitteita, joilla voidaan tehdä yksittäisiä mittauksia sisäilmasta. Tällaisia laitteita käytettäessä on huomioitava mittalaitteiden herkkyys ja ilman olosuhteiden nopea muuttuminen. Jopa mittaajan tuottama kosteus ja lämpöenergia voivat vaikuttaa tuloksiin. Suhteellisen kosteuden mittalaitteilla voidaan kuitenkin tarkkailla olosuhteita ja tehdä johtopäätöksiä kuivumisolosuhteista. Betonilaatan kuivumista tulee kuitenkin seurata rakennekosteusmittauksilla. (Merikallio 2003, 38.)

Betonirakenteen kuivumisen seuraamiseksi betonilaattaan porataan reikiä, joihin asennetaan anturit. Niillä voidaan seurata betonin suhteellisen kosteuden muuttumista. Ensimmäinen mittaus tulee tehdä heti, kun rakennuksen vaippa on saatu umpeen ja betonilaatan kuivaaminen on lähtenyt käyntiin. Näin saadaan selville lähtökosteus ja rakenteen kuivumisaikaa voidaan arvioida tarkemmin. Jatkossa mittauksia tulee tehdä 2 - 4 viikon välein, jolloin

voidaan arvioida tarvetta kuivumisolosuhteiden parantamiselle. Viimeiset mittaukset tulee tehdä ennen lattian päällystyksen ryhtymistä. (Merikallio 2003, 38.)

## 5 POHDINTA

Työn tavoitteena oli käsitellä pientalon asennusaikaista kosteudenhallintaa ja siinä ilmeneviä ongelmia. Tarkoituksena oli arvioida opinnäytetyön tilaajan, Kannustalo Oy:n, nykyisiä kosteussuojauksia pientaloelementeissä.

Työmaalla työskentelyni vähäisyydestä johtuen sain mahdollisuuden olla mukana Kannustalo Oy:n suurelementtivalmisteisen pientalon asennuksessa, jotta saisin käsitystä aiheesta ja sen merkityksestä. Siitä olikin huomattavasti hyötyä, sillä asennusaika sijoittui syksyyn, jolloin kosteuspitoisuudet ovat korkeat ja asennusvaiheessa esiintyi vesisateita. Sain myös mahdollisuuden haastatella asennusporukan työntekijöitä, joilta sain kehitysideoita. Työmaalla ollessa oli mahdollista nähdä rakenteiden toimivuuden ja oppia ymmärtämään niiden merkitystä paremmin.

Asennusaikana pohdin elementtien kosteussuojauksien toimivuutta ja huomasin niiden olevan melko onnistuneesti suunniteltu. Vaikka asennusaikana satoikin välillä, eivät rakenteet päässeet kastumaan. Yleistä varovaisuutta täytyy kuitenkin pitää yllä koko ajan rakentamisessa. Luvussa 3 arvioin suojauksia ja löysin pieniä hetkellisiä puutteita. Esimerkiksi seinäelementin kosteussuoja jouduttiin kiinnityshetkellä aukaisemaan kulmista. Riski kipsilevyn kastumiselle on tässäkin tilanteessa vain silloin, kun sataa vettä. Mikäli tilanteessa huomioidaan kosteudenhallinta, voidaan kosteuden pääseminen kipsilevyyn estää aukaisemalla muovivaipan vain sen verran kuin on tarpeen.

Työssä tutkin myös vielä tällä hetkellä kokeiluvaiheessa olevan ennalta valesuorituksen alapohjan betonilaatan hyötyjä ja heikkouksia. Mikäli betonilaatta valesuoritaan jo ennen elementtien asentamista, syntyy rankkasateen yllättäessä asennusaikana kosteudenhallinnan kannalta kosteusriski. Sadeveden on mahdollista päästä tulvimaan laatan pinnalla niin paljon, että vesi täyttää jälkivalukaistan ja nousee kapillaarisesti elementin alapäästä rungon sisään. Tällainen tilanne on harvinainen ja vaurioita ehkäisevänä ratkaisuna pidän vesi-imurien käyttöä veden poistamiseksi laatan pinnalta sateen aikana.

Pientalon asennuksessa sääsuojan eli ”teltan” käyttö on mielestäni kömpelöä, sillä elementtien asennus ei kestä päivää tai kahta pidempään ja teltan käyttö on hankalaa elementtien nostotilanteessa. Vesikate on yleensä asennettu muutaman päivän sisällä, jolloin valmiit elementit ovat jo sateelta suojassa eikä teltalla ole sen jälkeen enää suurta merkitystä. Asennuksen kannalta betonilaatan ennalta valamisessa piilee siis pieni riski. Mahdollisen vaurion sattuessa rakenteet saadaan korjattua, vaikka korjaaminen viivästyttääkin aikatauluja. On kuitenkin huomattava, että tällainen vaurioriski on joka tapauksessa häilyvän pieni elementtien hyvien suojausten ansiosta. Lisäksi riski on käytännössä olemassa ainoastaan keväästä syksyyn, jolloin sateet tulevat vetenä.

Kun alapohjan betonilaatta valetaan jo ennen asennusta, on sillä myös mahdollista alkaa kuivua ennen rakenteiden päälle rakentamista. Tällöin betonista haihtuva kosteus poistuu ulkoilmaan eikä kosteutta pääse imeytymään muihin rakenteisiin diffuusion avulla. Käytännössä betonilaatta tulisi valaa hyvissä ajoin, jotta laatasta pääsisi haihtumaan mahdollisimman paljon kosteutta. Betonilaatta on hidaskuivuva ja kosteutta haihtuu väkisin vielä rungon ollessa pystyssä. Siitä huolimatta tästä on hyötyä kosteuden hallinnan ja kuivatukseen käytettävän ajan kannalta. Betoni on myös helpompaa valaa etukäteen, kun ei tarvitse varoa seinien sotkeutumista ja vaurioitumista roiskeilta. Lisäksi rakentaminen on helpompaa kovalla alustalla kuin hiekkapohjalla.

Betonilaattaa etukäteen valettaessa ongelmaksi muodostui myös sen suojaaminen ulkoiselta kosteudelta. Tällainen rakennustapa menettää hyötyään, kun laatta pääsee kastumaan uudelleen ja suhteellinen kosteus voi olla pahimmillaan samaa luokkaa kuin valutilanteessa. Tilanne ei kuitenkaan voi missään nimessä olla huonompi. Mielestäni betonilaatan ennalta valaminen on varteenotettava vaihtoehto edut ja haitat huomioiden. Tärkeintä on ottaa huomioon mahdollinen rankkasade asennustilanteessa. Silloin tulviva sadevesi on saatava poistumaan laatan pinnalta kosteusvaurioiden estämiseksi.

Olin saanut opinnäytetyöaiheestani käsitystä koulussa oppitunneilla mutta vasta opinnäytetyö näytti, kuinka laaja sekä monimuotoinen käsite kosteudenhallinta on. Mielestäni kosteudenhallinnassa suuri merkitys on rakenteiden kosteusteknisellä suunnittelulla ja toteutettavien suojauksien taloudellisen kannattavuuden arvioinnilla mahdollisia korjauskustannuksia vastaan.

## LÄHTEET

Björkholtz, Dick 1990. Rakennuksen kuivattaminen. Tampere: Suomen rakennusteollisuusliitto r.y.

Björkholtz, Dick 1997. Lämpö ja kosteus. Rakennusfysiikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Illikainen, Kimmo 2011. Lehtori, Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Keskustelu. 5.10.2011.

Kirjovärit Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.kirjovarit.fi/>. Hakupäivä 11.11.2011.

Knauf Oy. 2011. Saatavissa: <http://www.knauf.fi/>. Hakupäivä 3.11.2011.

Kone-Ratu 07-3003. 1989. Rakennuskuivaajat, kiertoilmalämmittimet, ilman-kuivaajat. Rakennustieto Oy.

Kone-Ratu 07-3022. 1992. Suojauskalusto. Sääsuojat, suojapeitteet ja julkisivusuojat. Rakennustieto Oy.

Lerssi, Juha 2010. Pientalon perustusliitoksen rakennusfysikaalisten ominaisuuksien huomioiminen käytännön rakentamisessa. Oulu: Rastor Oy.

Lerssi, Juha 2011. Toimitusjohtaja, Talotimpurit J. Lerssi Ky. Haastattelu. 16.9.2011.

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

Merikallio, Tarja 2003. Rakennustyömaan olosuhdehallinta: Ohjeita ja esimerkkejä. Loppuraportti. Helsinki: Humittest Oy.

Nieminen – Ojanen – Peuhkuri 2009. Rakennusprosessien kosteuden hallinta ja matalaenergiarakenteiden toimivuus. Teoksessa Vinha, J. – Lähdesmäki, K. Rakennusfysiikka 2009: Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut 27.-29.10.2009, Tampere. 2009. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. S. 461.

Rakentajain kalenteri. 2008. Puun ja puulevyjen ominaisuudet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rekilä, Jouko 2011. Suunnittelupäällikkö, Kannustalo Oy. Haastattelu 2.9.2011.

RT 05-10710. 1999. Kosteus rakennuksissa. Rakennustieto Oy.

RT 37721. 2009. Leijonalevyt. Rakennustieto Oy.

Saint-Gobain Rakennustuotteet Oy. 2011. Saatavissa:  
<http://www.isover.fi/tuotteet/perustietoa-eristamisesta>. Hakupäivä 3.11.2011.

Sisäilmäyhdistys. 2008. Saatavissa:  
<http://www.sisailmayhdistys.fi/>. Hakupäivä 25.10.2011.



