

Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Talonstrakentaminen

Ismo Saastamoinen

## **Pintabetonilattiatöiden laadunvarmistus**

Opinnäytetyö 2019

## Tiivistelmä

Ismo Saastamoinen  
Pintabetonilattiatöiden laadunvarmistus, 31 sivua  
Saimaan ammattikorkeakoulu  
Tekniikka Lappeenranta  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Talonrakentaminen  
Opinnäytetyö 2019  
Ohjaajat: lehtori Heikki Vehmas, Saimaan ammattikorkeakoulu; työnjohtaja  
Marko Klippi, SRV Rakennus Oy

Opinnäytetyön tarkoituksena oli pintabetonilattiatöiden laadunvarmistus. Laadunvarmistuksessa käytettiin Congrid-ohjelmistoa, johon dokumentoitiin laadunvarmistukseen sisältyvät tehtäväsuunnitelmat ja tehdyt tarkastuspohjat. Opinnäytetyö on tehty SRV Rakennus Oy:lle.

Opinnäytetyössä tehtiin tehtäväsuunnitelmat pintabetonilattiatöiden eri työvaiheista. Tehtäväsuunnitelmien pohjalta laadittiin tarkastuspohjat, joissa kuvattiin mahdollisia kriittisiä laatutekijöitä. Opinnäytetyön pääpaino oli betonin kuivumisen laadunvarmistuksessa, koska betonin hidas kuivuminen saattaa aiheuttaa aikataulusta viivästymistä ja kostealle alustalle asennetut päällysteet aiheuttavat kosteusvaurioita.

Asiasanat: betonilattiat, laadunvarmistus

## **Abstract**

Ismo Saastamoinen

Quality assurance of surface concrete floor works, 31 Pages

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Construction and Civil Engineering

Housebuilding

Bachelor's Thesis 2019

Instructors: Mr Heikki Vehmas, Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences; Mr Marko Klippi, Foreman, SRV Rakennus Oy

The purpose of the thesis was the quality assurance of surface concrete floor works. The quality assurance was made by using Congrid-software, where the quality plans included in the quality assurance and the quality checklists were documented. The thesis was made for SRV Rakennus Oy.

In the thesis, the checklists were made for different types of works on surface concrete floors. On the basis of the task plans, quality plans were prepared, describing possible critical quality factors. The main focus of the thesis was on the quality assurance of concrete drying, because the slow drying of the concrete may cause delays in the schedule and flooring on the wet surface causes moisture damage.

Keywords: concrete floors, quality assurance

## Sisällys

1	Johdanto.....	5
2	Tehtäväsuunnitelmat .....	5
3	Congrid .....	7
3.1	Laaduntarkastus Congridilla .....	7
3.2	Laatutarkastukset .....	8
4	Pintabetonilattian kuivuminen .....	10
4.1	Betonin kosteus .....	10
4.2	Betonin kuivuminen .....	11
4.3	Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät .....	12
4.3.1	Suhteellisen kosteuden vaikutus betonin kuivumiseen.....	14
4.3.2	Lämpötilan vaikutus betonin kuivumiseen .....	14
4.3.3	Betonin laadun valinta kuivumisaikaan.....	15
5	Betonilattian jälkihoito .....	15
5.1	Varhaisjälkihoito.....	15
5.2	Betonin hierto ja jälkihoito .....	16
5.3	Jälkihoitoaika .....	18
5.4	Puutteellinen jälkihoito .....	18
6	Betonilattiarakenteen päällystäminen ja kosteusmittaukset.....	19
7	Betonin kuivumisen laadunvarmistus.....	23
7.1	Ilman suhteellisen kosteuden varmistus .....	24
7.2	Lämpötilan varmistus .....	25
7.3	Ilmavirtaukset.....	26
7.4	Nopeasti päällystettävä betonin käyttö.....	26
7.5	Betonin suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seuranta .....	27
7.6	Pinnan puhtaus ja aukaisu.....	27
7.7	Betonilattian kuivumisen tarkastuspohjat.....	28
8	Yhteenveto ja pohdinta .....	29
8.1	Yhteenveto.....	29
8.2	Pohdinta.....	30
	Lähteet.....	31

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on varmistaa, että pintabetonilattiatöiden eri työvaiheet onnistuvat laadullisesti ja aikataulun mukaan. Laadunvarmistuksessa käytetään Congrid-sovellusta tehtäväsuunnittelun ja laadunvarmistuksen dokumentointiin. Lisäksi Congridin avulla tehdään tarkastuspohjat, joiden avulla on mahdollista työmaalla varmistaa, että eri työvaiheiden kriittiset laatutarkastukset tulevat tehtyä. Opinnäytetyössä tarkastellaan useita lattiarakenneratkaisuja, joten jokaisesta lattiarakenteesta tehtiin omat tarkastuspohjat.

Opinnäytetyön pääpainona on betonilattiarakenteiden kuivumisen laadunvarmistus ja kuivumiseen vaikuttavat tekijät. Tarkasteltavia betonilattiarakenteita ovat liittolaattalattia sekä ontelolaatan päälle valettava pintalattia. Työssä tutkitaan betonin kuivumiseen vaikuttavia tekijöitä ja selvitetään, että millaisilla menetelmillä pystytään mahdollistamaan betonin kuivuminen aikataulussa. Tarkoituksena on, että tehtyä laadunvarmistusmenetelmää ja tarkastuspohjaa pystytään hyödyntämään jatkossa työmailla.

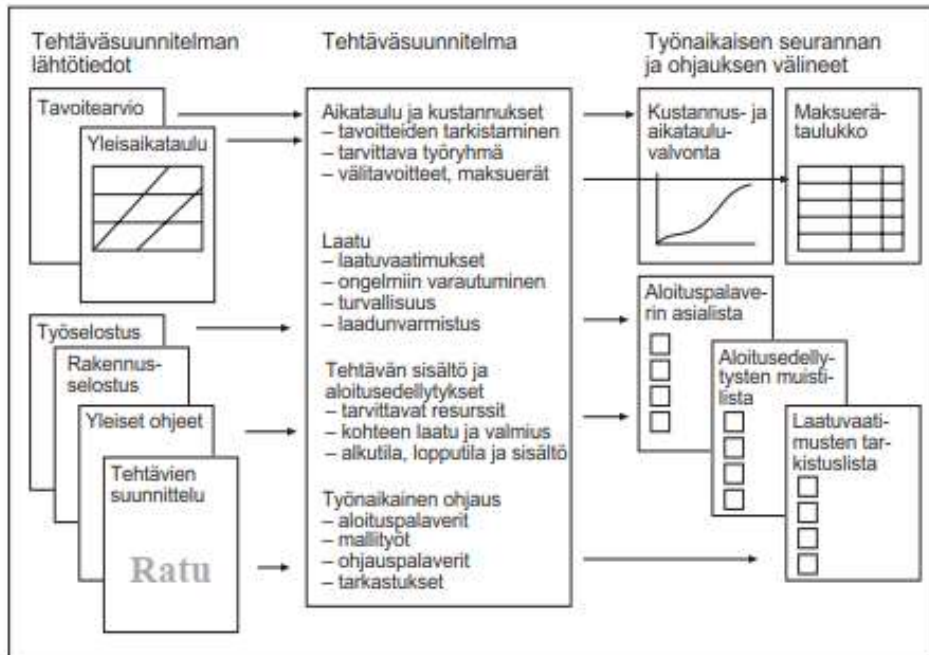
## 2 Tehtäväsuunnitelmat

Jokaisesta työvaiheesta tehdään tehtäväsuunnitelmat, joiden pohjalta on mahdollista tehdä työvaiheiden tarkastuspohjat. Tarkoitus on varmistaa, että työt tehdään aikataulussa, oikein ja laadukkaasti, jotta mahdollisia jälkitöitä ja myöhemmin tehtäviä korjauksia ei tarvitse tehdä.

Tehtäväsuunnitelmien lähtötietoina käytetään hankkeen ja yleisiä asiakirjoja. Hankkeen asiakirjoja ovat mm. työmaan sisäiset laatusuunnitelmat, piirustukset, urakka-asiakirjat sekä yleisaikataulu. Hankkeen asiakirjojen perusteella saadaan selville työn laajuus ja vaadittu laatutaso. Asiakirjojen perusteella myös työvaiheet pystytään aikatauluttamaan sekä arvioimaan syntyvät kustannukset. (1.)

*Yleisiä asiakirjoja ovat mm. Suomen rakentamismääräyskokoelman soveltuvat osat sekä Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 2000. Ratu-tiedoston menetelmä ja menekkitiedosto, Rakennustöiden laatu 2000- kirja sekä Ratun tehtäväsuunnitteluohjeet ja käsikirja. (1.)*

Yleisistä asiakirjoista saadaan tarkennettua työn laatuvaatimukset sekä laatuvaatimustasoon ja työturvallisuuteen liittyvät vaatimukset. Asiakirjoista löytyy myös eri töiden tekemiseen kuluva aika ja työhön menevien materiaalien menekki. (1.) Kuvassa 1 näkyy tehtäväsuunnitelmaan tulevat tiedot ja tehtäväsuunnitelman pohjalta saadut ohjausvälineet.



Kuva 1. Tehtäväsuunnitelmaan tulevat tiedot ja suunnitelman pohjalta saadut ohjausvälineet (2)

Tehtäväsuunnitelmassa kerrotaan tehtävän sisältö, työn aloituksen vaatimat edellytykset, aikataulu, kustannukset sekä tarvittavat resurssit työn onnistumiseen aikataulussa. Tehtäväsuunnitelman pääpaino voi olla esimerkiksi lattiaita valettaessa laadunvarmistus, koska betonointia ei yleensä tarvitse erikseen aikatauluttaa. Lisäksi tehtäväsuunnitelmassa mainitaan tarvittavat laadulliset vaatimukset sekä mahdolliset ongelmat, kuten muiden urakoitsijoiden työt alueella tai haastavat erikoiskohdat. Suunnitelmissa käydään läpi myös, kuinka laadunvarmistuksessa onnistutaan sekä kuinka työtä tulee ohjata. (1.)

Tehtäväsuunnitelmiin merkitään tehtävät, jotka pitää olla valmiina ja varmistettu ennen jokaisen työn aloitusta, tehtävät jotka pitää varmistaa kyseisen työvaiheen aikana ja tehtävät, jotka pitää varmistaa tehdyn työn jälkeen. Tehtävien perään merkitään tiedot piirustuksista ja leikkauksista, joiden avulla työt tulee varmistaa.

Tehtäväsuunnitelmiin merkitään kaikki piirustukset, jotka kuuluvat kyseiseen työvaiheeseen tai joista on apua töiden tekemisessä.

Ennen työn aloitusta tehtäväsuunnitelma käydään läpi urakoitsijan kanssa aloituspalaverissa, jotta urakoitsija on tietoinen työn laajuudesta, aikataulusta, mahdollisista ongelmista sekä laatuvaatimuksista. Näin urakoitsija pystyy varautumaan työhön riittävillä resursseilla ja oikeanlaisilla materiaaleilla. (1.)

### **3 Congrid**

Congrid on työmaan laadun ja turvallisuuden hallintaan perustuva ohjelmistokokonaisuus. Congrid-ohjelmistokokonaisuuden avulla kaikki työmaan laatudokumentit ja turvallisuusasiat ovat helposti nähtävillä ja tarkisteltavissa. Ohjelmistolla pystytään tekemään mm. TR-mittauksia, työturvallisuushavaintoja, puutelistoja sekä laadunvarmistusmatriisi laadunvalvontaa ja dokumentointia varten. Congridiin pystytään lisäksi dokumentoimaan kaikki työmaalla tehdyt tarkastukset, lisäämään piirustuksia sekä haluttuja aineistoja. Congridiin pystytään lisäämään rakennuksen pohjakuvat, joiden avulla työmaalla tehtyjen tarkastusten ja havaintojen paikat saadaan selkeästi merkittyä. (3.)

Congrid-ohjelmistokokonaisuuteen kuuluu verkkoselaimessa toimiva Live-palvelu sekä Congrid-mobiilisovellus. Live-palvelun avulla pystytään tekemään esimerkiksi tarkastuspohjia, tarkastelemaan havaintoja sekä lisäämään dokumentteja. Mobiilisovellus on tarkoitettu työmaakäyttöön ja sen avulla pystytään tekemään esimerkiksi TR-mittauksia, turvallisuushavaintoja sekä laadutarkastuksia suoraan työmaalta käsin. (3.)

#### **3.1 Laaduntarkastus Congridilla**

Live-palvelulla pystytään digitaalisesti tekemään laatumatriisi (kuva 2), jonka avulla voidaan tehdä laaduntarkastuspohjat eri työvaiheille. Tarkastuspohjat pystytään tekemään työvaiheen nimen ja numeron alle, jolloin eri työvaiheiden tarkastuspohjat löytyvät helposti. Liveen pystytään lisäämään työvaiheen eri doku-

mentteja, kuten piirustuksia. Laatumatriisiin pystytään lisäämään myös mm. aloituspalaverin muistiot, osakohteen vastaanotot, malliasennuksen tiedot sekä muita dokumentteja. (3.)

Työvaihe, työvaiheen numero ja nimi	Työvaihekortti	Aloituspalaveri	Mestän vastaanotto	Malliasennus	Osakohteen tarkastus	Työvaiheen vastaanotto	Muu dokumentti
5600 Pintabetonilattiatyöt sis. raudoitukset	0	0	0	0	11 / 10	0 / 10	0

Kuva 2. Laadunvarmistusmatriisi (3)

Live-palvelulla tehdyt laadunvarmistuksen tarkastuspohjat saadaan käyttöön mobiilisovelluksella. Mobiilisovelluksen avulla tarkastuspohjaan merkityt tarkastettavat tehtävät pystytään kuittaamaan työmaalla. Mikäli tarkastettavassa kohteessa on puutteita, ne pystytään dokumentoimaan suoraan työmaalta. Puutehavainnosta saadaan otettua valokuva ja haluttaessa havainto voidaan lähettää suoraan kohteen tekijälle, jolloin hän voi välittömästi korjata puutteen. Kun puute on korjattu, voidaan se kuitata valmiiksi tarkastuspohjasta. (3.)

Tehty tarkastus näkyy se Live-palvelussa valmiina. Mikäli tarkastukseen tuli puute, näkyy se Live-palvelussa keskeneräisenä. Valmiit työt ja työvaiheet pystytään myös valokuvaamaan työmaalla ja tallentamaan Live-palveluun jälkitodennusta varten. (3.)

### 3.2 Laatutarkastukset

Jokaisesta työvaiheesta tehdään tarkastuspohjat Congridilla (kuva 3). Tarkastuspohjissa käy ilmi tiivistettynä tehtäväsuunnitelmissa mainitut kriittiset laatuvaatimukset. Töiden ollessa käynnissä työnjohton on tärkeää valvoa, että pohjissa mainitut vaatimukset täyttyvät. Näin varmistetaan laadullinen rakentaminen ja ehkäistään kauan kestävät korjaukset.

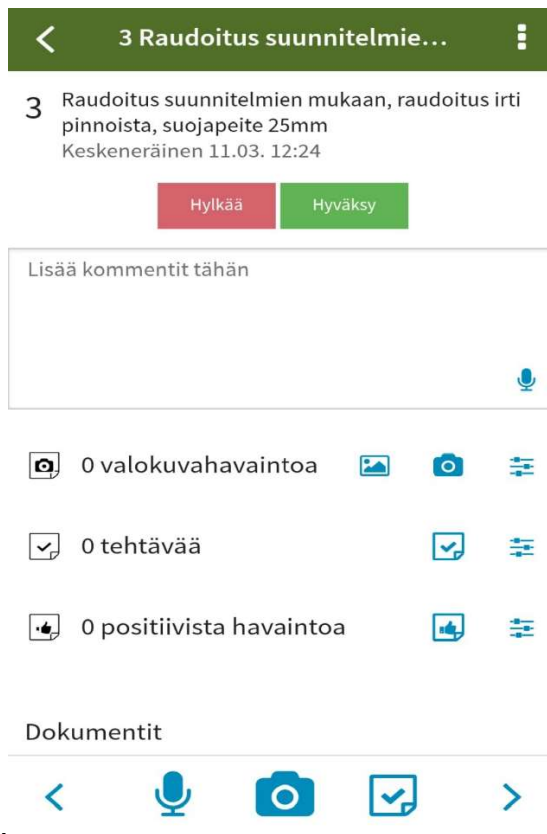


## Osakohteen tarkastus, pintabetonilattiat

Osakohteen tarkastus, pintabetonilattiat 5600 Pintabetonilattiatyöt sis. raudoitukset Osakohteen tarkastus Tarkastusten tavoitemäärä 10 tarkastusta	1 Rakenteen lämpötila +10C, alustan puhtaus, nostolenkit/pultit katkottu Kuvausesimerkit: +	+ ✓ ✎ 🗑
	2 Reikävaraukset, korkopisteet alueella, valurajat/-korot ja lattiakaadot käyty läpi valajien kanssa, seinäpinnat suojattu Kuvausesimerkit: +	+ ✓ ✎ 🗑
	3 Raudoitus suunnitelmien mukaan, raudoitus irti pinnoista, suojapeite 25mm Kuvausesimerkit: +	+ ✓ ✎ 🗑
	4 Irroitussamanauha ja rakenteiden roiskesuojaus Kuvausesimerkit: +	+ ✓ ✎ 🗑
	5 Betonointi - valupinta kasteltu ennen valua, valun yhteydessä betonin harjaus Kuvausesimerkit: +	+ ✓ ✎ 🗑
	6 Kaadot suunnitelmien mukaiset, valuraja oikein, lattioiden suoruus Kuvausesimerkit: +	+ ✓ ✎ 🗑
	7 Jälkihoito/hieronta, LS./KS.-saumojen sahaus Kuvausesimerkit: tiivistyshieronta, kastelu/muovitus, liimahionta	+ ✓ ✎ 🗑

### Kuva 3. Esimerkki live-palvelun tarkastuspohjasta (3)

Työvaiheiden tarkastuspohjien tarkastukset tehdään heti, kun ne ovat mahdollisia tehdä, jolloin mahdolliset korjaukset pystytään tekemään ajoissa. Kriittisimmistä laatutekijöistä, kuten raudoitustarkastuksista, otetaan kuvat ja ne dokumentoidaan jälkitodennusten varmistamiseksi (kuva 4). Työvaiheista pystytään tekemään myös positiivinen havainto, mikäli työkohte on esimerkiksi valmis sovittua aikataulua ennen tai kohteen työturvallisuuteen on kiinnitetty erityistä huolellisuutta.



Kuva 4. Esimerkki Congrid-mobiililla tehtävästä tarkastuksesta (3)

## 4 Pintabetonilattian kuivuminen

### 4.1 Betonin kosteus

Sisätiloissa valettuja betonilattioita ei yleensä jätetä valmiiksi betonipinnaksi, vaan ne päällystetään toisella materiaalilla, esimerkiksi keraamisella laattalla tai muovimatolla. Päällystystä ennen betonilattian tulee olla tarpeeksi kuiva, jotta vältetään kosteuden aiheuttamilta kosteusvaurioilta. Kosteusvaurioita ovat mm. laatan tai muovimaton irtoaminen, materiaalin värjäytyminen, hajuhaitat sekä huoneilmaan päässeet mikrobit, jotka ovat haitallisia terveydelle. Eri materiaaleilla on omat kosteusraja-arvonsa, joiden alapuolella betonilattian kosteuden tulee olla ennen päällystystä. (4, s. 432.)

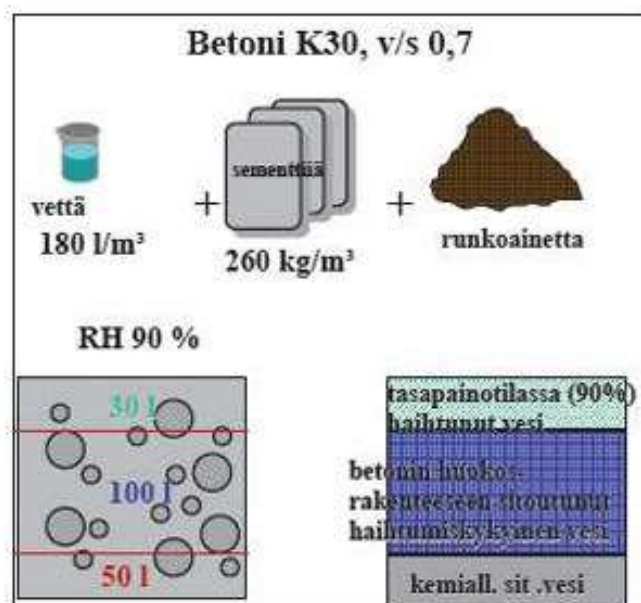
Muihin rakentamisessa käytettäviin materiaaleihin verrattuna betonin kuivuminen on melko hidasta ja kuivumiseen vaikuttavat useat eri tekijät. Kuivumiseen vaikuttavat muun muassa betonin ominaisuudet, rakenteen paksuus ja vaikuttavat

olosuhteet kuten lämpötila ja suhteellinen kosteus. Betonilattian kuivuminen vaikuttaa yleensä myös muiden sisätöiden aikatauluun, joten kuivumiseen vaikuttavien tekijöiden huomiotta jättäminen saattaa viivästyttää koko rakennushankkeen valmistumista, tai aiheuttaa kosteusvaurion kostealle pinnalle päällystettäessä. (4, s. 432 – 434.)

## 4.2 Betonin kuivuminen

Betonin kovettuessa osa betonissa olevasta vedestä muodostaa sementin kanssa kiviainespartikkelit toisiinsa sitovan sementtiliiman. Hydrataatioksi kutsutussa kovettumisreaktiossa kemiallisesti sitoutunut vesi ei pysty haihtumaan betonista, vaan sitoutuu pitkän ajan kuluessa sementtiin. Hydrataatio on nopeinta betonin kovettumisen alussa, jonka jälkeen reaktio alkaa hidastua. (4, s. 432.)

Jäljelle jäävä vesi, joka ei osallistu betonin hydrataatioon, sitoutuu fysikaalisesti betonin huokosiin (kuva 5). Veden haihtumista tapahtuu huokosissa, kunnes ilman suhteellinen kosteus betonin huokosten ilmatilassa ja betonia ympäröivässä tilassa on sama. (4, s. 432.)



Kuva 5. Veden jakautuminen betonissa huokosilman suhteellisen kosteuden ollessa 90 % (5)

Betonin kuivuminen alkuvaiheessa tapahtuu pääasiassa pinnalta haihtumalla. Pinnan kosteuden pienentyessä betonin sisältä alkaa nousta kosteutta kohti pintaa ja pinta alkaa kuivua, kun kosteutta haihtuu nopeammin kuin pintaan siirtyy kosteutta. Syvemmälle betoniin siirryttäessä kuivuminen tapahtuu ensisijaisesti kapillaarijohtumisella huokosverkostoa pitkin ja diffuusiolla. Jotta kuivuminen kapillaarisesti on mahdollista, täytyy huokosverkoston olla yhtenäinen ja täynnä vettä. Betonissa tapahtuvan hydrataation seurauksena huokosverkostot alkavat vähitellen katkeilemaan tai huokosiin alkaa kertyä ilmaa, jolloin kapillaarinen kuivuminen pysähtyy. (4, s. 433.)

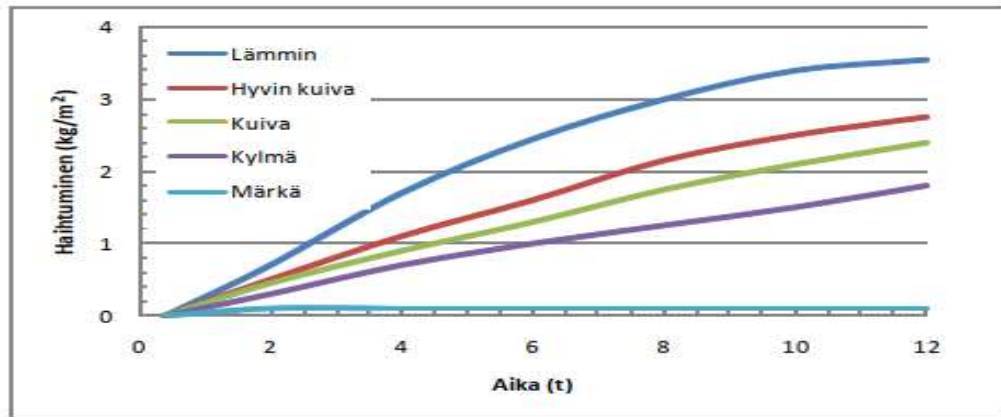
Kapillaarisen kuivumisen pysähtyessä pääasiallinen kosteuden siirtyminen tapahtuu diffuusiolla. Huokoisen betonin sisältävä vesihöyry aiheuttaa osapaineita eri puolella materiaalia. Diffuusiossa osapaineet pyrkivät tasoittumaan, jolloin pinnan kosteuden haihtumisen seurauksena pinnassa olevissa huokosissa on vähemmän painetta, joten kosteus siirtyy syvemmältä materiaalista kohti pinnan huokosia ja näin ollen haihtuvat rakenteesta. Diffuusiossa kosteuden poistuminen rakenteesta on huomattavasti pienempää, joten betonin kuivumisnopeus hidastuu huomattavasti kapillaarisen siirtymisen päätyttyä. (4, s. 433.)

Huokoisuutensa takia betoni voi myös vastaanottaa kosteutta, joten jos ympäristön suhteellinen kosteus on suuri, betonin kosteuspitoisuus kasvaa. Suurempi uhka betonin kastumisessa on betonin vedenimukyky. Korkea vesi-sideainesuhteinen betoni imee itseensä paremmin vettä huokoisuutensa takia, joten mitä alhaisempi betonin lujuusluokka on, niin sitä korkeampi vaikutus kastumisella on betonin kuivumiseen. Mitä myöhemmin betoni kuivumisvaiheessa kastuu, niin sitä suurempi vaikutus sillä on kuivumiseen. (4, s. 433.)

### **4.3 Betonin kuivumiseen vaikuttavat tekijät**

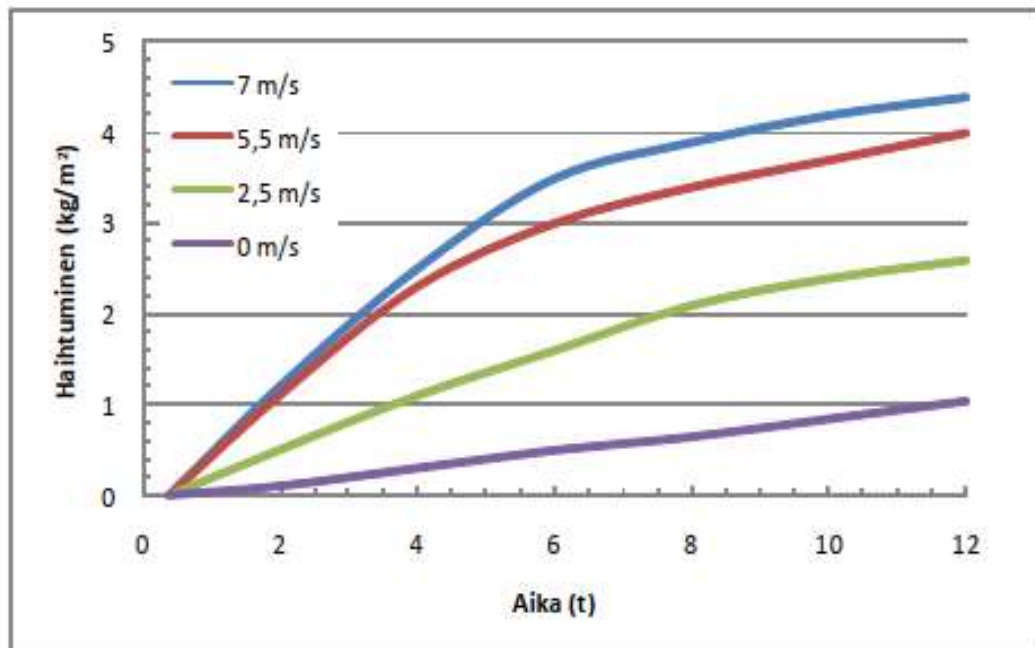
*Betonin ominaisuuksilla, rakenneratkaisulla ja ympäristöolosuhteilla on merkittävä vaikutus siihen, miten nopeasti betoni saavuttaa tavoitetason eli miten nopeasti betoni kuivuu. Jos olosuhteet ovat betonin kuivumisen kannalta otolliset, on mahdollista, että kuivuminen tapahtuu jo viikossa. Kuivuminen saattaa kuitenkin*

kin venähtää jopa vuoden mittaiseksi, mikäli olosuhteet ovat huonot. Ilman suhteellisella kosteudella, ilmavirroilla ja lämpötilalla on suuri vaikutus betonin kuivumiseen (kuvat 6 ja 7). (4, s. 433.)



Kylmä = +5 °C/RH 40 %, Lämmin = +30 °C/RH 40 %,  
 Hyvin kuiva = +20 °C/RH 40 %, Märkä = +20 °C/RH 100 %,  
 Kuiva = +20 °C/RH 70 %

Kuva 6. Veden haihtumisen nopeus betonipinnalta eri olosuhteissa, tuulen nopeus 2,5 m/s (6)



Kuva 7. Ilmavirtojen vaikutus kosteuden haihtumiseen betonin pinnasta lämpötilan ollessa 20 astetta (RH 40 %) (6)

Betonilattian paksuus vaikuttaa kuivumisaikaan. Paksu betonilattia kuivuu hitaammin kuin ohut, koska kosteuden siirtymismatka haihtuvaan pintaan on pitempi. Rakenteissa, joissa haihtumista tapahtuu vain yhteen suuntaan, kuten eristeen päälle valetussa lattiassa, rakenteen kuivuminen vie huomattavasti enemmän aikaa. (4, s. 433 – 434.) Tämänlaisissa rakenteissa betonin kuivuminen on jopa 2 - 3 kertaa hitaampaa kuin kahteen suuntaan kuivuvissa rakenteissa (7).

#### **4.3.1 Suhteellisen kosteuden vaikutus betonin kuivumiseen**

Suhteellisella kosteudella on suuri merkitys betonin kuivumisessa. Kuivumisvaiheessa betonin suhteellinen kosteus on korkea, joten mitä pienempi suhteellinen kosteus ilmassa on, niin voimakkaampi on myös voima, joka siirtää kosteutta. (4, s. 434.) Betonin kuivumisaikaa voidaan nopeuttaa noin 20 %, jos ilman suhteellista kosteutta lasketaan 60 prosentista 50 prosenttiin (7).

Jos betonin suhteellinen kosteus kuitenkin laskee liian alas, niin pintaosissa kosteuden siirtyminen hidastuu betonin vesihöyryn läpäisevyyden laskiessa. Betonin kuivumisen varmistamiseksi ihanteellinen ilman suhteellinen kosteus on noin 50 %. (4, s. 434.)

#### **4.3.2 Lämpötilan vaikutus betonin kuivumiseen**

Lämpötilan vaikutus betonin kuivumisessa on merkittävä. Kun lämpötilaa nostetaan, betonin kuivumisprosessi nopeutuu. Kun betonin lämpötilaa nostetaan, niin betonirakenteen huokosissa oleva vesihöyryn osapaine kasvaa, jonka seurauksena kasvavat myös kosteuden siirtymisen voimat. (4, s. 434.)

Betonirakenteet tarvitsevat useimmissa tapauksissa yli 20 asteen lämpötilan, jotta betoni kuivuu riittävän nopeasti. Pienikin lämpötilan nosto nopeuttaa huomattavasti betonin kuivumista. (4, s. 434.) Jos betonin lämpötilaa nostetaan 10 asteella, niin kuivumisaika yleensä puolittuu (5). Yli 30 asteen lämpötiloja käytetään yleensä vain kuivatettaessa vesivaurioita, koska korkeat lämpötilat voivat aiheuttaa mm. halkeamia tuoreessa betonissa. Ilman lämpötilan noustessa myös rakenteen ympäröivän tilan suhteellinen kosteus laskee, jonka seurauksena betonin kosteuden haihtuminen nopeutuu. (4, s. 434.)

### **4.3.3 Betonin laadun valinta kuivumisaikaan**

Kosteuden haihtumiseen valittuun kosteudentilaan ja haihtumisen nopeuteen vaikuttaa betonin koostumus. Betonirakenne tiivistyy ja veden pääsy haihtuvaan pintaan hidastuu, kun sementin hydratoitumisprosessissa tapahtuu betonin kapillaarihuokosten tilavuuden pientymistä. Jos betonissa on alhainen vesi-sideainesuhde, betoni kuivuu hitaammin, koska haihtumiskuivumiseen tarvittava kapillaarinen verkosto katkeaa nopeammin. Tämänlaisissa betoneissa seosvesimäärä on yleensä alhainen tai betonin sementtimäärä normaalia korkeampi, jonka seurauksena huokosiin jäävän haihtuvan veden määrä on pieni. Jos betonin vesi-sideainesuhde on tarpeeksi pieni, niin sitoutumiskuivumisen seurauksena voidaan päästä 90 prosentin suhteelliseen kosteuteen ilman, että vettä haihtuu huokosista. Nopeasti alle 90 % suhteelliseen kosteuteen pääseminen vaatii lisäaineita, joita ovat mm. erilaiset huokostimet ja notkistimet. Kun käytetään alhaisia vesi-sideainesuhteisia betoneita, niin rakenteen paksuudella ja kuivumisolosuhteilla ei ole kuivumisen kannalta niin suurta merkitystä kuin normaalissa betonissa. (4, s. 434 – 435.)

## **5 Betonilattian jälkihoito**

Jälkihoidon tarkoituksena on estää liiallinen veden haihtuminen tuoreen betonin pinnasta. Jos betonin varhaisessa kovettumisvaiheessa veden haihtumista pinnasta ei pystytä estämään, niin betonin huokosissa syntyvän alipaineen takia betoni kutistuu ja halkeaa. Raudoitus estää myöhäisessä vaiheessa syntyvät kutistumisesta aiheutuvat halkeamat. (6.)

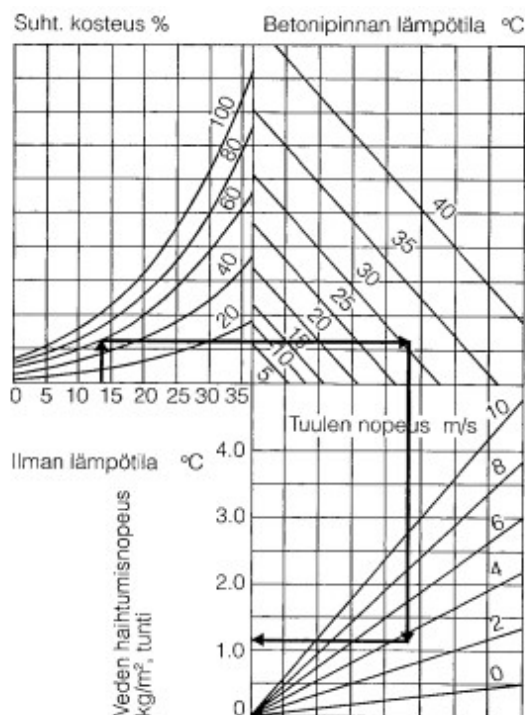
### **5.1 Varhaisjälkihoito**

Varhaisjälkihoito on tarkoitus tehdä heti betonin oikaisun jälkeen. Varhaisjälkihoidon tarkoitus on estää veden liian nopea haihtuminen betonin pinnasta ensimmäisien tuntien aikana betonin valusta. Varhaisvaiheen kutistumisen riskitekijät ovat

- valutilan tai betoninpinnan korkea lämpötila
- suuret ilmavirtaukset

- alhainen suhteellinen kosteus
- notkistettu ja tehonotkistettu betoni
- säänkestävät ja korkealujuuksiset betonit. (8.)

Varhaisjälkihoito voidaan tehdä sumuttamalla varhaisjälkihoitoainetta, sumuttamalla vettä betonipinnalle tai asettamalla pinnalle muovikalvo väliaikaisesti ennen hiertoa. Kuvassa 8 on taulukko veden haihtumisen määrittämiseen betonin pinnalta. Varhaisjälkihoitoa pidetään tarpeellisena veden haihtumisen ollessa 1 kg/m<sup>2</sup>/h tai enemmän. (8.)



Kuva 8. Veden haihtumisen määrittäminen betonin pinnalta (8.)

## 5.2 Betonin hierto ja jälkihoito

Valun jälkeen tehtävän lattiahierron tarkoituksena on tiivistää valettu pintaosa. Tiivistys parantaa lattianrakenteen lujuutta, kulutusta sekä pienentää huokoisuutta. Koneellinen lattiahierto aloitetaan yleensä silloin, kun valettu pinta kestää ihmisen painon. Valetulle pinnalle astuttaessa pintaan saa tulla enintään 5 mm painuma jalanjäljestä. Hierto tulee aloittaa seinien ja pilareiden vierestä, jonka jälkeen lattia hierretään järjestelmällisesti muualta. Liian aikaisin tehtävä hierto



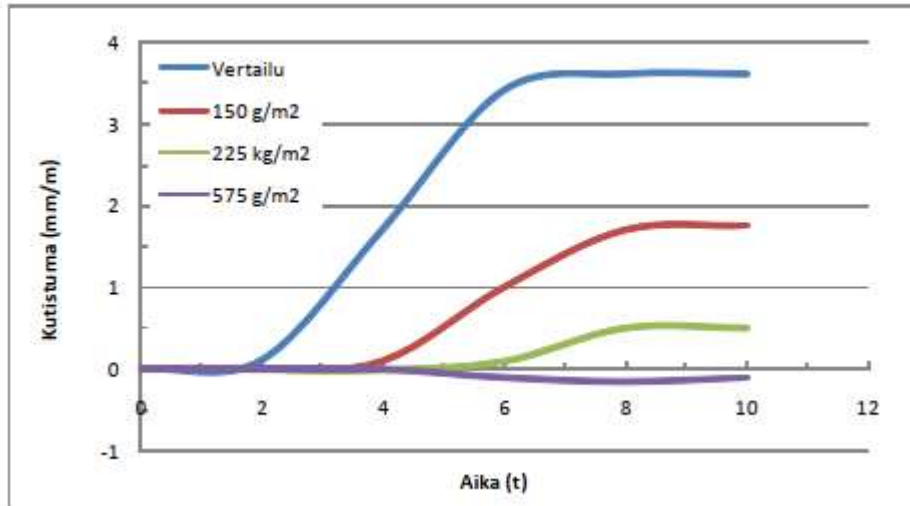
heikentää betonin kulutuskestävyyttä, koska vettä nousee pintaan kasvattaen pinnan vesisementtisuhdetta ja huokoskokoa. (4, s. 429.)

Jälkihoito tehdään lattiapinnalle heti hierron jälkeen. Tarkoituksena on estää liian nopea kuivuminen ja varmistaa hyvät kovettumisolosuhteet. Jälkihoito voidaan tehdä

- sumuttamalla jälkihoitoaine
- levittämällä pinnalle muovikalvo
- kastelemalla kova pinta ja suojaamalla pinta kastelun jälkeen muovilla
- kastelemalla pintaa jatkuvasti. (8.)

Tehokkain tapa varmistaa laadullinen jälkihoito on sumuttamalla jälkihoitoaine. Kastelussa on otettava huomioon veden haihtuminen pinnasta, joten kastelun täytyy olla jatkuvaa. Muovin levittäminen pehmeälle betonipinnalle taas on hankalaa ja usein muovi levitetäänkin vasta seuraavana päivänä, jolloin pinta on kova. Jos muovia käytetään jälkihoidossa on siis käytettävä myös muita jälkihoitomenetelmiä. (6.)

Jälkihoitoaine muodostaa betonin pinnalle veden haihtumista estävän kalvon. Kalvon tulee olla yhtenäinen, joten jälkihoitoainetta on sumutettava pinnalle tarpeeksi ja huolellisesti. (6.) Jälkihoitoa voidaan parantaa käsittelemällä pinta seuraavana päivänä uudestaan jälkihoitoaineella ruiskuttamalla tai telaamalla (8). Kuvassa 9 näkyy kuinka jälkihoitoaineen määrä vaikuttaa betonin kutistumaan.



Kuva 9. Kutistuma ilman lämpötilan ollessa 20 astetta (RH 40 %) eri jälkihoitoaineen määrillä, kun ilmavirran nopeus on 2,5 m/s. (6)

Käytettäessä sumutettavia jälkihoitoaineita on huomioitava jälkihoitoaineen soveltuvuus pinnoitettavalle tai päällystettävälle betonipinnalle sekä värilliselle betonille ja sirotepinnalle (8). Huomioitava on myös, että onko jälkihoitoaine itsestään haihtuvaa vai joudutaanko se mekaanisesti hiomaan jälkihoitoajan jälkeen kuivumisen nopeuttamiseksi sekä tartunnan varmistamiseksi pinnoitetta tai maa-lausta varten (9).

### 5.3 Jälkihoitoaika

Vaikuttavia tekijöitä jälkihoitoajan pituuteen ovat mm. ympäristöolosuhteet sekä betonilaatu. Jos betonilattia pinnoitetaan, jälkihoitoajan tulee olla vähintään 7 vuorokautta lämpimässä sekä ilmavirtaisessa tilassa, tai suhteellinen kosteuden ollessa alle 50 %. Kulutusrasitetun lattian jälkihoitoaika tulee edellä mainituissa olosuhteissa olla 2 viikkoa. Olosuhteissa, joissa suhteellinen kosteus on yli 80 %, pinnoitettavan lattian jälkihoitoaika on vähintään 3 vuorokautta ja kulutusrasitetun lattian jälkihoitoaika vähintään 7 vuorokautta. (8.)

### 5.4 Puutteellinen jälkihoito

Mikäli varhaisjälkihoitoa ei suoriteta tai se tehdään huolimattomasti, seurauksena on betonin halkeilu. Varhaisjälkihoidon puutteellisuuden vuoksi syntyvät halkeamat ovat lähinnä esteettinen haitta. (8.)

Hierron jälkeen tehtävän jälkihoidon suorittamatta jättämisen seurauksena lattia-pinta on lujuudeltaan heikko, pölyää helposti, sisältää halkeamia ja kestää heikosti kulutusta. (8.)

## **6 Betonilattiarakenteen päällystäminen ja kosteusmittaukset**

Betonin suhteellinen kosteuden pitoisuus on mitattava ennen betonipinnan päälle asennettavaa pintarakennejärjestelmää. Mittauksen avulla varmistetaan, että betonipinnan päälle tuleva materiaali kestää kyseisen kosteusrasituksen ja että rakenteen kuivumisesta aiheutuva kutistuminen ei ole liian suuri. Kosteusmittauksen avulla vältetään päällyste- ja pinnoitemateriaalien vaurioilta sekä kiinnitysaineen vaurioilta. Juuri ennen päällysteen asentamista tehtävä kosteusmittaus tulisi tehdä tarkalla mittausmenetelmällä, joita ovat porareikämittaus ja näytepalamittaus. (10.)

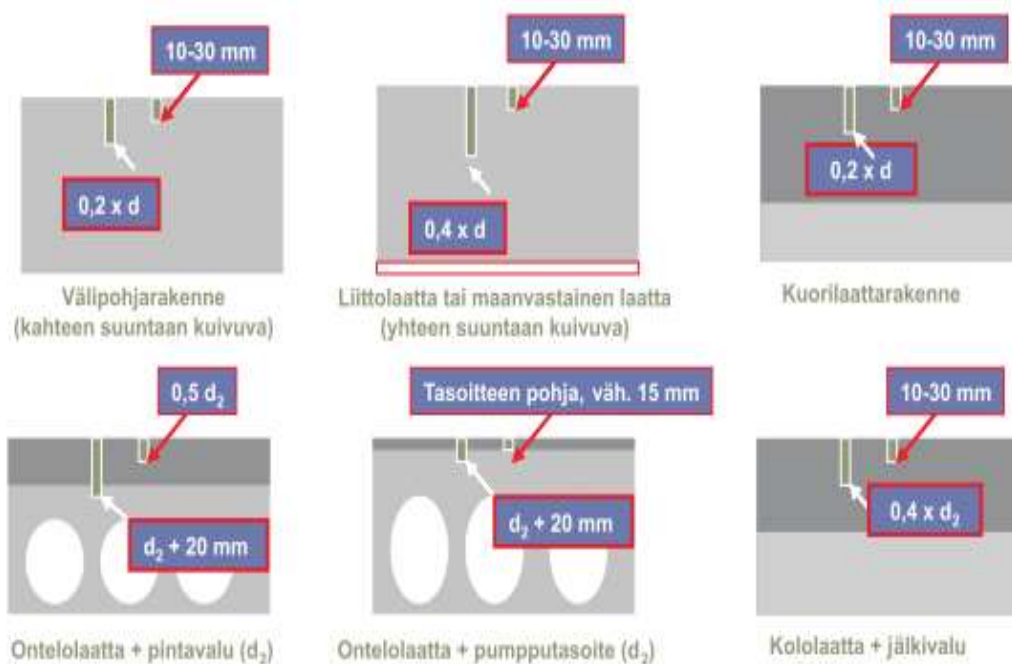
Veden haihtuessa betonirakenteen pinnalta nopeammin kuin syvemmältä rakenteesta syntyy kosteusjakauma, jossa pinnalta syvemmälle mentäessä betonirakenteen suhteellinen kosteudenpitoisuus kasvaa (4, s. 435). Betonipinta voi kuitenkin kuivumisvaiheessa kostua, jolloin kosteusjakauma on päinvastainen, eli betonipinnan kosteus on syvemmällä alhaisempi kuin pinnasta (10).

Mittauspaikkojen päättämisessä on huomioitava, milloin rakenteet on valettu, minkälaiset olosuhteet alueen eri osissa ovat olleet, ja onko rakenne kastunut jostain kohtaa. Rakenteen oletettu kuivin ja kostein kohta tulisi vähintään mitata. Kosteusmittauksia tehtäessä tärkeintä on selvittää rakenteen kosteuspitoisuus päällystyshetkellä, mutta aikataulussa pysymisen varmistamiseksi olisi suositeltavaa tehdä kosteusmittauksia jo kuivumisvaiheessa. Kuivumisvaiheessa tehdyn kosteudenmittauksen avulla saadaan selville, kuinka nopeasti betoni kuivuu, ja tarvittaessa voidaan tehostaa kuivumisprosessia (10). Kuivumisprosessia pystytään seuraamaan myös esimerkiksi valuun upotettujen antureiden avulla (kuva 10). Anturien avulla saadaan selville muun muassa betonin suhteellinen kosteus ja lämpötila (11).



Kuva 10. Tuoreeseen betoniin asennettava langaton anturi (11)

Päälystystyötä edeltävien mittausten tarkoitus on varmistaa betonin alhainen kosteus määrä, jotta suhteellinen kosteus ei päälystykseen jälkeen nouse yli raja-arvon. Vähän tai ei juuri ollenkaan vesihöyryä läpäisevän päälysteen raja-arvoissa kosteus nousee päälysteen alla enimmillään samaan arvoon kuin ennen päälystettä vallitseva kosteuden arvo syvyydellä ( $0,2 \times$  rakenteen paksuus) kahteen suuntaan kuivuvissa rakenteissa ja yhteen suuntaan kuivuvissa rakenteissa ( $0,4 \times$  rakenteen paksuus). (4, s. 435.) Jos pintabetonin paksuus on yli 60 mm, niin kosteus tulee mitata myös raja-arvosyvyyden yläpuolelta. Raja-arvosyvyyden yläpuolelta mitattaessa suhteellisen kosteuden tulee olla yleensä alle 75 %. (10.) Kuvassa 11 näkyy eri rakenneratkaisuiden mittaussyvyydet rakennepaksuuden mukaan.



•Maksimimittaussyvyys päällysteen kosteusrasituksen kannalta aina 70 mm.  
 •Lähelle pintaa tehtävä mittaussyvyys hoikilla rakenteilla 10-15 mm ja massivisemmilla 15-30 mm.  
 •Hyvin tai melko hyvin vesihöyryä läpäisevillä päällysteillä voidaan sallia lievä raja-arvon ylitys mikäli lähempänä pintaa on hyvin kuivaa.

Kuva 11. Eri rakenneratkaisuiden mittaussyvytydet rakennepaksuuden mukaan (12)

Mittaussyvytyksien kosteuden lisäksi myös rakenteen pinnan kosteus vaikuttaa päällystettävyyteen. Mikäli pinta on liian kostea, niin päällystämisen jälkeen voi suhteellinen kosteus nousta välittömästi yli raja-arvon, jolloin materiaalit ovat vaurioitumiselle alttiita. Lisäksi kostea pinta siirtää kosteutta syvemmältä rakenteesta kohti pintaa nopeammin kuin kuiva pinta. (4, s. 436.)

Eri päällystemateriaaleilla on omat suhteellisen kosteuden raja-arvonsa. Ennen päällysteen asentamista rakenteen suhteellinen kosteus tulee mitata ja kosteuden tulee olla enintään enimmäisarvon verran. Taulukossa 1. on annettu eri päällysteiden suuntaa antavat suhteellisen kosteuden enimmäisarvot. Taulukon kosteuden enimmäisarvot ovat suuntaa antavia ja betonin suhteellisen kosteuden

tulee olla päällysteen valmistajan antaman ohjearvon mukainen ennen päällysteen asennusta. ( 4, s. 436.)

Betonin suhteellisen kosteuden (RH) enimmäisarvo %	Päällyste	Huomautuksia
<p><b>80</b></p> <p><b>Betonin pintaosien (2..3 cm) oltava alle 75%</b></p>	<p>-Mosaiikkiparketti</p>	<p>Huomioitava kosteusliikkeet</p> <p>RH:n enimmäisarvo puulajikohtainen (esim. pyökki 80%, tammi 85%)</p>
<p><b>85</b></p>	<p>-Lautaparketit</p> <p>-Huopa- tai solumuovipohjaiset muovimatot</p> <p>-Kumimatot</p> <p>-Korkkilaatat, laattojen alapinnassa kosteudeneristys (muovikalvo)</p> <p>-Tekstiilimatot, joissa on alusrakenne (kumi, PVC, kumilateksisively)</p> <p>-Luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot ilman alusrakennetta</p>	<p>Betonin pintaosat tulee olla alle 75% RH</p> <p>Vaarana: bakteeritoiminta, sienikasvu, vesiliukoisten liimojen kosteuden kestättömyys</p>
<p><b>90</b></p>	<p>-Muovilaatat</p> <p>-Muovimatot ilman huopa-tai solumuovipohjaa</p> <p>-Linoleum</p>	<p>Kosteus voi aiheuttaa päällysteeseen muutoksia. Käytettävän liiman on kestävä kyseinen kosteus (valmistajana ohjeet!). Vesiliukoista liimaa käytettäessä yleinen kosteusraja on 85%</p>

	<p>-Alustaan kiinnittämättömät puulattiat (lautaparketit), puun ja betonin välissä kosteudeneristys ja sen alla kosteuden poiskanavointi</p> <p>-Polyuretaanimuovimassat</p> <p>-Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta (erikoistapauksissa suht. kosteus &lt;97%)</p> <p>-Keraaminen laatoitus</p>	<p>Parketin alla esimerkiksi melko tiivis korkkimatto saumat teipattuina. Seinustoilla maton päällä muovikaista, jonka reunat käännetään seinille. Jalkalistoissa uritus kosteuden poisjohtamista varten.</p> <p>Märissä tiloissa sekä betonin kosteuden ollessa suuri (&gt;90%) mattojen kiinnitykseen on käytettävä vedenpitävää liimaa ja riittävän runsaalla liimamäärällä varmistettava saumojen pitävyys.</p> <p>Betonin kutistumat (laattojen tartunta)</p>
97	<p>-Epoksi-, akryyli- ja polyestirimuovimassat</p> <p>-Sementtipolymeeripinnoitteet</p>	<p>Betonin pinnan on oltava muovimassaa levitettäessä kuiva sekä riittävän lämmin, muussa tapauksessa pinta on kuivattava välittömästi ennen massan levitystä esim. säteilylämmityksellä kovettumisen ja tartunnan varmistamiseksi.</p> <p>Betonin pinta saa olla kostea, mutta ei irtovettä. Huom. valmistajan ohjeet!</p>

Taulukko 1. Päälysteiden vaatimat betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvot ja huomautukset (suuntaa antava) (4)

## 7 Betonin kuivumisen laadunvarmistus

Betonilattian laadullisen ja aikataulullisen kuivumisen varmistamiseksi kuivumiseen vaikuttavat tekijät on otettava huomioon. Nyrkkisääntönä betonin kuivumiseen voidaan pitää 4 cm:iin asti viikko/cm. 4 cm syvyyden jälkeen betoni kuivuu kahdessa viikossa noin 1 cm:n ja yli 6 cm syvyyden jälkeen betoni kuivuu 1cm:n

4 viikossa (7). Nyrkkisääntö on suuntaa antava, koska betonin kuivumiseen vaikuttaa useat eri tekijät.

Esimerkki: 7 cm paksun betonilattian kuivumisaika (4 vko x 1 cm)+(2 vko x 2 cm)+(4 vko x 1 cm) = n. 12 viikkoa

Tilan ja ulkopuolisen alueen raja tulee olla suojattu ja tiivis, jotta olosuhteet betonilattian kuivumiselle ovat optimaaliset. Tilan lämpötilaa ja suhteellista kosteutta on vaikea kontrolloida, jos tila ei ole tiivis.

### **7.1 Ilman suhteellisen kosteuden varmistus**

Suhteellinen kosteus kertoo, kuinka paljon ilma sisältää vesihöyryä tietyssä lämpötilassa lämpötilan enimmäisvesimäärään nähden (13). Betonin kuivumisen kannalta ihanteellisen ilman suhteellisen kosteuden tulisi olla vähintään 50 %. Tilan suhteellista kosteutta tulee seurata, jotta varmistetaan kuivuminen aikataulussa. Tilan suhteellista kosteutta pystytään helposti seuraamaan asentamalla tilaan ilman suhteellista kosteutta ilmoittava kosteusmittari. Talvella sisäilman suhteellinen kosteus on yleensä alhainen, joten talvella suhteellista kosteutta ei tarvitse usein laskea. Talvella ulkoilman suhteellinen kosteus on korkea, mutta kylmä ilma ei pysty sisältämään vesihöyryä ( $\text{g/m}^3$ ) niin paljon kuin lämmin ilma. Kylmää ilmaa lämmitettäessä ilman suhteellinen kosteudenpitoisuus laskee, koska lämpimään ilmaan mahtuu enemmän kosteutta (13).

Sisäilman suhteellista kosteutta pystytään alentamaan esimerkiksi ilman-kuivaimilla (kuva 12). Ilmankuivaimia on saatavana mm. kondenssiperiaatteella ja adsorptioperiaatteella toimivina. Tarvittavien ilmankuivaimien määrään vaikuttaa mm. kuivatettavan tilan koko, tilan suhteellisen kosteuden määrä sekä betonin kuivumisen aikataulu. Betonirakenne vapauttaa kuivuessaan kosteutta sisäilmaan, joten tilan suhteellista kosteutta pystytään alentamaan myös kohdepoistolla.





Kuva 12. Työmaakäyttöön sopiva kondenssikuivain (14)

## 7.2 Lämpötilan varmistus

Betonin lämpötila suositellaan olevan +20 – +30 astetta, jotta betoni kuivuu riittävän nopeasti. Lämpötilaa pystytään nostamaan erilaisilla lämmittimillä, kuten esimerkiksi kuumailmalämmittimillä ja sähkölämmittimillä (kuva 13). Ilman lämpötilaa nostamalla myös ilman suhteellinen kosteus laskee, joten ilmankuivaimia ei välttämättä tarvitse.



Kuva 13. Remko-sähkölämmitin (15)

### 7.3 Ilmavirtaukset

Ilmavirtaukset edistävät huomattavasti veden haihtumista valetun lattian pinnasta. Kohteessa käytettävät lämmittimet pystyvät toimimaan samalla ilmavirtausten lähteenä, jos lämmittimien puhallusteho on riittävä. Ilmavirtaukset saadaan aikaan esimerkiksi teollisuustuulettimilla (kuva 14), mikäli lämmittimen puhallusteho ei riitä tai tilassa ei tarvita lämmittämiä.



Kuva 14. Master-teollisuustuuletin. (16)

### 7.4 Nopeasti päällystettävä betonin käyttö

Betonilattian valussa voidaan käyttää nopeasti päällystettävää betonia. Nopeasti päällystettävän betonin kuivumisnopeus on normaaliin lattiabetoniin nähden vähintään kaksinkertainen. Nopeasti päällystettävän betonin toimintaperiaate perustuu alhaiseen vesi-sementtisuhteeseen, jolloin haihtuvan veden määrä on normaalia betonia pienempi. Nopean kuivumisajan ansiosta lattia pystytään päällystämään aikaisemmin kuin normaalisti. Nopeasti päällystettävää betonia käytetään esimerkiksi silloin, kun rakenteen kuivuminen olisi normaalilla lattiabetonilla aikataulullisesti liian hidasta tai kun rakenne kuivuu vain yhteen suuntaan. (17)

Nopeasti päällystettävää betonia käytettäessä varhaisjälkihoito ja jälkihoito on tehtävä erittäin huolellisesti, koska betoni kuivuu normaalia nopeammin, jolloin halkeiluriski kasvaa. Betonin kuivumisen halutaan nopeasti päällystettävää betonia käytettäessä olevan nopeaa, joten ei jälkihoidossa tulisi käyttää vettä.(17)

### **7.5 Betonin suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seuranta**

Betonin kuivumisprosessia tulisi seurata heti valun jälkeen, jolloin kuivumisprosessi alkaa. Lattian kuivumista pystytään seuraamaan jatkuvasti betoniin asennettavien anturien avulla. Käytettävissä on sellaisia antureita, jotka lähettävät dataa betonin lämpötilasta ja suhteellisen kosteuden määrästä suoraan tietokoneelle, jolloin kuivumisen seuranta on helppoa. Mikäli betonin kuivumista ei tapahdu suunnitellussa aikataulussa, on betonin kuivumista nopeuttaviin toimenpiteisiin ryhdyttävä.

Anturien sijoituksessa tulisi ottaa huomioon paikat, joissa oletetaan kuivumisen olevan hitainta ja nopeinta. Lattiaan sijoitettavien mittalaitteiden määrä valitaan tapauskohtaisesti ja lattian kuivumisen riskipaikkojen määrän mukaan. Anturit tulisi asentaa RT 14-10984:ssä mainittuihin mittaussyvyyksin, koska samasta mittaussyvyydestä tehdään myös porareikämittaukset. Antureiden tarkoitus on seurata betonin kuivumisprosessia ja lopullinen kosteusmittaus on tehtävä porareikä- tai näytepalamittauksella, jotta varmistetaan betonin suhteellisen kosteuden määrä.

### **7.6 Pinnan puhtaus ja aukaisu**

Ennen betonin valamista on tärkeää varmistaa, että alustalla ei ole vettä. Alustalla oleva vesi hidastaa betonin kuivumisprosessia, koska vesi ei välttämättä sekoitu betonin kanssa ja saattaa alkaa haihtumaan vasta diffuusiassa. Diffuusiassa veden haihtuminen on hidasta ja näin ollen betoni ei välttämättä kuivu aikataulussa.

Betonin pinta tulisi hioa jälkihoitovaiheen jälkeen sementtiliiman ja kiinni olevien huokosten takia. Pinnalle kertynyt sementtiliima on tiivistä ja hidastaa betonin

kuivumisprosessia. Lisäksi sementtiliimaa ei saa yleensä olla päällystettävän materiaalin alla, koska liima huonontaa tartuntaa. Lattian hiominen aukaisee tiiviin pinnan alla olevat huokokset, ja näin kuivumisprosessi nopeutuu.

Kuivuva lattiapinta tulisi pitää puhtaana ja tyhjänä, koska esimerkiksi lattian pinnalle kertynyt pöly hidastaa betoninrakenteen kuivumista. Pöly voi tukkia betonin huokosia ja tasainen pölykerros lattian päällä hidastaa veden haihtumista rakenteesta. Lattialle tuodut tavarat myös hidastavat kosteuden siirtymistä betonista.

Betonin kuivumisvaiheessa on tärkeä varmistaa, että lattia ei kastu. Betonin pinnalle päätynyt vesi pystyy imeytymään betoniin ja näin hidastaen kuivumisprosessia radikaalisti. Mitä myöhemmässä vaiheessa betonin pinta kastuu, niin sitä suuremmat vaikutukset sillä on kuivumisen kesto.

## 7.7 Betonilattian kuivumisen tarkastuspohjat

Betonin kuivumisen laadunvarmistuksen tarkastuspohjan kohdat (kuva 15) käydään läpi heti betonoinnin jälkeen. Työnjohtajan tulee valvoa, että varhaisjälkihoito ja jälkihoito tehdään huolellisesti. Mikäli tarkastuksessa on puutteita, niin korjaaviin toimenpiteisiin on ryhdyttävä välittömästi.

Betonin kuivumisen laadunvarmistus

5600 Pintabetonilattiatyöt sis. raudoitukset  
Osakohteen tarkastus

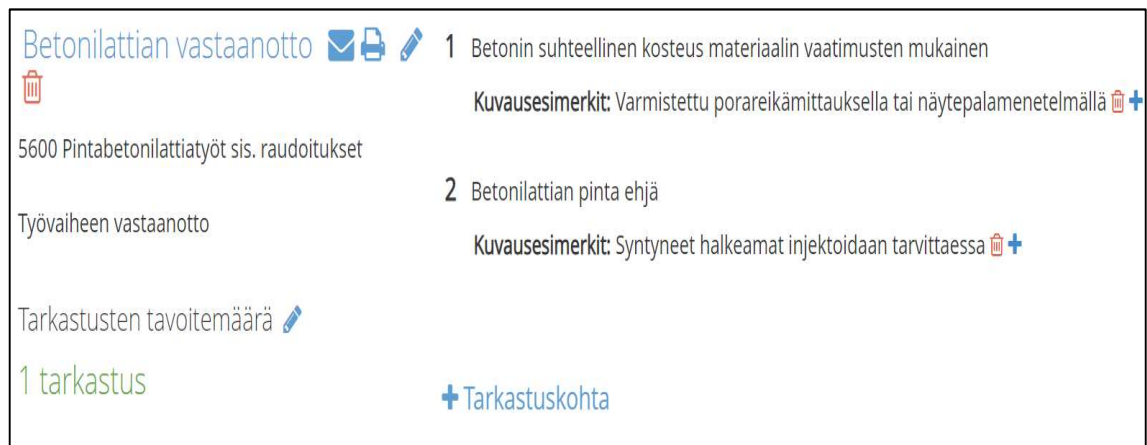
Tarkastusten tavoitemäärä  
1 tarkastus

- 1 Varhaisjälkihoito ja jälkihoito tehty huolellisesti  
Kuvausesimerkit: Huomioitava riittävä jälkihoitoaika
- 2 Valetun tilan ja ulkopuolisen tilan raja tiivis  
Kuvausesimerkit: Aukot ja ikkunat ummessa
- 3 Tilan lämpötila vähintään +20 astetta  
Kuvausesimerkit: +
- 4 Ilman suhteellinen kosteus vähintään 50%  
Kuvausesimerkit: +
- 5 Betonin ja tilan olosuhdemittarit ovat toiminnassa  
Kuvausesimerkit: Varmistetaan, että olosuhteiden seuranta on mahdollista

Kuva 15. Tarkastuspohja betonin kuivumiselle. (3)

Betonin kuivumisvaiheessa on tärkeää valvoa, että tarkastuspojassa määritetyt kohdat täyttyvät. Kuivumisprosessia sekä olosuhteita on seurattava päivittäin ja tarvittavat korjaukset tehtävä välittömästi. Betonin kuivumista tulee seurata ja tarvittaessa lisätään esimerkiksi ilmavirtausten määrää tilassa.

Betonilattian vastaanotossa varmistetaan, että betonin suhteellinen kosteus on tarpeeksi alhainen, jotta tarvittavat pinnoitteet ja maalit pystytään asentamaan ilman ongelmia. Lisäksi tarkistetaan, että betonilattian pinta on ehjä. Pintaan syntyneet halkeamat injektoidaan tarvittaessa. Betonilattian vastaanottoon dokumentoidaan porareikämittauksen tai näytepalamittauksen tulokset. Kuvassa 16 näkyy kuivuneen betonilattian tarkastuspohja.



Kuva 16. Kuivuneen betonilattian tarkastuspohja (3)

## 8 Yhteenveto ja pohdinta

### 8.1 Yhteenveto

Betonilattioiden laadukas ja aikataulullinen kuivuminen on tärkeää nykypäivän rakentamisessa. Kosteusvaurioiden syntymiseen ja ehkäisemiseen kiinnitetään aikaisempaa enemmän huomiota ja rakennushankkeiden kiristyvien aikataulujen takia betonilattian kuivumiseen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Tehtäväsuunnitelmien ja tarkastuspohjien avulla pystytään varmistamaan laadullinen rakentaminen sekä ehkäistään aikataulusta myöhästymistä.

Congrid-ohjelmiston avulla saadaan kirjattua kaikki tarvittavat tarkastukset ja dokumentit yhteen paikkaan, jolloin aikaa vieviltä paperitöiltä voidaan välttyä. Ohjelmiston käyttö on todella nopeaa ja ohjelmiston opettelemiseen ei kulu paljoa aikaa. Congrid-ohjelmistoa käytettäessä pystytään varmistamaan, että työ on tehty laadukkaasti sekä välttään paperidokumenttien häviämistä.

Betonilattioiden kuivumisessa tulee ottaa huomioon useita eri tekijöitä. Oikeanlaisella ilman suhteellisella kosteudella, lämpötilalla, ilmavirroilla sekä betonilaudalla pystytään varmistamaan tai jopa nopeuttamaan betonin kuivumista. Betonin kuivumisprosessi on pitkä ja tilan olosuhteita on seurattava koko kuivumisprosessin ajan. Ennen lattian pinnoittamista tai päällystämistä on tärkeää varmistaa, että betonin suhteellinen kosteus on tarpeeksi alhainen, jotta välttään haitallisilta kosteusvaurioilta.

## **8.2 Pohdinta**

Congrid-ohjelmiston käytössä ongelmakohtaksi muodostuu tiedonsiirto. Tarkastuksien yhteydessä tehdyt puutteet menevät yleensä vain urakoitsijan työnjohdolle mutta eivät kohteen työntekijöille. Työnjohto ei ole aina läsnä työmaalla, joten työntekijöille ilmoittaminen puutteesta on tärkeää, jotta puute saataisiin korjattua mahdollisimman nopeasti. Kaikilla työntekijöillä ei ole käytössä älypuhelimia, mikä vaikeuttaa tiedonsiirtoa.

Ennen työn aloitusta minulla oli pieni käsitys betonilattioiden kuivumisprosessista. Työn aikana sain lisätietoa betonin kuivumisesta, kuivumiseen vaikuttavista tekijöistä sekä keinoista kuivumisprosessin edistämiseksi. Sain lisäksi lisätietoa laitteistoista, joilla voidaan tarkastella betonin kuivumisprosessia lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seuraamisen avulla.

Pintabetonilattiatöiden laadunvarmistus onnistui hyvin. Tavoitteena oli, että isoja jälkitöitä ei tarvitse tehdä ja että työt onnistuvat aikataulussa. Kohteessa ei tarvinnut tehdä suurempia jälkitöitä ja lattia kuivui suunnitellussa ajassa. Opinnäytetyön tekemisestä on varmasti apua tulevilla työmailla betonilattioiden kuivumisen laadunvarmistuksessa.

## Lähteet

1. Mäki Tarja. Tehtäväsuunnittelu työmaan johtamisen välineenä. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020503.pdf>. Luettu 15.3.2019.
2. Ratu 1195-S 2001. Lattiatyöt. Rakennustieto Oy. [https://kortistot.rakennustieto.fi/ezproxy.saimia.fi/kortit/Ratu%20S-1195?query=teht%C3%A4v%C3%A4suunnitelma&external\\_system=Juha&page=2](https://kortistot.rakennustieto.fi/ezproxy.saimia.fi/kortit/Ratu%20S-1195?query=teht%C3%A4v%C3%A4suunnitelma&external_system=Juha&page=2). Luettu 15.3.2019.
3. Congridin verkkosivut. <https://www.congrid.fi/>. Luettu 20.1.2019.
4. Suomen Betoniyhdistys ry. 2011. BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2004. Helsinki: BY-Koulutus Oy.
5. Betoniteollisuus ry. Betonin kosteuden hallinta. <http://www.valmisbetoni.fi/toetus/kosteudenhallinta>. Luettu 22.2.2019.
6. Rudus Oy. Betonin jälkihoito. [www.rudus.fi/Download/23823/Betonin%20jalkihoito.pdf](http://www.rudus.fi/Download/23823/Betonin%20jalkihoito.pdf). Luettu 22.3.2019.
7. Rakentamisen kosteudenhallinta. Urakoitsijan aikataulusuunnittelu. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisen-valmistelu/urakoitsijan-aikataulusuunnittelu>. Luettu 22.2.2019.
8. Suomen Betonilattiyhdistys. BLY-3. Betonilattioiden jälkihoito. <http://www.bly.fi/File/bly-3.pdf?rnd=1290757363>. Luettu 23.3.2019.
9. Betoniteollisuus ry. Betoni. Jälkihoito. <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/paikallavalu/jalkihoito/>. Luettu 22.3.2019.
10. Niemi Sami. Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>. Luettu 12.2.2019.
11. Wiiste Oy. Tuotteet. <https://www.wiiste.com/rakennekosteusmittarit> Luettu 28.2.2019.
12. Niemi Sami. Betonirakenteiden päällystettävyyden arviointi kuntoon. [https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0604\\_s65-67.pdf](https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0604_s65-67.pdf). Luettu 28.2.2019.
13. Ilmatieteenlaitos. Ilman kosteus. <https://ilmatieteenlaitos.fi/ilman-kosteus>. Luettu 13.4.2019.
14. Rakennuskuivain. Kuivaimet rakentamiseen. <https://www.rakennuskuivain.fi/rakennuskuivaimet/>. Luettu 22.3.2019.

15. Etra Oy. Lämpöpuhallin Remko Elkomat 40kW. <http://tuotteet.etra.fi/fi/g23767532/lampopuhallin-remko-elkomat-40kw>. Luettu 22.3.2019.

16. Isojoen Konehalli Oy. Teollisuustuuletin 6600. <https://www.ikh.fi/fi/teollisuustuuletin-6600-m3--master-df-20p-ddmf20>. Luettu 22.3.2019.

17. Rudus Oy. Nopeammin päällystettävä (NP) Lattiabetoni käyttöohje. <https://www.rudus.fi/ohjeet/betonin-ohjeet/np-lattiabetoni-kayttoohje>. Luettu 23.3.2019.