

LATTIAVALUJEN KUIVATTAMINEN ASUNTOKOHOEISSA



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Visamäki, Rakennusalan työnjohto

syksy, 2017

Tero Hartikainen

Rakennusalan työnjohto
Visamäki

Tekijä	Tero Hartikainen	Vuosi 2017
Työn nimi	Lattiavalujen kuivattaminen asuntokohteessa	
Työn ohjaaja	Jari Komsa	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö toteutettiin Jatke Uusimaa Oy:n asuntokohteessa Porvoon Hornhattulassa. Työssä keskityttiin käsittelemään yhtä, kohteen kolmesta rakennuksesta. Yleisaikataulun mukaan, rakennuksen pintabetonilattiat päästiin valamaan 8 viikkoa myöhässä. Aikatauluviiveen lisäksi, rakennuksen pintabetonilattiat olivat paksuja liittolaattarakenteita.

Työn tavoitteena oli nopeuttaa lattioiden kuivumista niin, että lattiat saataisiin aikataulun puitteissa pinnoituskuiviksi. Työssä vertailtiin erilaisia tilakuivatuskeinoja, sekä tutkittiin betonilattioiden valamiseen ja kuivumiseen liittyvää teoriaa. Työssä vertailtiin myös erilaisia lattiabetonilaatuja kuivumisen näkökulmasta.

Opinnäytetyössä käsiteltävä rakennus on kaksikerroksinen rivitalo. Rakennuksen huoneistot osastoitettiin ja huoneistojen ilmaa kuivatettiin adsorptiokuivaimilla. Koneellisella kuivatuksella ja lämmityksellä huoneiston ilman suhteellinen kosteus saatiin tehokkaasti pidettyä alle 50 %:n, jolloin betonin kuivuminen oli tehokasta. Huoneistojen kuivumisolosuhteita seurattiin kosteus-lämpötila mittarilla.

Opinnäytetyölle asetettu tavoite saavutettiin. Pintabetonilattiat todettiin porareikämittauksilla pinnoituskuiviksi aikataulun mukaisesti. Lattiat kuivuivat nopeudella n. 1,8 cm / viikko. Seuraavat työvaiheet pääsivät alkamaan aikataulun mukaisesti, sekä kohde saatiin hallitusti valmiiksi.

Avainsanat Adsorptiokuivain, Pintabetonilattia, Osastointi

Sivut 29 sivua, joista liitteitä 3 sivua

Degree Programme in Construction Management
Visamäki Campus

Author	Tero Hartikainen	Year 2017
Subject	Drying of concrete casting in a residential building	
Supervisor	Jari Komsu	

ABSTRACT

This Bachelor's thesis was commissioned by Jatke Uusimaa Oy and it was completed on the company's residential building site in Porvoo in Hornhattula. The building under construction consists of 2 two-story terraced houses and one block of flats. This thesis concentrates on one of the terraced houses that was completed late due to a delay in the schedule.

The goal of the thesis was to speed up the drying process of the concrete floors to keep to the schedule as drying of the floors was a critical stage. The floors were relatively thick so the phase of drying was going to be significant. The phase of drying should be as short as possible in order to the following stages to begin on time. Different dehumidifying methods were compared and various concrete flooring materials were examined. Also, the theory of dehydration of concrete floors was discussed.

The building to be studied was divided into different compartments. Every compartment had its own adsorption dryer to remove the moisture from the processed air. The relative humidity of air in each compartment was kept below 50 % through mechanical drying and heating. This enabled an effective drying of concrete.

The goal of the thesis was accomplished. It was found out through bore hole measurements that the floors were sufficiently dry. The drying speed was about 1.8 cm per week. All the following stages could begin on time and the building was completed.

Keywords Adsorption, Concrete, Dehydration

Pages 29 pages including appendices 3

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Työn tarkoitus	1
1.2	Aiheen rajaus.....	1
2	JATKE OY	1
2.1	Jatke Uusimaa Oy	2
2.2	Organisaatio	2
2.3	Kohteen esittely	3
2.4	Opinnäytetyössä käsiteltävä rakennus	3
3	OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHTA.....	4
3.1	Tavoite.....	4
3.2	Aikatauluviive	4
3.3	Kylpyhuoneiden lattiarakenne	4
4	TEORIAA BETONILATTIOISTA.....	5
4.1	Yleistä lattiabetonista.....	6
4.1.1	NP betoni	6
4.1.2	Sitoutumiskuivuminen.....	7
4.1.3	Haihtumiskuivuminen.....	8
4.2	Olosuhteet.....	9
4.2.1	Ilmankosteus	9
4.2.2	Ilmanlämpötila.....	9
4.2.3	Osastointi.....	10
5	LATTIAVALUJEN KONEELLISEN KUIVATTAMISEN PERIAATTEITA JA VAIHTOEHTOJA	11
5.1	Adsorptiokuivaimet	11
5.2	Kondenssikuivaimet	12
5.3	Puhaltimet.....	13
6	TOTEUTUS.....	13
6.1	Aikataulu	13
6.2	Lattiavalut.....	14
6.2.1	Lämmitys	15
6.2.2	Jälkihoito.....	15
6.2.3	Pinnan hionta ja siisteys	16
6.2.4	Adsorptiokuivaimet	17
6.3	Olosuhteiden seuranta.....	19
6.4	Kosteusmittaukset.....	20
7	TULOKSET	22
7.1	Aikataulun toteutuminen	22
7.2	Kuivattamisesta aiheutuneet kustannukset	23
8	PÄÄTELMÄT	25

Liitteet

Liite 1 Kohteen yleisaikataulu

Liite 2 Vertian kosteusmittausraportin yhteenveto

1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli selvittää miten kylpyhuoneiden lattiavalut saataisiin kuivumaan pinnoituskuiviksi mahdollisimman nopeasti. Kohteessa syntyneen aikatauluviiveen vuoksi oli löydettävä keinot lattioiden nopeaan kuivumiseen.

Aiheen valinta tuli työn kautta. Aihe valittiin koska ongelma oli todellinen, johon vaadittiin ratkaisu kokonaishankkeen pitämiseksi aikataulussa.

1.1 Työn tarkoitus

Työn tarkoituksena oli selvittää ja toteuttaa menetelmät, joilla kylpyhuoneiden kaatolattiavalut saataisiin pinnoitus kuiviksi aikataulun puitteissa. Työssä valitut menetelmät toteutettiin käytännössä Jatke Uusimaa Oy:n työmaalla Porvoossa. Työ käsittelee yhtä kohteen kolmesta rakennuksesta ja sen tarkoituksena oli edesauttaa kokonaishankkeen pysymistä aikataulussa.

1.2 Aiheen rajaus

Työssä käsitellään liittorakenteisia lattiavaluja, jollaisia elementtirakenteisten asuntokohteiden kylpyhuonelattiat usein ovat. Aihe oli rakennustyömaalla aiheutunut ongelma, joten pääosin aiheen rajaus rakenteen osalta tuli suunnitelmista.

Opinnäytetyössä käsiteltävä rakennus oli kymmenasuntoinen rivitalo. Kaikki talon asunnot muodostivat luonnostaan oman osastonsa, joten kuivatusta lähdettiin suunnittelemaan tilakuivatuksena. Tässä työssä tutkittiin tilakuivatuksen periaatteita ja laitteistoa. Kuivatuksessa käytettävän laitteiston tuli olla myös työmaaolosuhteisiin soveltuva.

2 JATKE OY

Jatke Oy on vuonna 2009 perustettu Etelä-Suomen alueella toimiva rakennuskonserni. Jatkeen osaamiseen kuuluu asuntotuotanto, saneeraus, toimitilarakentaminen ja kiinteistökehitys. Jatke konsernin liikevaihto vuonna 2016 oli n. 204 M€. (Jatke Oy n.d).

Jatke Uusimaa Oy on Jatke Oy:n tytäryhtiö. Jatke Uusimaa Oy sijaitsee Hyvinkäällä. Yrityksen toiminta keskittyy pääasiassa pääkaupunkiseudulle. (Jatke Oy n.d).

2.1 **Jatke Uusimaa Oy**

Jatke Uusimaa Oy tekee ainoastaan asuntotuotantoa. Asiakkaina ovat suuret rakennuttajat ja kiinteistösijoittajat. Jatke Uusimaa Oy tekee myös perustajaurakointia kasvavassa määrin.

Kohteiden koko vaihtelee muutaman kymmenen asunnon kerrostaloista, jopa parin sadan asunnon kohteisiin. Kohteiden keskikoko on kasvamassa suuremmaksi. Usein kohteet ovat useamman rakennuksen kokonaisuuksia.

2.2 **Organisaatio**

Jatke Uusimaa Oy:n toiminta perustuu täysin aliurakoitsijoiden käyttöön. Yrityksellä ei ole lainkaan omia työntekijöitä, ainoastaan toimihenkilöitä. Toiminta perustuu laajaan aliurakoitsijaverkoston. Monien aliurakoitsijoiden kanssa on jo pitkä historia ja yhteistyötä on ajan kuluessa kehitetty.

Työmaalla on tyypillisesti vastaavan mestarin lisäksi 1-3 työmaamestaria, kohteen koosta riippuen. Työmaainsinöörit hoitavat toimistolta käsin hankintaa, sekä muita työmaainsinöörien tehtäviä. Lisäksi kohteissa toimii työpäällikkö. Ylempää johtoa ovat rakennuspäällikkö, kiinteistökehitys johtaja ja toimitusjohtaja.

2.3 Kohteen esittely

Kohde sijaitsee Porvoon Hornhattulassa. Kohde käsittää kaksi rivitaloa, yhden kerrostalon ja pyörävaraston. Kuva 1. Rivitalot ovat kaksikerroksisia betonirunkoisia taloja, kerrostalo on kolmekerroksinen betonirunkoinen talo. Kohteessa on yhteensä 44 asumisoikeusasuntoa.



Kuva 1. Asemapiirros

2.4 Opinnäytetyössä käsiteltävä rakennus

Opinnäytetyössä käsitellään viimeisenä valmistunutta rivitaloa. Tästä rakennuksesta käytetään tekstissä nimeä C-talo.

Opinnäytetyössä perehdytään vain C-talon lattioihin, sillä se oli lattiava-lujen suhteen kaikkein kriittisin. Se valmistui viimeisenä ja sen lattiavalut olivat eniten myöhässä.

C-talo on kaksikerroksinen rivitalo ja se käsittää 10 asuntoa. Jokaisessa asunnossa on kylpyhuone yläkerrassa ja erillinen WC ensimmäisessä kerroksessa. Asuntojen keskikoko on n.94 m².

Rakennus on betonielementtirunkoinen, myös ei-kantavissa ulkoseinissä on betoninen sisäkuori. Alapohja, välipohja ja yläpohja ovat ontelolaattarakenteisia. Kylpyhuoneiden kohdalla on viemäröntien vuoksi kuorilaatat,

ja WC:n kohdalla madallettu ontelolaatta. Kylpyhuoneiden kaatolattiavalut ovat korkeimmillaan n. 270mm paksuja.

3 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHTA

3.1 Tavoite

Työn tavoitteena oli löytää keinot kylpyhuoneiden lattiavalujen tehokkaaseen kuivattamiseen. Aikatauluviivästyksen vuoksi kuivatusaika oli lyhennyt, eikä aikataulun loppupäässä ollut enää varaa viivästyksille. Tavoitteena oli saada kaatolattiat pinnoituskuiviksi alle 90 %:n suhteelliseen kosteuteen niin, että lattioiden laatoitustyöt pääsisivät alkamaan aikataulun mukaisesti.

3.2 Aikatauluviive

Kohteen LV-urakoitsija oli reilusti myöhässä aikatauluun nähden. Työt lähtivät laahaamaan jo kohteen alkuvaiheessa, eikä urakoitsija lukuisista aikataulukorjauksista huolimatta saanut otettua aikataulua kiinni. LV-urakoitsija oli uusi alalla. Kyseinen urakoitsija oli pitkään urakoinut erilaisia rakennusalan töitä, mutta LV- toimialasta ei ollut pitkää kokemusta.

Suurimpana yksittäisenä syynä LV-töiden viivästymiseen oli vajaa miehitys heti kohteen alkuvaiheessa. Urakoitsija yritti tulla toimeen yhdellä putkimiehellä liian pitkään. Putkitöiden aikataulu venyi koko ajan kohteen edetessä.

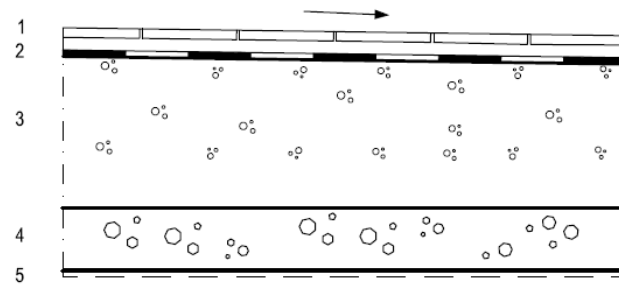
C-talon kylpyhuoneiden lattiat pitivät olla valukunnossa alkuperäisen aikataulun mukaan syyskuun 2016 alussa. Lattiat oli tarkoitus päästä valamaan heti viemäriasennusten ja valuvalmistelujen jälkeen. Yleisaikataulussa (Liite 1) oli varattu yhteensä n. 23 viikkoa lattioiden kuivumiseen. Viimeiset lattiat päästiin kuitenkin valamaan viemäröintitöiden vuoksi vasta lokaan viimeinen päivä. 8 viikkoa betonin kuivumisaikaa oli menetetty.

Aikataulun loppupäässä ei ollut enää varoaikoja, sillä ne oli kulutettu jo aiemmassa vaiheessa ko. urakoitsijan töiden viivästymisen takia. Oli löydettävä keinot joilla 8 viikon kuivumisajan menetys saataisiin kurottua kiinni, niin että seuraavat työvaiheet pääsisivät alkamaan alkuperäisen aikataulun mukaisesti.

3.3 Kylpyhuoneiden lattiarakenne

Kylpyhuoneiden lattiarakenne on liittorakenne, jossa runkovaiheessa pohjalle on asennettu 100 mm paksut kuorilaatat. Viemäri-, pintaverkko- ja

lattiaämpöasennuksien jälkeen kuorilaattojen päälle valettiin n. 270 mm paksu lattia. Kuva 2.



≤ 25 mm	1	Lattialaatat, huoneselityksen mukaan, ja kiinnityslaasti
	2	Sertifioitu siveltyvä vedeneristysjärjestelmä
$\geq 230..270$ mm	3	Kallistus- ja tasausbetoni, BY 45 luokka A-4-30, kallistus $\geq 1:80$, kaivojen läheisyydessä $\geq 1:50$
100 mm	4	Kuorilaatta KL100, rakennepiirustuksen mukaan
	5	Pintakäsittely, huoneselityksen mukaan

Kuva 2. Kylpyhuoneenlattian rakennetyyppi

Rakennusallalla yleisesti tiedossa olevan nyrkkisäännön mukaan, lattiavalojen keskimääräinen kuivumisaika optimiolosuhteissa pinnoituskuivaksi on n. 1 cm/vko. Vesieristysten alustavaatimuksena oli alle 90 %:n suhteellisen kosteuden saavuttaminen. Normaali olosuhteissa tämän lattiarakenteen kuivuminen kestäisi n. 27 viikkoa. Näin pitkään kuivumisaikaan ei ollut aikataulun puitteissa varaa. (Shönox n.d.)

Välipohja rakenne on osittain kahteen suuntaan kuivuva. Eniten se luovuttaa kosteutta ylöspäin, koska alapuolella on tiivis tehtaalla valettu kuorilaatta. Jonkin verran kosteutta siirtyy myös rakenteen alapintaa kohden painovoimaisesti. (Betoniteollisuus ry n.d.)

4 TEORIAA BETONILATTIOISTA

Rakenteelliselta toimintatavaltaan betonilattia voi olla maanvarainen, maanvastaisesti valettu kantavalaatta eli paalulaatta, paikalla valettu välipohja tai pintalaatta. Pintalaatta voi olla joko alustaansa kiinnitetty tai alustastaan irti oleva kelluva lattia. Lattiat voivat olla raudoitettuja, jännitetyjä tai erilaisilla kuiduilla vahvistettuja. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 9.)

4.1 Yleistä lattiabetonista

Betonimassat koostuvat pääosin runkoaineesta, vedestä ja sementistä. Vesi ja sementti muodostavat sementtiliiman, joka liimaa runkoainepartikkelit toisiinsa. Betonin ominaisuudet riippuvat suurelta osin käytetyn veden ja sementin määrästä. Betonissa olevan veden ja sementin määrää kuvataan vesi-sementtisuhteella. (Lumme & Merikallio 1997, 13)

Lattiabetonin valinta perustuu mm. valittuun toteutustapaan, annettuihin laatuvaatimuksiin ja vallitseviin olosuhteisiin. Kaikki osatekijät asettavat omat vaatimuksensa betonimassalle ja ne tulee sovittaa yhteen tavalla, joka mahdollistaa halutun lopputuloksen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 130)

Toteutukseltaan lattiavalut erottuvat muista rakenteista. Valuvaiheessa betonimassasta hyvin suuri osa on kosketuksissa ympäröivän ilman kanssa. Lattian pinta-alan suhde valettavan massan kokonaismäärään on hyvin suuri. Tästä syystä valuolosuhteiden ja betonimassan käyttäytymisen ymmärtäminen valuvaiheessa on ensiarvoisen tärkeää. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 130)

Pyrittäessä lattiavalujen nopeaan kuivattamiseen, betonimassan reseptissä olisi edullista pyrkiä mahdollisimman alhaiseen vesi-sementtisuhteeseen. Lattiabetonilta vaadittavat työstö- ja hierto-ominaisuudet eivät kuitenkaan salli kovin alhaista vesi-sementtisuhdetta. Betonimassa ja työmenetelmät ovat sovitettava yhteen niin, että saavutetaan haluttu lopputulos. Hyvään lopputulokseen johtava kokonaisuus on joka tapauksessa eri osatekijöiden optimaalinen summa. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 130)

4.1.1 NP betoni

NP-betonimassa eli nopeasti pinnoitettava betoni kuivuu pinnoistuskuivaksi nopeammin kuin normaalit lattiabetonit. NP-betonien tyypillisiä käyttökohteita ovat pinta-, kallistus ja kelluvat lattiat, kuori- ja liittolaatat, massiivilaatat ja erilaiset saumaukset. (Rudus Oy n.d.)

Nopeammin päällystettävät betonit kuivuvat keskimäärin kaksi, jopa kolme kertaa nopeammin pinnoituskuivaksi verrattuna tavanomaisiin lattiabetoneihin. Olosuhteiden vaikutus on myös NP betonien kuivumiseen merkittävä. (Rudus Oy n.d.)

Nopeammin kuivuvien betonilaatujen kuivuminen perustuu tavallista suurempaan sementtimäärään. Suurempi sementtimäärä kuluttaa enemmän vettä sitoutumiseen. NP-betoneissa on myös lisäaineita, jotka edesauttavat veden kulutusta sitoutumisen alkuvaiheessa. (Lumme & Merikallio 1997, 20)

4.1.2 Sitoutumiskuivuminen

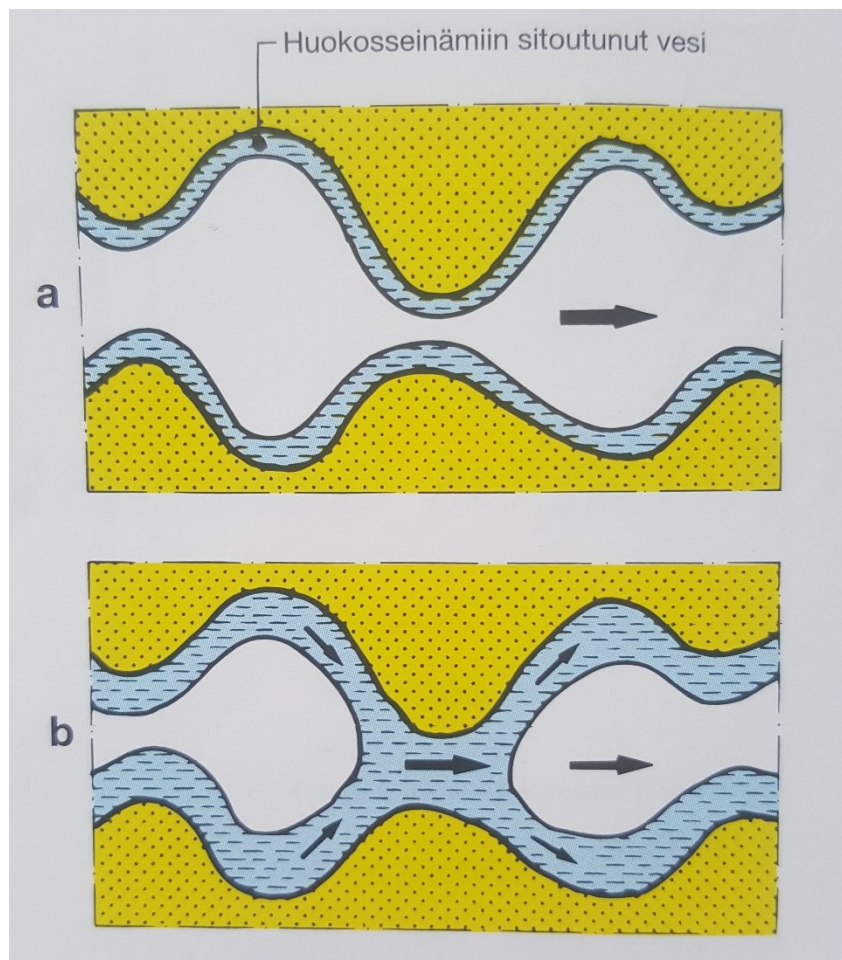
Betonin valmistamisessa käytetty vesi ja sementti muodostavat yhdessä sementtiliiman, joka sitoo betonin ainesosat yhteen betonin kovettuessa. Kemiallinen reaktio tapahtuu pitkän ajan kuluessa niin että se on nopeinta heti tuntien päästä valusta ja se hidastuu ajan saatossa. Reaktiota kutsutaan hydratoitumiseksi. (Lumme & Merikallio 1997, 14)

Hydratoituminen kuluttaa betonissa olevaa vettä ja tätä kutsutaan sitoutumiskuivumiseksi. Kemiallisesti sitoutuneen veden maksimi määrä on n. 25 % sementin painosta. Betonin huokosrakenne muuttuu hydrataation edetessä. Kapillaarihuokosten tilavuus pienenee ja betonista tulee tiiviimpää. Veden siirtyminen huokosissa vähenee. Tästä syystä betonilattian nopean kuivumisen edellytyksenä on että kuivattaminen aloitetaan hyvin aikaisessa vaiheessa. (Lumme & Merikallio 1997, 14)

Riittävä lämpötila heti valun jälkeen on tärkeä osa hydratoitumisen käynnistämiseksi. Valun jälkeisinä tunteina betonin sitoutuminen on tehokkaimmillaan. Riittävä lämpötila kiihdyttää sitoutumista entisestään, jolloin myös veden kulutus tehostuu. (Rudus Oy n.d.)

4.1.3 Haihtumiskuivuminen

Sitoutumisen jälkeen betoniin kuitenkin jää vielä suuri määrä vapaata vettä. Vapaa vesi poistuu betonista haihtumalla, mutta tämä vie paljon aikaa. Kosteus haihtuu betonivalun pinnan kautta. Kun laatan pinta on kuivempi ja sisäosissa on suurempi määrä kosteutta, kosteus siirtyy sisäosista kohti pintaa diffuusion ja kapillaarisen imun avulla. Kapillaaritiehyeitä muodostavat erikokoiset- ja muotoiset huokokset. Kuivumisen alkuvaiheessa kapillaarihuokokset muodostavat yhtenäisen kapillaariverkon, jolloin haihtumiskuivumisen osuus on suuri. Kuva 3. (Lumme & Merikallio 1997, 14)



Kuva 3. Veden siirtyminen betonin huokosrakenteessa

a: alhainen RH; vain diffuusiolla

b: korkea RH; diffuusiolla ja kapillaarisesti.

(Lumme & Merikallio 1997, 14)

Kuivumista tapahtuu niin kauan kuin betonin sisäosan suhteellinen kosteus ja ympäröivän ilman suhteellinen kosteus ovat samat. Rakennusaikana tätä tasapainokosteutta ei ole tarpeen saavuttaa, vaan se tapahtuu pitkän ajan kuluessa. Betonin tavoiteltava suhteellinen kosteus määräytyy käytetävän pintamateriaalin vaatimusten mukaan. (Betoniteollisuus ry n.d.)

4.2 Olosuhteet

Betonilattiaa ympäröivän tilan olosuhteet vaikuttavat merkittävästi lattian kuivumisnopeuteen. Ilman suhteellinen kosteus, lämpötila ja ilmavirta vaikuttavat siihen, kuinka tehokkaasti kosteus haihtuu laatan pinnalta ja edelleen siirtyy laatan keskeltä kohti pintaa. Olosuhteet rakennustyömaalla vaihtelevat laajalti. Niin kauan kuin valettu betonilattia on huonoissa olosuhteissa, kuivumista ei katsota tapahtuvan lainkaan. Mikäli betonilattia altistuu epäedullisille olosuhteille kuivumisen alkuvaiheessa, voi kuivuminen huomattavasti pitkittyä. (Lumme & Merikallio 1997, 16)

4.2.1 Ilmankosteus

Ilman kosteutta mitataan suhteellisena kosteutena, eli paljonko ilma sisältää kosteutta tunnetussa lämpötilassa. 100 %:n suhteellinen kosteus tarkoittaa sitä että ilma on kylläinen kosteudesta ja vesi alkaa tiivistymään pinnoille. Alle 50 %:n suhteellinen kosteus on hyvä erilaisille materiaaleille, tällöin myös betonin kuivuminen on tehokasta. (Ramirent Finland Oy n.d.)

Lattiavalut tehtiin 24.10 – 31.10.2016. Valujen kuivuminen ajoittui marras-, joului- ja tammikuulle. Kuivumisajankohtana Etelä-Suomessa ilman suhteellinen kosteus on keskimäärin 88,3 %. Betonin tehokkaan kuivumisen saavuttamiseksi sisäilmaa oli koneellisesti kuivattava että huoneilma saataisiin alle 50 %:n suhteelliseen kosteuteen. (Ilmatieteenlaitos n.d.)

Talviaika on lattiavalujen kuivattamiselle otollisinta aikaa. Teoriassa pelkästään kylmän ja kostean ulkoilman lämmittäminen sisätilassa johtaa ilman suhteellisen kosteuden pienenemiseen. (Lumme & Merikallio 1997, 12)

4.2.2 Ilmanlämpötila

Betonin vapaan veden kuivattaminen vaatii lämpöä. Lämmön tehtävä on kuljettaa betonirakenteessa olevaa vesihöyryä kohti pintaa josta se haihtuu kuivaan sisäilmaan. Betonirakenteen lämpötilan nostaminen on tehokas keino rakenteen kuivattamiseksi. Rakenteen kuivuminen on tehokasta jos lämpötila saadaan pidettyä jatkuvasti vähintään +20 asteessa. (Betoniteollisuus ry n.d.)

4.2.3 Osastointi

Huoneilman kuivattaminen on tehokasta vain jos tila saadaan osastoitua niin, että kostea ulkoilma ei pääse hallitsemattomasti huonetilaan. Tilan on oltava yhtenäinen suljettu tila, isot aukot tiiviisti suljettuna sekä ilman vaihtuminen täytyy olla hallittua. (Ramirent Finland Oy n.d.)

C-talon asuntoihin asennettiin ikkunat ja joitakin ovia juuri ennen lattiava-luja. Näin saatiin talon ulkovaippa pääosin umpeen. Lopullisia käyntiovia ei vielä tässä vaiheessa haluttu asentaa, sillä ne vahingoittuvat helposti suuren käyntimäärän vuoksi. Käyntiovinä käytettiin muovisia vetoketjuovia. Kuva 4.



Kuva 4. Osastointina käytetty vetoketjuovi

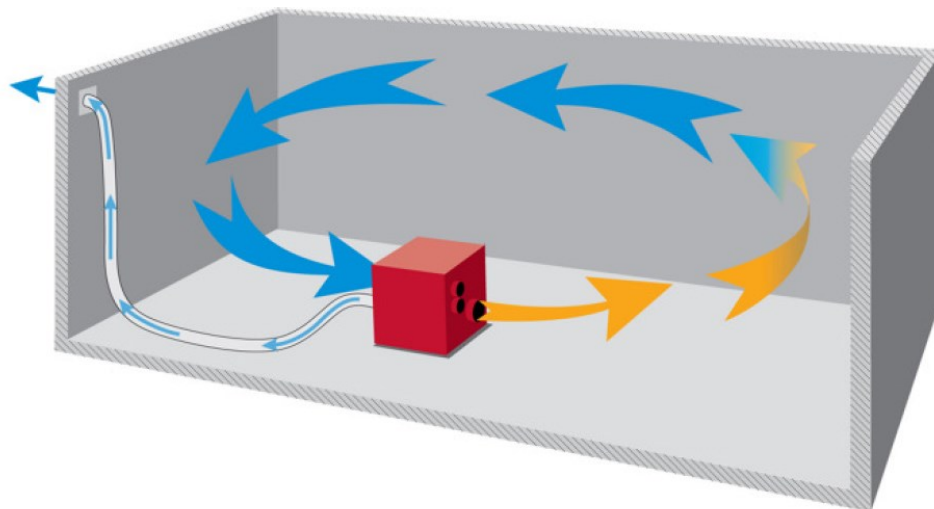
5 LATTIAVALUJEN KONEELLISEN KUIVATTAMISEN PERIAATTEITA JA VAIHTOEHTOJA

Ilman koneellisen kuivauksen periaate on se, että ilman absoluuttista vesimäärää pyritään pienentämään koneellisesti. Prosessi-ilmalla tarkoitetaan kuivatettavassa tilassa vallitsevaa kosteaa ilmaa. Prosessi-ilmasta eroteltu vesi johdetaan kuivattavasta tilasta pois ulkoilmaan tai viemäriin. Kaikki eroteltu vesi pienentää ilman suhteellista kosteutta jos lämpötila pysyy vakiona. (Ramirent Finland Oy n.d.)

5.1 Adsorptiokuivaimet

Adsorptiokuivaimet toimivat hyvin laajalla lämpötila-alueella. Kohteen vaatiessa nopeaa materiaalien kuivumista, usein adsorptiokuivain on oikea valinta. Laite erottelee ns. prosessi-ilmasta kosteutta joka ohjataan kuivatavasta tilasta erillistä poistokanavaa pitkin ulos. Kuivatavan tilan ilman suhteellinen kosteus saadaan näin putoamaan ja materiaalien kuivuminen mahdollistuu. (Ramirent Finland n.d.)

Asuntojen huoneilmaa kuivattiin ns. tilakuivatuksena. Kuva 5.



Kuva 5. Kosteaa ilmaa tulee olla aina ohjattuna ulos kuivatavasta tilasta. Kuvassa esimerkki tilakuivatuksesta. (Ramirent Finland Oy n.d, 13)

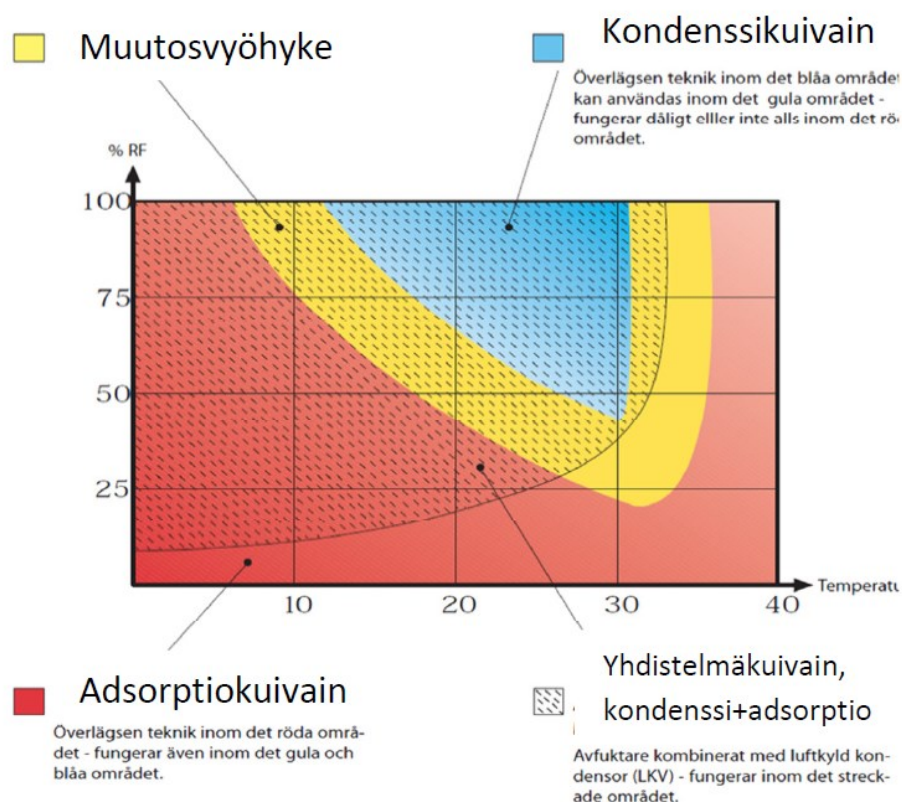
Tehokkaan tilakuivauksen saavuttamiseksi huoneilman tilavuus tulisi vaihtua kolmesta neljään kertaan tunnissa. Tilakuivatuksessa on tärkeää varmistaa että huonetila on tiivis, kaikki aukot suljettuina niin, että ilman vaihtuminen on hallittua. (Ramirent Finland n.d.)

Adsorptiotekniikka perustuu jatkuvaan regenerointi prosessiin. Laitteistolla pystytään kuivaamaan myös jäätymispisteen alapuolella, sillä laitteisto ei ole riippuvainen lämpötilasta. (Ramirent Finland n.d.)

Kuivaimissa käytettävä kiinteä kuivausaine on silikageeliä. Silikageeli on ki-deaine, joka kykenee sitomaan itseensä suuren määrän kosteutta. Yksi gramma silikageeliä sisältää 500 – 700m² kosteutta sitovaa pinta-alaa. Silikageeli kykenee ominaisuuksiensa vuoksi regeneroitumaan lähes rajattoman kertamäärän. (Ramirent Finland n.d.)

5.2 Kondenssikuivaimet

Kondenssikuivain ei toimi yhtä laajalla lämpötilavälillä kuin adsorptiokuivain. Kondenssikuivain vaatii toimiakseen paljon lämpimämmän prosessi-ilman kuin adsorptiokuivain. Kohteen asunnot olisi pitänyt saada lähelle 30 asteen lämpötiloja, että kondenssikuivain toimisi tehokkaasti. Kuva 6. Asuntojen lämmittäminen niin lämpimäksi ei olisi ollut järkevää taloudellisesti eikä työteknisesti. Asunnoissa työskenneltiin jatkuvasti, joten lämpötilan oli oltava alhaisempi. (Ramirent Finland n.d.)



Kuva 6. Kondenssikuivainta käytetään yllä olevan diagrammin mukaisesti, erittäin lämpimissä ja erittäin kosteissa olosuhteissa joissa on tilakuivatuksen tarve. (Ramirent Finland Oy n.d, 6)

5.3 Puhaltimet

Ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden ohella, ilman virtaus vaikuttaa siihen kuinka nopeasti betonirakenteen pinnalla oleva kosteus haihtuu ympäröivään ilmaan. Puhaltimien tehtävänä on kostean ilman siirtäminen pois laatan pinnasta. Kuivattavan tilan ilmaa kierrättämällä kosteus siirtyy pois tilasta, jolloin kuivaa ilmaa pääsee tilalle. (Lumme & Merikallio 1997, 14)

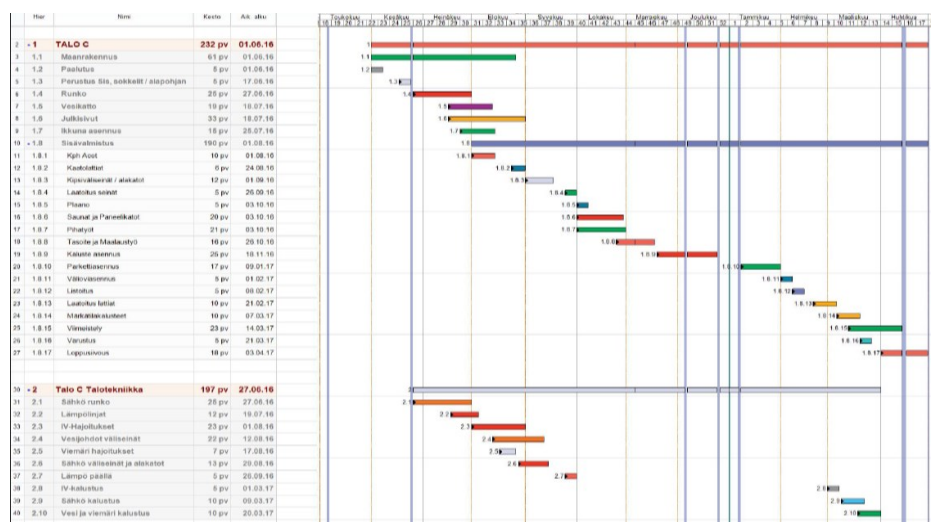
6 TOTEUTUS

Jatke Uusimaa Oy:llä ei ole omia työntekijöitä. Kaikkiin töihin oli omat urakoitsijansa. Jokaisessa kohteessa on lukematon määrä aputoita ja yleisiä töitä jotka yleensä ns. omat miehet yleensä tekevät. Kohteeseen oli palkattu urakoitsija tekemään sellaisia yleisiä töitä jotka eivät kuulu kenenkään urakkaan. Kyseinen urakoitsija teki kylpyhuoneiden raudoitukset ja kuivatus- ja lämmityskaluston asennukset ja ylläpitotyöt sekä osastoinnit. Valun jälkeen urakoitsija hoiti lattioiden hionnat ja siivoustyöt.

6.1 Aikataulu

Alkuperäisen aikataulun mukaan C-talon kaatolattiat pitivät olla valettuna elokuun 2016 lopussa. Putkiurakoitsijan aiheuttamien viiveiden vuoksi lattiat pystyttiin valamaan vasta lokakuun lopulla. Viimeiset lattiat valettiin 31.10.2016. Kaksi kuukautta kuivatusaikaa oli menetetty (Liite 1).

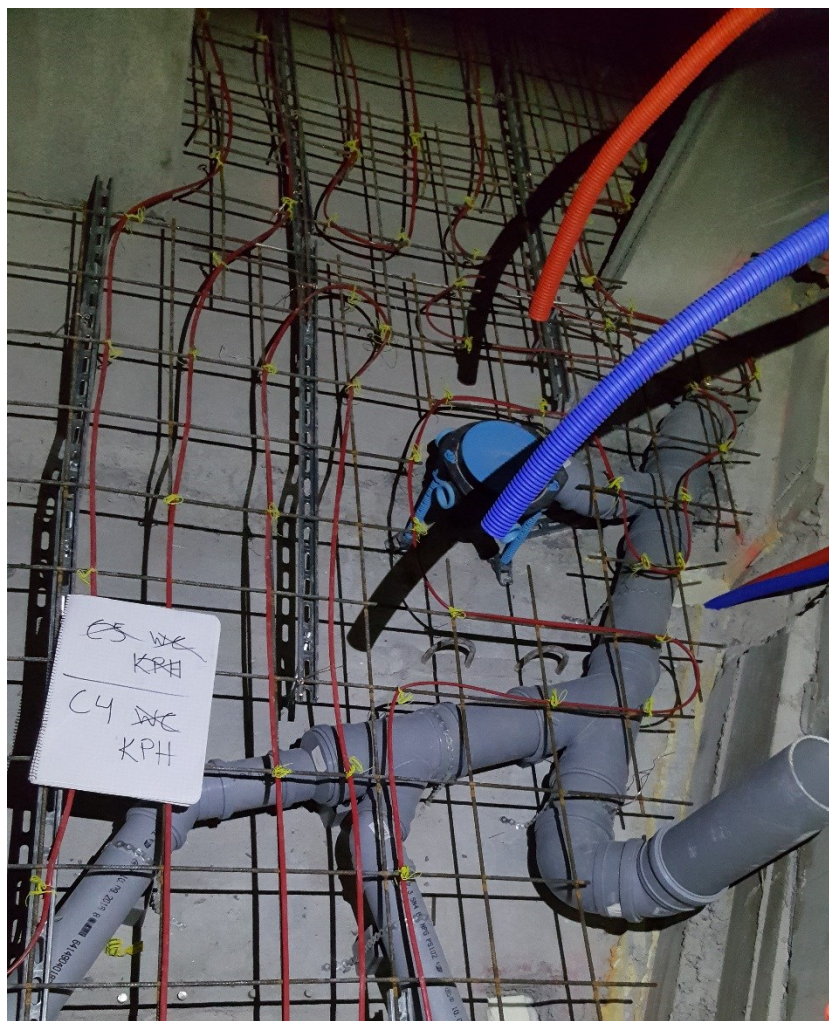
Lattioiden laatoitustöiden oli kuitenkin päästävä alkamaan aikataulun mukaisesti helmikuun lopulla. Laatoitustöiden aikataulu oli kriittinen. Sitä seurasi vielä muita työvaiheita, joita ei ennen laatoitustöitä pystytty tekemään. Kuva 7.



Kuva 7. C-talon yleisaikataulu

6.2 Lattiavalut

Valuvalmisteluilla tarkoitetaan työvaihetta, joka käsittää reikien ja läpivientien tilkkimisen, valettavan alueen siivoamisen, rauditusvälikkeiden asentamisen ja rauditusverkon työstämisen ja asentamisen. Valuvalmistelujen ja lattialämmitystöiden jälkeen kylpyhuoneet olivat valmiina valettavaksi. Kuva 8. Kohteen betonitoimituksista oli tehty sopimus Ruskon betonin kanssa. Ruskon betonin myynnin kanssa käytyjen keskustelujen perusteella C-talon lattiat päätettiin valaa nopeasti pinnoitettavalla massalla eli NP-massalla. Se oli käytännössä ainoa vaihtoehto kun paksujen liittorakenteisten lattioiden kuivumista haluttiin nopeuttaa valitsemalla oikeanlainen betonimassa.



Kuva 8. Kylpyhuoneen lattia valuvalmistelujen jälkeen

NP-massalla valetut lattiat kuivuisivat hyvissä olosuhteissa jopa kaksi kertaa nopeammin kuin tavallisella lattiabetonilla valetut. Alla betonimassan tarkemmat tiedot:

- Lattiabetoni NP30H
- Lujuus C25/30
- Notkeus S3
- Runkoaine #16 hieno
- Rasitusluokka XC2
- Suunniteltu käyttöikä 50 vuotta
- Käytetyt lisäaineet: Master Air 100 0,012%
 Master Skv 600 0,700%

Lattiavalut suoritti paikallinen yritys. Kylpyhuoneiden kaatolattioista oli sovittu kappalehinta. Betonin siirrossa käytettiin 38 metristä betonipumpua. Betonit kuljetettiin työmaalle tavanomaisilla betoniautoilla.

6.2.1 Lämmitys

Ennen lattiavaluja asuntoihin asennettiin sähkölämmittimiä. Jokaiseen asuntoon asennettiin yksi 9kW sähkölämmitin. Ne riittivät pitämään asunon lämpötilan noin 20 asteessa. Riittävä lämpötila on tärkeä saavuttaa jo hyvissä ajoin ennen valua, että ympäröivät rakenteet ehtivät lämmetä. Jos valettavat rakenteet olisivat kylmiä, alenisi valetun massan lämpötila liian nopeasti. Lämpötilan aleneminen puolestaan hidastaisi betonin sitoutumista eli hydratoitumista. (Rudus Oy n.d.)

Putkiurakoitsijan työt olivat myös lämpöpuolella myöhässä. Lopullisen lämmön saanti uhkasi sekin venyä liian pitkälle. C-talon lämpöjohdot ja patterit jouduttiin teettämään ulkopuolisella urakoitsijalla, että saatiin lopulliset lämmöt asuntoihin päälle ennen talven kylmiä kelejä. C-talon lämmitysjärjestelmä valmistui marraskuun puolivälissä. Vesikiertoiset patterit otettiin heti käyttöön ja sähkölämmittimet voitiin palauttaa vuokraamoon.

6.2.2 Jälkihoito

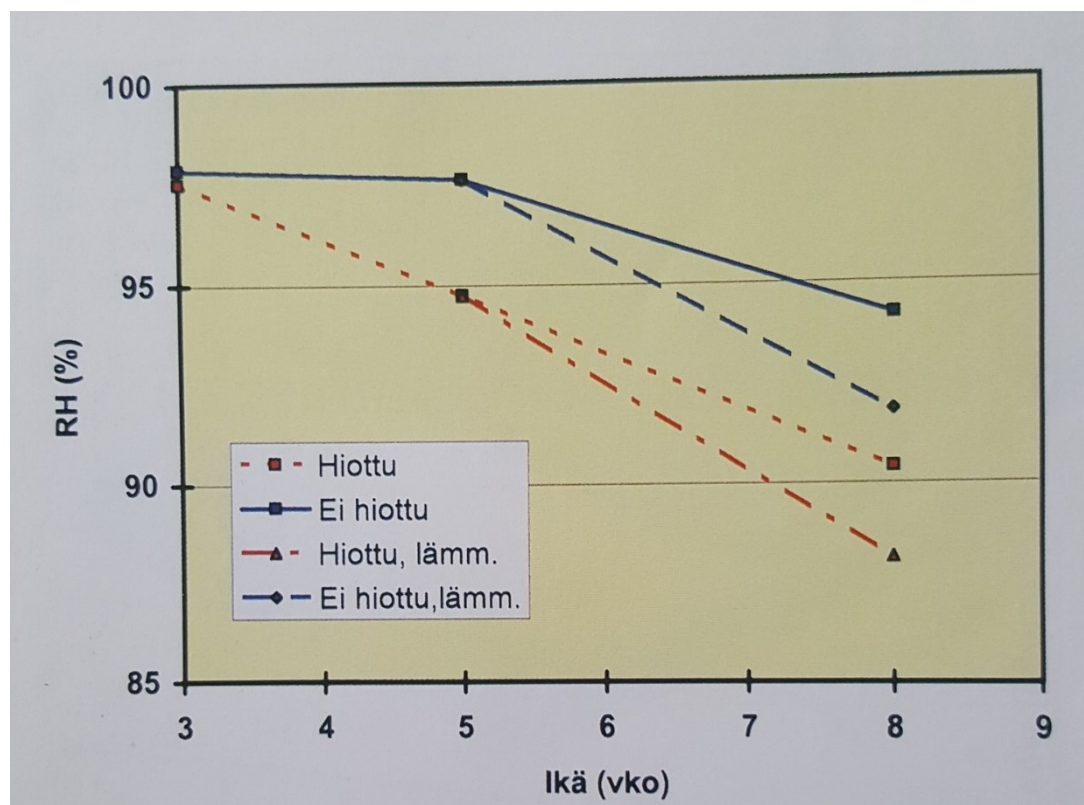
Valetun betonilattian jälkihoito on oikeiden kosteus- ja lämpötilaolosuhteiden varmistamista, sekä betonin suojaamista ulkoisilta rasituksilta, kuten jäätymiseltä. Jälkihoidon ensisijaisena tarkoituksena on estää betonipinnan liian aikainen ja nopea kuivuminen. (Suomen Betoniyhdistys ry 2014, 167)

C-talon kylpyhuoneet ovat lattiapinta-alaltaan keskimäärin n. 8.5 m². Kylpyhuoneiden seinät olivat paikalleen asennettuina ennen valutöiden aloittamista. Valettavat lattiat olivat paksuudeltaan n. 270mm, jolloin yhteen kylpyhuoneeseen valettavan massan määrä oli noin 2,3m³.

Suhteellisen suuri betonimäärä pieneen suljettuun tilaan valettuna aiheuttaa riittävän kosteuden tilaan. Lisävettä tai muovipinnoituksia ei näin ollen tarvittu. Toisaalta tilan pinta-alan pienuuden vuoksi jäisivät mahdolliset muodonmuutoksetkin minimaalisiksi. Mikäli halkeamia kuitenkin esiintyisi, tulisivat ne korjatuksi tasoitteella lattiakaatojen tarkistuksen yhteydessä.

6.2.3 Pinnan hionta ja siisteys

Valun yhteydessä lattian pintaan nousee vettä ja sementtiä. Veden ja sementin seos muodostaa pinnalle sementtiliiman. Kuivuessaan sementtiliima muodostaa tiiviin, kiiltävän pinnan. Sementtiliima estää betonilattian tehokkaasti kuivumisen, sillä kosteus ei pääse nousemaan tiiviin pinnan läpi tehokkaasti. Hionnan vaikutus kuivumiseen on selkeästi havaittavissa alla olevassa kuvassa. Kuva 9.



Kuva 9. Hionnan ja lankalämmityksen vaikutus lattiabetonin K30 kuivumiseen kylpyhuoneen kaatolattioissa. Lämmitys oli päällä 11 vuorokautta valun ollessa 3,5 – 5 viikon ikäinen. (Lumme & Merikallio 1997, 20)

Pinnat hiottiin muutama päivä valun jälkeen auki. Hiomisen jälkeen pinnat imuroitiin huolellisesti. Kuivattavien lattioiden tulee olla myös siistit, sillä kaikenlainen lika ja pöly tukkivat lattian pinnan haitaten betonista haihtuvan kosteuden siirtymistä huoneilmaan. Varastonakaan ei kuivattavia lattioita kannata pitää. Jos kostealla lattialla pidetään esimerkiksi laattapakketteja, estyy kosteuden siirtyminen näiltä alueilta ja kuivuminen hidastuu.

6.2.4 Adsorptiokuivaimet

Kohteen kuivatuskalustoksi valittiin adsorptiokuivaimet. C-talon jokaiseen asuntoon asennettiin Corroventa CTR 300XT kuivainlaite. Kuva 10. Laitteet asennettiin asuntojen alakertaan. Laitteiden poistoletkut asennettiin niin, että ne kuljettivat kostean poistoilman hallitusti pois asunnosta. Poistoletkun läpiviennit tiivistettiin huolellisesti.



Kuva 10. Adsorptiokuivain Corroventa CTR300XT kuivattavassa tilassa

Adsorptiokuivain Corroventa CTR300XT tuottaa 300m³ kuivaa ilmaa tunnissa. Kuivatuksen ollessa tehokasta, huoneilman tulisi vaihtua koneen läpi 1-2 kertaa tunnissa. C-talon huoneistojen keskikoko on n. 94m². Huonekorkeuden ollessa 2,5m, keskimääräinen tilavuus on 235m³. Huoneistojen ilma vaihtui kuivatuksen aikana 1,3 kertaa tunnissa.

Adsorptiokuivaimet olivat varsin varmatoimisia ja huoltovapaita. Ainoastaan oli huolehdittava että laitteet olivat varmasti päällä koko ajan koska työmaalla tapahtuu usein sähkökatkoja. Poistoilmaputkiin kertyi ajoittain huomattavan paljon vettä. Esimerkiksi tasoitetöiden yhteydessä poisto-putkia joutui tyhjentämään useammin, koska tasoitetyöt aiheuttivat selvän kosteuspiikin kuivattaviin tiloihin.

6.3 Olosuhteiden seuranta

Työmaalle hankittiin olosuhteiden seurantaan varten olosuhdemittari. Mittarilla pystyi mittaamaan kuivattavan huonetilan lämpötilaa ja kosteutta. Kuva 11. Mittari asetettiin mitattavaan tilaan ja annettiin sen tasaantua. Kun lukemat eivät enää muuttuneet, voitiin mittarin olettaa tasaantuneen.



Kuva 11. Sefimex SF-920 Lämpötila/kosteusmittari mitattavan tilan lattialla

Mittarilla mitattiin muutaman päivän välein kaikkien kylpyhuoneiden olosuhteet. Tavoitteena oli pitää asunnon lämpötila 20 asteen yläpuolella ja kosteus 50 % RH alapuolella. Kuivuminen olisi näissä olosuhteissa riittävän tehokasta.

Jos olosuhteissa havaittiin merkittäviä poikkeamia, selvitettiin poikkeamaan johtaneet syyt. Selvimpiä eroja syntyi juuri tasoitettöiden yhteydessä. Tasoitteiden sekoittamisessa käytetään paljon vettä. Yhden asunnon tasoitamiseen kuluu enimmillään 100 litraa vettä, joka tasoitteen kuivuessa haihtuu huoneilmaan. Suurin osa kosteudesta saatiin poistumaan nopeasti läpivedolla. Kun tasoitetyöt olivat asunnossa valmiit, avattiin asunnon ikkunoita ja ovia niin että asuntoon syntyi läpiveto. Näin suuri osa kosteudesta saatiin pian ulos jolloin normaali kuivattaminen saatiin taas käyntiin.

Osastoinnin ongelmana olivat ajoittain auki olevat vetoketjuovet. Asunnoissa tehtävät sisävalmistustyöt johtivat siihen, että ovet olivat päivisin usein auki. Asuntojen lämpötila nousi ajoittain niin lämpimäksi, että siellä työskentelevä henkilö aukaisi vetoketjuoven viilennykseksi. Ovet kuitenkin tarkistettiin aina yöksi kiinni niin, että ainakin öisin ja viikonloppuisin kuivattaminen oli tehokasta.

6.4 **Kosteusmittaukset**

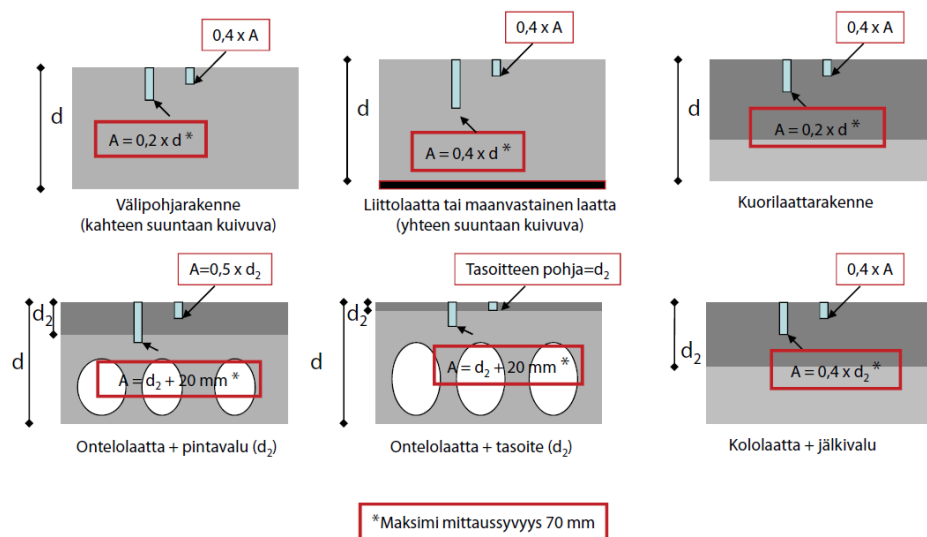
Ennen betonirakenteiden päällystämistä tulee varmistua betonirakenteen kosteudesta. Pinnoitteilla on erilaisia vaatimuksia alusrakenteen kosteudelle. Betonin kosteuspitoisuuden mittaamiselle on olemassa useita erilaisia menetelmiä. Pinnoitustyön kannalta oleellista on mitata betonirakenteen huokosten ilmatilan suhteellinen kosteus, eli se kosteus mikä rakenteen käyttöolosuhteissa voi liikkua ja aiheuttaa vaurioita. (Lumme & Merikallio 1997, 22)

Kosteusmittaukset toteutettiin porareikämenetelmällä. Jokainen valettu lattia valokuvattiin juuri ennen valua ja kuvaan merkittiin sijainti. Kuva 12.



Kuva 12. Asunto C 6:n kylpyhuone ennen valua

Valokuvasta pystyi haarukoimaan turvallisen paikan porata kosteusmittausreiät. Porareikämittauksessa lattiaan porataan 16mm reiät. Reiät porataan syvyyteen, joka määräytyy rakenteen tyyppin ja paksuuden mukaan. Kuva 13.



Kuva 13. Mittaussyvyudet eri rakenneratkaisuilla rakennepaksuuksista riippuen. Jos päällysteen vesihöyrynläpäisevyys ei ole tarkasti tiedossa, verratetaan syvyyden A mittaustulosta päällysteen/pinnoitteen kriittiseen kosteusarvoon. Jos ontelolaatan päälle valetun pintabetonilaatan paksuus on 60 mm tai suurempi, tulee kosteuspitoisuus mitata lisäksi arviointisyvyyden A yläpuolella syvyydellä $0,4 \times A$, jossa RH:n tulee yleensä olla alle 75 %. (RT 14-10984 2010, 14)

Reikään asetetaan kosteusmittausta varten muoviputket, jotka tiivistetään mitattavaan rakenteeseen kitillä. Putkien annetaan tasaantua yleensä muutama vuorokausi. Tasaantumisen jälkeen putkissa vallitseva kosteus mitataan.

7 TULOKSET

Kokonaisuutena C-talon lattiavalut onnistuivat hyvin. Yhteistyö urakoitsijoiden välillä toimi moitteettomasti. Myöhästyneiden viemäriasennusten jälkeen työt pysyivät hyvin aikataulussa. Lattiaurakoitsija teki onnistuneesti myös lattiakaadot ja jälkityöt jäivät melko vähäisiksi.

7.1 Aikataulun toteutuminen

Alkuperäisen yleisaikataulun mukaan C-talon kylpyhuoneiden viemäriasennukset olisi pitänyt aloittaa heti väliohjan ontelolaattojen ja kuorilaattojen asennuksen jälkeen. Tarkoituksena oli valaa lattiat heti kun vesikatto olisi vettä pitävä elokuun lopulla. Lattioiden laatoitustyöt oli suunniteltu alkavaksi helmikuun lopulla. Kuivumiselle oli jäänyt aikaa n. 24 viikkoa, joka oletettavasti olisi riittänyt normaalilla lattiabetonilla valettujen lattioiden kuivumiseen hyvissä olosuhteissa.

C-talon kylpyhuoneiden valuvalmistelut päästiin kuitenkin aloittamaan 2kk myöhässä verrattuna aikaisemmin laadittuun yleisaikatauluun. Lattioiden kuivumiselle oli enää 4 kk aikaa. Lattiat päätettiin valaa nopeasti pinnoitetavalla lattiabetonilla, joka mahdollistaisi nopeamman kuivumisen.

Suurin osa latioista todettiin kuivaksi 10.2.2017 (Liite 2) suoritettussa po-rareikämittauksessa. Viimeisetkin lattiat alittivat 90 %:n suhteellisen kosteuden 14.2.2017 tehdyssä mittauksessa. Lattiat olivat kuivuneet tässä vaiheessa 15 viikkoa. Osa latioista olisi varmasti ollut aiemminkin kuivia, sillä 10.2 tehdyssä mittauksessa havaittiin jopa 82 %:n suhteelliseen kosteuteen kuivunut lattia. Työvaiheen kannalta oli kuitenkin tärkeää että kaikki lattiat olivat pinnoituskuivia. Kymmenen asunnon laatoitustyöt olivat suhteellisen lyhytkestoinen työvaihe, joten oli syytä tehdä kaikkien asuntojen laatoitustyöt järjestyksessä koko taloon kerrallaan. Kuivumisnopeudeksi muodostui 1,8 cm/viikko. Vesieristystyöt pääsivät alkamaan suunnitellussa aikataulussa viikolla 8.

7.2 Kuivattamisesta aiheutuneet kustannukset

LVV urakoitsijan aikatauluviiveen vuoksi syntyneitä ylimääräisiä kustannuksia muodostui lähinnä kuivauslaitteistoon ja betonimassaan liittyen. Laskelmassa on käytetty Ramirentin ja Ruskon betonin ohjehinnastoa, eikä yrityskohtaisia alennuksia ole huomioitu. Laskelman tarkoituksena on osoittaa aikatauluviiveestä johtuneiden kustannusten suuruusluokka.

Betonimassa:

NP-massan lisähinta	38,63 €/m ³ alv 0%
Pumpattu määrä	34,5 m ³
Yhteensä	1 333 € alv 0%

Kuivauslaitteisto:

Corroventa CTR 300 XT	953,86 €/kk alv 0%
Laitteiden määrä	10 kpl
Käyttöaika	3 kk
Yhteensä	28 616 € alv 0%

Laitteiden sähkönkulutus:

Laitteiden sähkönkulutus	1 kWh
Laitteiden määrä	10 kpl
Käyttöaika	3 kk
Sähkön hinta	10,89 snt/kWh
Yhteensä	2 431 € alv 0%

Työtunnit:

Laitteiden asentaminen	8 h
Laitteiden ylläpito	2 h/viikko
Ylläpitoaika	15 viikkoa

Laitteiden purku ja palautus	8 h
Tuntihinta	35 €/h alv 0%
Yhteensä	1 610 € alv 0%

Kaikki kustannukset yhteensä: 33 990 € alv 0%

Kuivattamisesta aiheutuneet kustannukset olivat ylimääräisiä kustannuksia, joita ei olisi syntynyt ilman aikatauluviivettä. Kustannukset kohdistettiin LVV-urakoitsijalle loppuselvityksen yhteydessä.

8 PÄÄTELMÄT

Työlle asetettu tavoite, kuivattaa C-talon kylpyhuoneiden lattiavalut pinnoituskuiviksi kireällä aikataululla saavutettiin.

Lattioiden kuivuminen ajoittui talviaikaan, eli parhaimpaan vuodenaikaan ajatellen kuivumisolosuhteita. Työmaalla aiemmin syntyneet aikatauluviiheet aiheuttivat kuitenkin sen, että minkäänlaista aikataulun venymistä ei voitu enää sallia. Oli varmistettava että kuivumisolosuhteet olisivat mahdollisimman optimaaliset koko kuivumisen ajan. Olosuhteiden varmistamiseksi, melko kalliiden adsorptiokuivaimien käyttö oli perusteltua.

Mikäli kuivumisajanjakso sijoittuisi kesäaikaan, kuivaimien käyttö korostuisi. Lämmin ja kostea kesäilma aiheuttaisi sen, että sisälämpötilaa ei pystyttäisi nostamaan riittävästi ilman suhteellisen kosteuden pienentämiseksi. Tällöin kosteus pitäisi erotella ja johtaa hallitusti pois kuivatettava tilasta niin, että sisäilman suhteellinen kosteus asettuisi 50 %:n tuntumaan.

Työssä jäi kireän aikataulun vuoksi vertailematta, kuinka nopeasti lattiat olisivat kuivuneet ilman adsorptio-kuivaimia. Vertailu olisi järkevää suorittaa samassa kohteessa yhtäaikaisesti valetuilla lattioilla. Tällä tavoin toteutetussa vertailussa, ulkoilman vaikutus kuivattaviin lattioihin olisi identtiset molemmissa tapauksissa. Näin vertailemalla saataisiin selkeä tulos, kuinka paljon adsorptiokuivain todellisuudessa nopeuttaa betonilattian kuivumista. Tässä kohteessa tämän kaltainen vertailu ei kuitenkaan ollut aikataulun puitteissa mahdollista.

C-talon betonilattioissa saavutettiin kuivumisnopeus 1,8 cm/viikko. Ottaen huomioon osittain molempiin suuntiin kuivuvan rakenteen ja betonivalun paksuuden 270mm, tulosta voi pitää varsin hyvänä. Työlle asetettu tavoite saavutettiin ja lattiavalujen jälkeiset työvaiheet pääsivät alkamaan suunnitellusti ja kohde saatiin valmiiksi hallitusti.

LÄHTEET

Betoniteollisuus r.y (n.d.). Betonin kosteuden hallinta. Haettu 24.10.2017 osoitteesta <http://www.valmisbetoni.fi/toteutus/kosteudenhallinta>

Ilmatieteenlaitos (n.d.). Sääsuureiden keskimääräiset arvot. Haettu 26.5.2017 osoitteesta http://ilmatieteenlaitos.fi/c/document_library/get_file?uuid=ea179863-8219-4945-b62b-8ce0bea041da&groupId=30106

Jatke Oy (n.d.). Konserni numeroina. Haettu 7.11.2017 osoitteesta <http://www.jatke.fi/jatke-konserni/konserni-numeroina/>

Lumme, P & Merikallio, T (1997). *Betonin kosteuden hallinta*. Helsinki, Suomen Betonitieto Oy.

Ramirent Finland Oy (n.d.). CTR-300 XT adsorptiokuivaimen käyttöohje. Haettu 10.11.2016 osoitteesta http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/product_attachments/K%C3%A4ytt%C3%B6ohje%20Adsorptiokuivaaja%20CTR%20300XT.pdf

RT 14-10984 (2010). *Betonin suhteellisen kosteuden mittaus*. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 24.10.2017 osoitteesta <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/103082.html.stx>

Rudus Oy (n.d.). Nopeammin päällystettävät NP-lattiabetonit. Haettu 26.6.2017 osoitteesta www.rudus.fi/Download/.../Nopeammin%20päällystettävät%20NP-lattiabetonit.pdf

Shöck Bauteile GmbH (2015). Rakennusfysiikan käsikirja. Opas on laadittu yhteistyössä Teknologian tutkimuskeskus VTT: kanssa. Haettu 12.6.2017 osoitteesta <http://www.schoeck.fi/upload/files/download/Kylmaesilta-opas%5B6079%5D.pdf>

Shönox (n.d.). Shönox HA tuotetiedot. Haettu 25.5.2017 osoitteesta <https://www.schonox.com/fi/tuotteet/?pc=235&p=1561>

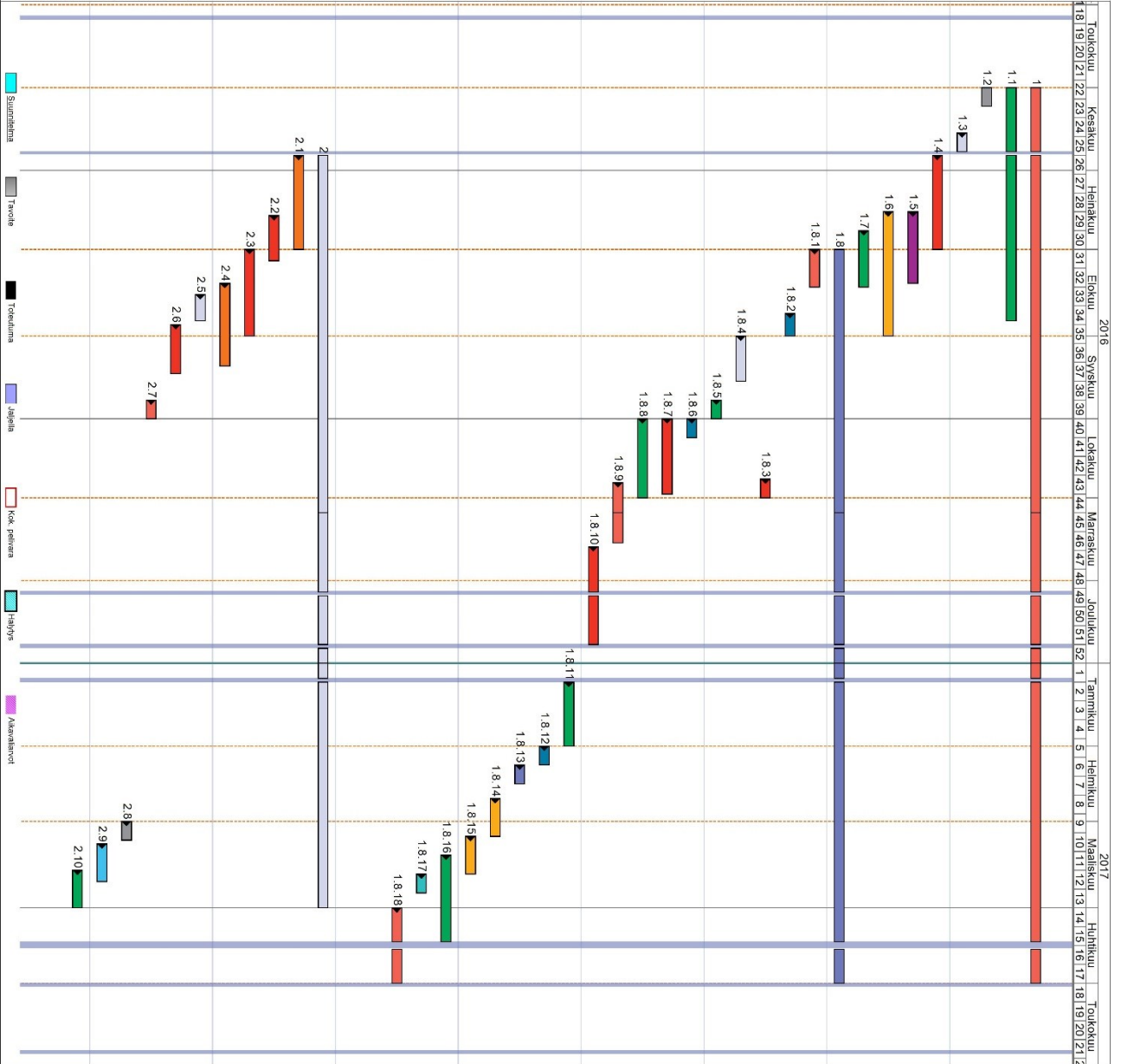
Sisäilmayhdistys (2008). Kosteuden siirtyminen rakenteessa. Haettu 26.5.2017 osoitteesta <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuden-siirtyminen>

Suomen Betoniyhdistys r.y. (2014) Betonilattiat 2014 by 45 BLY 7. Helsinki, BY-Koulutus Oy.

Liite 1

KOHTEEN YLEISAIKATAULU

Hier	Nimi	Kesto	Aik. alk.	Toukokuu	Kesäkuu	Heinäkuu	Elokuu	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu	Tammikuu	Helmi- kuu	Maalis- kuu	Huhtikuu	Toukokuu	
2	-1 TALO C	232 pv	01.06.16														
3	1.1 Maanrakennus	61 pv	01.06.16	1													
4	1.2 Päällus	5 pv	01.06.16	1.1													
5	1.3 Perustus Sis, sokkeilit / alapohjan	5 pv	17.06.16	1.2													
6	1.4 Runko	25 pv	27.06.16	1.3													
7	1.5 Vesikatto	19 pv	18.07.16	1.4													
8	1.6 Juuksivut	33 pv	18.07.16	1.5													
9	1.7 Ikkuna asennus	15 pv	25.07.16	1.6													
10	-1.8 Sisävalmistus	190 pv	01.08.16	1.7													
11	1.8.1 Kph Acot	10 pv	01.08.16	1.8													
12	1.8.2 Kaatolattiat SUUNNITELTU	6 pv	24.08.16	1.8.1													
13	1.8.3 Kaatolattiat TOTEUTUNUT	5 pv	25.10.16	1.8.2													
14	1.8.4 Kipsivalseinät / alakatot	12 pv	01.09.16	1.8.3													
15	1.8.5 Laatoitus seinät	5 pv	26.09.16	1.8.4													
16	1.8.6 Päällus	5 pv	03.10.16	1.8.5													
17	1.8.7 Saunat ja Paneelikatot	20 pv	03.10.16	1.8.6													
18	1.8.8 Phaiytot	21 pv	03.10.16	1.8.7													
19	1.8.9 Tasoite ja Maalausyö	16 pv	26.10.16	1.8.8													
20	1.8.10 Kaluste asennus	25 pv	18.11.16	1.8.9													
21	1.8.11 Parikkasennus	17 pv	09.01.17	1.8.10													
22	1.8.12 Vahvosenennus	5 pv	01.02.17	1.8.11													
23	1.8.13 Lisätoimitus	5 pv	08.02.17	1.8.12													
24	1.8.14 Laatoitus lattiat	10 pv	21.02.17	1.8.13													
25	1.8.15 Märkätilakalusteet	10 pv	07.03.17	1.8.14													
26	1.8.16 Viimeistely	23 pv	14.03.17	1.8.15													
27	1.8.17 Varustus	5 pv	21.03.17	1.8.16													
28	1.8.18 Loppusivous	18 pv	03.04.17	1.8.17													
31	-2 Talo C Talotekniikka	197 pv	27.06.16														
32	2.1 Sähkö runko	25 pv	27.06.16	2													
33	2.2 Lämpölinjat	12 pv	19.07.16	2.1													
34	2.3 IV-Hajotukset	23 pv	01.08.16	2.2													
35	2.4 Vesijohtot väliseinät	22 pv	12.08.16	2.3													
36	2.5 Viemäri hajotukset	7 pv	17.08.16	2.4													
37	2.6 Sähkö väliseinät ja alakatot	13 pv	29.08.16	2.5													
38	2.7 Lämpö päällä	5 pv	26.09.16	2.6													
39	2.8 IV-kalustus	5 pv	01.03.17	2.7													
40	2.9 Sähkö kalustus	10 pv	09.03.17	2.8													
41	2.10 Vesi ja viemäri kalustus	10 pv	20.03.17	2.9													



C-TALON KOSTEUSMITTAUSRAPORTIN YHTEENVETO

Liite 2, 1/2

*Mittausmenetelmä P = Porareikä, N = Näytepala)

Pvm	Mittaus-piste	Sijainti	Syvyys (cm)	Suhteellinen		Lämpötila (°C)	Menetelmä (P tai N)*	Kommentit
				kosteus	(RH-%)			
7.2.2017	C10 reunaVH4	Vaatehuoneen lattia	4,0	77,1		23,1	p	
7.2.2017	C10 reuna VHM	Vaatehuoneen lattia	2,8	59,6		23,3	p	
7.2.2017	C2 reunavh4	Vaatehuoneen lattia	4,0	73,7		20,4	p	
7.2.2017	C2 reunavhm	Vaatehuoneen lattia	2,8	67,4		20,4	p	
7.2.2017	C10 KHL/aula	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	88,9		22,9	p	
14.2.2017	C10 KH1 kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	84,2		24,3	p	
14.2.2017	C10 KH2 kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	88,6		24,0	p	
14.2.2017	C9 KH1 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	89,2		20,3	p	
10.2.2017	C9 KH2 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	89,0		23,0	p	
10.2.2017	C8 KH1 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	86,8		16,3	p	
10.2.2017	C8 KH2 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	87,5		24,5	p	
10.2.2017	C7 KH1 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	88,3		15,0	p	
10.2.2017	C7 KH2 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	87,7		24,3	p	
14.2.2017	C6 KH1 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	86,6		15,0	p	
10.2.2017	C6 KH2 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	89,3		24,4	p	
10.2.2017	C5 KH1 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	89,9		15,0	p	
10.2.2017	C5 KH2 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	88,1		24,5	p	
10.2.2017	C4 KH1 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	84,3		18,9	p	
10.2.2017	C4 KH2 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	83,3		24,9	p	
3.3.2017	C3 KH1 kynnyks2	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	87,0		17,0	p	
10.2.2017	C3 KH2 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	87,4		23,7	p	
14.2.2017	C2 KH1 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	89,3		24,7	p	
10.2.2017	C2 KH2 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	88,4		20,3	p	
10.2.2017	C1 KH1 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 1krs	7,0	82,0		16,7	p	
14.2.2017	C1 KH2 Kynnyks	Kylpyhuoneen kynnyks 2krs	7,0	89,5		23,9	p	
14.2.2017	C10 KH1S	Kylpyhuoneen seinä 1krs.	4,0	72,4		20,7	p	
10.2.2017	C10 KH2S	Kylpyhuoneen seinä 2 krs.	4,0	72,9		21,2	p	
14.2.2017	C6 KH1S	Kylpyhuoneen seinä 1krs.	4,0	83,6		17,2	p	
10.2.2017	C6 KH2S	Kylpyhuoneen seinä 2 krs.	4,0	74,0		23,4	p	
10.2.2017	C1 KH1S	Kylpyhuoneen seinä 1krs.	4,0	75,1		15,2	p	
10.2.2017	C1 KH2S	Kylpyhuoneen seinä 2 krs.	4,0	74,5		22,5	p	
10.2.2017	C10 MH1L	Makuuhuoneen lattia 1krs	4,0	71,0		16,9	p	
10.2.2017	C10 MH2L	Makuuhuoneen lattia 2krs	4,0	76,0		22,1	p	
10.2.2017	C10 aulaL 4cm	Yläkerran aulan lattia kuorilaatan kohta	4,0	80,8		21,9	p	
10.2.2017	C6 MH1L	Makuuhuoneen lattia 1krs	4,0	64,1		16,3	p	
10.2.2017	C6 MH2L	Makuuhuoneen lattia 2krs	4,0	68,4		24,4	p	
10.2.2017	C6 AulaL 4cm	Yläkerran aulan lattia kuorilaatan kohta	4,0	77,2		24,4	p	
10.2.2017	C1 MH1L	Makuuhuoneen lattia 1krs	4,0	57,5		20,8	p	

10.2.2017	C1 MH2L	Makuuhuoneen lattia 2krs	4,0	66,9	23,5	p	
10.2.2017	C1 AulaL 4cm	Yläkerran aulan lattia kuorilaatan kohta	4,0	59,3	24,0	p	

Mahdolliset kommentit päällystettävyydestä ovat mittaajan suosituksia, lopullisen päätöksen tekee tilaaja. Tavoite päällystämiseksi on yleensä alle 85 tai 90 RH-% arviointisyvyydellä, ja alle 75 RH-% lähempänä pintaa. Arvot riippuvat kuitenkin pinnoitusmateriaalista ja materiaalitoimittajalla onkin usein omat suositusarvonsa. Porareikämittauksissa tulee huomioida betonin lämpötilan aiheuttama virhemahdollisuus (ks. Tietoa kosteusmittauksista).

Saatujen tietojen mukaan tavoite päällystämiseksi on alle 90 RH-%, 85 RH-% tai 75 RH-%, joka alitettiin yhteenvedossa mainituissa mittauspisteissä.