

Jaakko Siltala

## **BETONIN KUIVUMINEN PAIKALLAVALURAKENTEES**

# **BETONIN KUIVUMINEN PAIKALLAVALURAKENTEES**

Jaakko Siltala  
Opinnäytetyö  
Kevät 2016  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikka, talonrakennus/tuotanto

---

Tekijä: Jaakko Siltala  
Opinnäytetyön nimi: Betonin kuivuminen paikallavalurakenteessa  
Työn ohjaaja: Seppo Perälä  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016 Sivumäärä: 24 + 8 liitettä

---

Betonin kuivumiseen vaikuttavat monet tekijät, kuten ilmasto-olosuhteet, massan rakenne ja pintojen hiominen. Kuivumisajat ovat työmailla yleensä isossa roolissa työvaiheiden tahdistavana tekijänä, minkä vuoksi kuivumisen nopeuttamiseen halutaan ratkaisuja.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Oulun Rakennusteho Oy:n valmistaman, paikallavaletun betonirakenteen kuivumista pinnoitusvaiheeseen asti. Tarkoituksena oli löytää betonin kuivumista nopeuttavia tekijöitä ja hyödyntää tuloksia sitten tulevilla paikallavalukohteissa.

Betonin kosteustutkimuksia tehtiin Oulun Linnanmaalla sijaitsevalla 4 kerrosta kattavalla kerrostalotyömaalla. Kohteessa oli kokonaisuudessaan paikallavalettu runko. Tutkiminen ja havainnointi työssä sijoituivat ajalle 15.10.2015 - 31.3.2016. Ilmasto-olosuhteita ja betonin kuivumiseen vaikuttavia tekijöitä seurattiin pääasiassa paikallavaletuissa välipohjissa ja väliseinissä.

Työssä tutustuttiin aluksi betonin rakenteeseen ja ominaisuuksiin sekä kosteuden kehitykseen. Työmaalla pyrittiin suunnittelemaan työvaiheet, materiaalivalinnat ja kosteudenhallinta siten, että betoni pääsee kuivumaan mahdollisimman pian.

Opinnäytetyössä saatiin mitattua kerrostalokohteesta kunkin rakenteen kuivumisaikoja kuivumisolosuhteet huomioiden. Työssä havaittiin, että massiivisten betonirakenteiden kuivumista voitaisiin edistää muun muassa estämällä ulkoa tulevan veden pääsyn kerrokseen, hiomalla betonin liima-aines ja lisäämällä lämmityksen kerrokseen mahdollisimman nopeasti.

---

Asiasanat: betonin kuivuminen, kosteusmittaukset, paikallavalu

# ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Civil Engineering, Production Engineering

---

Author(s): Jaakko Siltala

Title of thesis: Concrete Drying of the Cast-in-situ

Supervisor(s): Seppo Perälä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016 Pages: 24 + 8  
appendices

---

There are many things that effect the drying of concrete like weather conditions, structure of the mass and grinding surfaces. At the worksites the drying time of the concrete has a big role in the stages of a synchronizing factor. That is why solutions are needed to speed up the drying process.

The goal of the thesis was to study the drying of a cast-in-situ concrete structure till the coating stage. The purpose was to make use of the obtained observations and results in future targets.

The subscriber of the thesis was the building company Oulun Rakennusteho Oy and the study was done at a construction site of a four-storey apartment building in Linnanmaa. The target has a location casted frame. During the construction process the weather conditions and other factors related to the drying of concrete were monitored. Mainly the drying and development of concrete were studied in the intermediate floors and partition walls. The goal was to find factors that speed up the drying process which could be observed in future location casting targets.

First the concrete structures and the developement of moisture were studied. After that the contributing factors of the structures and properties for example the frame material and the cement ratio. At the worksite the goal was to plan the work phases, choose the materials and control the water from the outside so the drying would happen as quickly as possible.

Taken into account the drying conditions the drying times of the structures were measured. In the thesis things that impact on the drying of concrete structures and things that should be taken into account in future targets were also presented. Future problems that should be considered is how to prevent the access of out coming water in to the floor, concrete adhesive material grinding and getting the heating on as quickly as possible.

---

Keywords: Drying of the concrete, Moisture measurements, Location cast

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	
1 JOHDANTO	6
2 BETONIN RAKENNE JA KOSTEUSMITTAUS MENETELMÄT	7
2.1 Betonin rakenne	7
2.2 Betonin jälkihoito	7
2.3 Eri betonilaadut ja niiden ominaisuudet	9
2.4 Betonin kosteus ja sen mittaaminen	10
2.4.1 Betonin rakennekosteus	10
2.4.2 Pintakosteudenosoittimet	11
2.4.3 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä	11
2.4.4 Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen näytepalamenetelmällä	12
3 BETONIN KUIVUMISEN TUTKIMINEN TYÖMAALLA	14
3.1 Olosuhteiden seuraaminen työmaalla	14
3.2 Työmaalla käytetty betoni	16
3.3 Betonirakenteen kosteusmittaukset	16
3.4 Kosteusmittaus taulukot ja ilmasto-olosuhteen vertailut	18
4 BETONIN KUIVUMISEN TULOKSET JA PÄÄTELMÄT	19
4.1 Kuivumisajat	19
4.2 Työssä havaitut betonin kuivumista edistävät tekijät	20
5 YHTEENVETO	22
LÄHTEET	23
LIITTEET	
Liite 1 Sisäilmaolosuhteet	
Liite 2 Ulkoilmaolosuhteet	
Liite 3 Betonirakenteiden kuivuminen aikajärjestyksessä	

# 1 JOHDANTO

Betonin kuivuminen on etenkin suurissa paikallavalukohteissa usein työmaan edistymisen kannalta määräävin työvaihe. Kuivumisaika on osattava ottaa huomioon aikataulussa tahdistavana työvaiheena siten, että sille on varattu riittävästi aikaa. Betonin rakennekosteus ja kuivuminen on jatkuvasti merkittävämmässä osassa työmailla, koska se vaikuttaa aikatauluun ja tämän seurauksena myös työmaan kustannuksiin.

Opinnäytetyön tavoitteena on tutkia tilaajana toimivan Oulun Rakennusteho Oy:n paikallavalukohteen rakenteiden kuivumisaikoja ja siihen vaikuttavia olosuhteita. Tavoitteena on, että työssä saatua tietoa voitaisiin käyttää tulevilla kohteilla hyödyksi pyrittäessä edistämään betonin kuivumista. Lähtökohtana työssä ovat tilaajan käyttämä betonimassa ja työmaa-aikataulu. Oman haasteensa työssä tuovat talviolosuhteet, sillä seuranta tehtiin lokakuusta 2015 maaliskuuhun 2016.

Työssä keskitytään tutkimaan paikallavalettujen välipohjien ja väliseinien betonirakenteen kosteudenkehitystä, kosteuteen vaikuttavia tekijöitä, kuivumisaikaa sekä kuivumista edistäviä menetelmiä. Lisäksi käydään läpi kosteuden käyttäytymistä betonissa, erilaisia kosteuden mittaamismenetelmiä, betonin rakennetta, erilaisia markkinoilla olevia massavaihtoehtoja ja betonin jälkihoitoa. Sen jälkeen perehdytään talvella käynnissä olleesta paikallavalukohteesta tehtyihin betonirakenteen tutkimuksiin ja mittauksiin. Lopuksi työssä pohditaan, millä tavalla kosteuden kehitykseen on varauduttu ja olisiko näistä joissakin asioissa mahdollisesti parannettavaa.

## **2 BETONIN RAKENNE JA KOSTEUSMITTAUS MENETELMÄT**

### **2.1 Betonin rakenne**

Betonin sideaine on sementti, jonka raaka-aineina ovat kalkki, kvartsi ja savi. Sementti on betonin tärkein osa-aine, jonka määrä on betonista riippuen 200-400 kg/m<sup>3</sup>. (Mitä betonin valmistuksessa tapahtuu. 2015.)

Runkoaineena betonissa käytetään pääasiassa kiviainesta (0,02 - 32 mm), mutta joskus voidaan käyttää myös murskattua betonia. Runkoaine valitaan yleensä työstettävyyden ja valukohteen mukaan. Esimerkiksi kantavissa anturoissa voidaan käyttää 32 mm:n raekokoa, kun taas hierrettävissä lattiamassoissa yleensä 8 mm:n raekokoa. Suuremmalla runkoaineksella saadaan vähennettyä myös betonin kutistumista, koska suuremmalla runkoaineksella saavutetaan tarvittava lujuus vähemmällä sementtimäärällä. (Komonen 2015, 429–430.)

Betonin valmistuksessa on käytettävä juomavedeksi kelpaavaa vettä. Suo- tai järvivesi eivät kelpaa betonissa käytettäväksi vedeksi, koska se sisältää humusaineita, jotka hidastavat betonin kovettumista. Erityisesti tulee välttää vettä, joka sisältää pieniäkin pitoisuuksia sokeria, koska se voi estää jopa kokonaan betonin kuivumisen. (Komonen 2015, 429–430.)

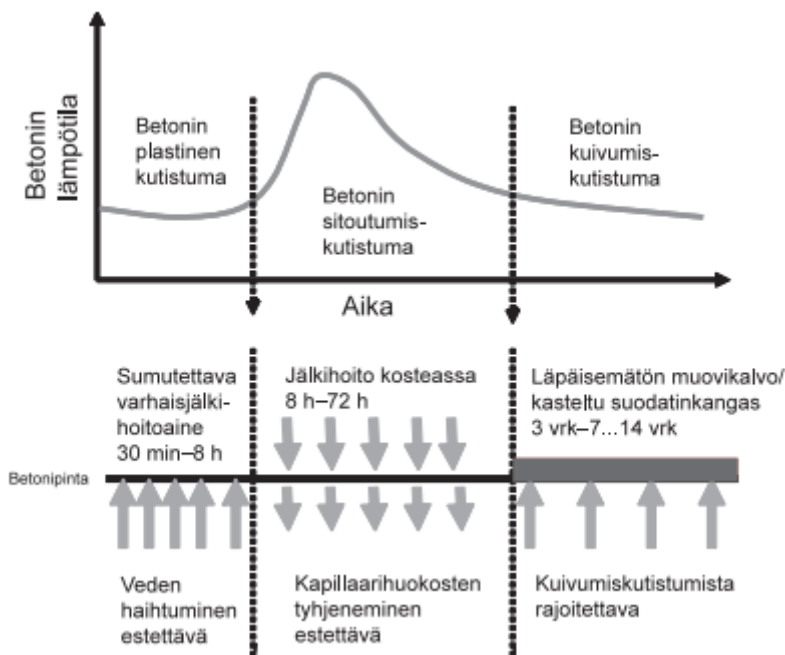
### **2.2 Betonin jälkihoito**

Tärkeimpiä vaiheita betonoinnissa on betonin jälkihoito. Jälkihoito jaetaan kahteen osa-alueeseen. Ensimmäinen vaihe on varhaisjälkihoito ja siihen saumattomasti liitetään varsinainen jälkihoito. Jälkihoidolla pyritään estämään betonin kovettuminen ja kuivuminen liian aikaisin, jotta betonin pinta ei halkeile eikä betoniin synny merkittäviä kosteus- ja lujuuseroja pinnan ja sisemmän rakenteen välille. (Komonen 2015, 402.)

Varhaisjälkihoito aloitetaan yleensä betonin vielä ollessa notkeaa. Varhainen jälkihoito ajoittuu siihen asti, kun betoni on sitoutunut. Tässä vaiheessa jälkihoitona käytetään pääsääntöisesti betonipinnan päälle sumutettavaa tarkoituksen mukaista jälkihoitoainetta. Ennen betonin sitoutumista tai kovettumista ei valun

pinnalle saa ruiskuttaa suoraan vettä eikä peitellä valua, koska tämä vaurioittaa betonin pintaa. Kyseistä jälkihoitoa jatketaan siihen saakka, kunnes betonin pinta hierretään kiinni. Puutteellinen varhaisjälkihoito asettaa suuremman vaaran betonin plastiselle kutistumiselle ja –halkeilulle (kuva 1). (Komonen 2015, 402.)

Varsinaisen jälkihoidon tulee alkaa viimeistään puoli tuntia betonin pinnan hieromisestä. Tässä jälkihoitovaiheessa voidaan suihkuttaa betonin pinnalle siihen tarkoitettua jälkihoitoainetta, kastella pelkällä vedellä, tai laittaa kasteltu suodatinkangas. Kun betonipinta saadaan tarpeeksi kosteaksi, se tulee peitellä esimerkiksi muovikalvoilla, jolloin pinta pysyy tarpeeksi kosteana eikä liiallista kuivumista ja kutistumista pääse tapahtumaan. Kyseistä jälkihoitoa jatketaan vähintään viikon ajan ja kastelua toistaa tarvittavin väliajoin. Betonin lämpötilan tulee koko jälkihoitovaiheen ajan olla vähintään +5 celsiusastetta (kuva 1). (Komonen 2015, 403.)



KUVA 1. Betonin jälkihoidon vaiheet ja kosteuden liikkeet (Komonen 2015)

## 2.3 Eri betonilaadut ja niiden ominaisuudet

Tavallisimmin talonrakennuksessa käytetty betoni on normaalisti kovettuva betonimassa. Normaalisti kovettuvaa voidaan käyttää rakenteisiin, joissa ei tarvita erikoisbetonilta vaadittavia ominaisuuksia esimerkiksi säätilan, kulutuksen tai kemiallisten aineiden suhteen. Käyttökohteina normaalille betonille ovat perustukset, seinät, lattiat, holvit ja pilarit, jotka ovat säältä suojassa. Lujuusarvona normaalille betonille voidaan käyttää K25-60. Maksimiräekokona käytetään yleisimpiä #8, #12, #16 ja #32. Notkeusluokkana tavanomaiset S1-S4 ja lujudenarvosteluikäinä 28 vuorokautta. (Rudus 2016.)

Säänkestävää rakennebetonia käytetään valuisissa, jotka voivat altistua sateelle ja pakkasrasitukselle. Valukohteita voivat olla esimerkiksi sokkelit, ajoluiskat ja ulkoportaat. Säänkestävään betoniin lisätään valmistusvaiheessa huokostinta, jolloin betoniin syntyy ilmahuokosia. Kun betoni märkänä ollessaan jäätyy, pääsee betonissa oleva kosteus huokosiin eikä halkaise betonirakennetta. Säänkestävässä betonissa vesi-sementtisuhde vaihtelee rasitusluokista johtuen, jolloin lujuusluokka määritetään yleensä säilyvyysvaatimusten mukaan. Lujuusluokka säänkestävällä betonilla vaihtelee yleisimmin K30-40. Säänkestävää betonia käytettäessä tulee työmaatekniikan osalta huomioida riittävän aikainen varhaisjälkihoito, koska veden erottuminen pintaan on rajoittunutta. Betonin säänkestävyyttä saattaa rajoittaa myös se, jos työmaalla sekoitetaan ja notkistetaan massaa pitkiä aikoja. (Rudus 2016.)

Muutaman vuoden on ollut markkinoilla NK-betonia eli nopeasti kuivuvaa betonia. Kyseinen betoni on suunniteltu kohteisiin, joissa pinnoitus töihin tulisi päästä mahdollisimman nopeasti, eikä normaali betoni tule kuivumisaikojen puolesta kysymykseen. Kohteissa, joissa NK-betonia on käytetty, on saavutettu riittävä kuivuus pinnoituksille noin puolessa siitä ajasta, kuin mitä normaalilla betonilla. NK-betoni on kehitetty uudentlaisesta notkistimien, huokostimien, sideaineiden ja kiviaineksen yhdistelmästä, josta vesi kovettumisvaiheessa pääsee haihtumaan tavallista nopeammin. NK-betonilla saadaan kuitenkin notkistimen avulla notkeaa, jolloin sillä on hyvä työstettävyys. (Haatainen 2012.)

Paljon käytettyä esimerkiksi talvibetonoinnissa on rapidbetoni, eli nopeasti kovettuva betoni. Nimensä betoni saa siinä käytettävästä rapidsementistä. Kyseinen betoni on talvibetonoinnissa suosittua, koska talvisin normaalilla betonilla saattaa olla vaarana betonin jäätyminen ennen sementin kovettumista. Rapidbetonilla ei ole kuitenkaan vaikutusta betonin kuivumisaikoihin vaan kuivuminen täytyy huomioida, kuten normaalille betonille. (Lattiamies, linkit Betoni -> Tietoa eri betonilaaduista -> Erikoisbetonit ja betonilaatujen lisäominaisuudet -> Nopeasti kovettuva rapidbetoni.)

## **2.4 Betonin kosteus ja sen mittaaminen**

Betonin kosteusmittauksia tehdään pääosin sellaisiin betonirakenteisiin, jotka päällystetään tai pinnoitetaan. Pinnoitettavan betonin tulee alittaa pinnoitusmateriaalin valmistajan ilmoittama kosteuden raja-arvo. Betonirakenteen kosteusmittauksessa tulee tuntea mittausmenetelmä ja toimia laitteen valmistajan antamien ohjeiden mukaan, jotta saadaan totuudenmukaisia tuloksia. Mittauslaitteet tulee myös olla kalibroitu vähintään valmistajan antamin aikaväleihin. Huolimattomasti tai väärin tehty mittaus antaa yleensä vääriä kosteusarvoja. Liian varhain pinnoitetun betonin takia voidaan myöhemmin joutua purkamaan laajastikin rakenteita kosteusvaurioiden takia. (Merikallio 2002, 5.)

Betonirakenteen kosteusmittareita ja mittausmenetelmiä on toimintatavoiltaan ja ominaisuuksiltaan hyvin erilaisia. Jokaisella mittarilla on käyttökohteet, joissa ne pääsevät oikeuksiinsa ja ovat tarkkoja. On olemassa hyvin erilaisia mittauspaikkoja ja olosuhteita, jossa kaikki mittalaitteet ja menetelmät eivät tule kysymykseen. Luvuissa 2.4.1 – 2.4.4 esitellään yleisemmät mittausmenetelmät ja niiden ominaisuudet. (Merikallio 2002, 5.)

### **2.4.1 Betonin rakennekosteus**

Vasta valetun betonin suhteellinen kosteus RH-% on noin 100 %. Betoni alkaa luovuttamaan kosteutta välittömästi valun jälkeen ympäröivään ilmaan. Kosteuden poistuminen riippuu paljolti ympäröivän ilman suhteellisesta kosteudesta, koska betonirakenne ei pysty luovuttamaan kosteutta alle ympäröivän ilman RH-% alapuolelle. (Niemi 2016, 419.)

Kosteuden haihtuminen betonista tapahtuu huokosverkostoa pitkin. Betonin huokosissa vesimolekyylit pääsevät nousemaan syvemmältä betonista kohti pintaa. Kosteuden kehittyessä betoniin muodostuu kosteusjakautuma, jolloin betoni on rakenteen sisältä kosteampaa kuin pinnasta. Kosteusjakautuma voi olla myös toisinpäin, että rakenne on sisältä kuivempaa kuin pinnasta. Tällainen ilmiö tapahtuu monesti pinnan tasoitusvaiheessa tai äkillisessä kastumisessa. (Niemi 2016, 419.)

#### **2.4.2 Pintakosteudenosoittimet**

Pintakosteudenosoittimilla pystytään tarkastelemaan rakenteen kosteutta vaurioittamatta rakenteen pintaa. Kyseisen laitteen toiminta perustuu siihen, että materiaalin kosteuden muuttuessa rakenteen sähköiset ominaisuudet muuttuvat. Useimmissa pintakosteudenosoittimissa on valmistajan valmiiksi asettamia sähköisiä asetuksia vastaamaan halutun materiaalin painoprosentteja. Pintakosteudenosoittimet on tarkoitettu käytettäväksi lähinnä suuntaa antavina, koska samasta paikasta mitattuna kahdella erilaisella pintakosteudenosoittimella voidaan saada toisistaan poikkeavia tuloksia. (Merikallio 2002, 6.)

Betonin kosteutta mitattaessa betonirakenteen koostumus vaikuttaa merkittävästi pintakosteudenosoittimen antamaan tulokseen. Rakenteen koostumukseen vaikuttavat vesi-sementtisuhde ja betonin lisäaineet, kuten huokostimet, notkistimet ja kiihdyttimet. Yleensä jos on suuri betonin sementtimäärä tai pieni vesi-sementtisuhde, niin sitä parempi sähkönjohtavuus betonissa on ja näin saadaan pintakosteudenosoittimella suurempia tuloksia. Betonirakenteen pinnassa olevat raudoitteet, sähköjohdot ja vesiputket voivat myös antaa harhaan johtavia tuloksia. Pintakosteudenosoittimet onkin tarkoitettu lähinnä tutkintaan, jossa halutaan etsiä rakenteesta kosteuspoikkeamia, esimerkiksi kosteissa tiloissa pintarakenteen alla olevia kosteusvaurioita. (Merikallio 2002, 6.)

#### **2.4.3 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus porareikämenetelmällä**

Suhteellisen kosteuden mittaaminen porareikämenetelmällä perustuu betoniin poratusta reiästä, josta mittapäiden avulla saadaan mitattua rakenteen suhteellinen kosteus. Mittareikiä porataan usein eri syvyyksiin, rakenteen paksuudesta

ja rakenneratkaisusta riippuen. Kosteusvauriotarkastelussa porausryvydet ovat aina tapauskohtaisia. Porareikämittauksessa mittapää asetetaan suojaputkessa porausreikään ja putki tiivistetään päältä huolellisesti tarkoituksen mukaisella kitillä. Mittapään tulee olla rakenteessa määrätty aika, jotta suhteellinen kosteus mittasyvyydellä vakiintuu ja näin saadaan kosteuspitoisuus lukulaitteen avulla selville. (Merikallio 2002, 13.)

Kosteusmittaajalla tulee olla perusteellinen tieto mittausmenetelmästä, koska etenkin porareikämenetelmässä on monia mittaustulokseen vaikuttavia tekijöitä. Porauksen jälkeen porareikä tulee puhdistaa pölystä tarkoin, jotta sinne ei jää lainkaan hienoainesta sekoittamaan mittaustulosta. Reiän puhdistamiseen on olemassa tarkoituksen soveltuva ilmapumppu tai imuriin asennettava esimerkiksi 16 mm:n putkesta tehty ohut suulake. Porareikä tulee tiivistää erityistä huolellisuutta käyttäen sekä porareiän ja koeputken saumasta että koeputken päältä. Jos tiivistys tapahtuu huolimattomasti ja jostain kohdasta auki, saattaa mittaus-syvyydellä oleva kosteus siirtyä kohti kuivempia pintarakenteita. Tällöin saadaan todellista alhaisempia suhteellisen kosteuden mittalukemia. Porareikä tulee aina olla muutaman millin mittapäästä suurempi. Tavallisemmat mittapäät mahtuvat yleensä koeputken kanssa 16mm:n porareikään. (Merikallio 2002, 14.)

Mittausreiän tasaantumiseen menee aikaa noin 3-7 päivää, jotta tasapainokosteus reiässä on kunnolla vakiintunut. Jos mittaustuloksia luetaan liian nopeasti porauksen jälkeen, saadaan yleensä liian korkeita suhteellisen kosteuden arvoja, koska porauksesta aiheutuneesta lämpötilasta johtuen betonin huokosten kosteustasapaino häiriintyy. Porauksesta johtuva mittausvirhe korostuu yleensä sitä enemmän mitä kuivemmassa tai lujemmassa betonissa mittaus tapahtuu. Porauksesta aiheutuva mittavirhe voi pahimmillaan olla jopa 15-20 %-yksikköä. (Merikallio 2002, 14-15.)

#### **2.4.4 Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen näytepalamenetelmällä**

Suhteellisen kosteuden mittaaminen näytepalamenetelmällä on ehdottomasti nopein ja luotettavin mittausmenetelmistä. Näytepalan mittaamisen etuna on se,

että tulokset saadaan nopeasti, eikä mittaaminen ole kovinkaan riippuvainen työmaaolosuhteista. (Merikallio 2002, 17.)

Näytepalojen otto tapahtuu poraamalla 10-16 mm:n terällä noin 100 mm:n halkaisijaltaan oleva piiri, minkä jälkeen piirin sisusta piikataan pois ja saadaan näytteenottopinta näkyviin. Piirin poraamisessa mittasyvyyteen voidaan käyttää myös timanttikuivaporauskruunua, jolloin työ nopeutuu huomattavasti. Kun on piikattu porattuun syvyyteen asti, tarkastetaan mittanauhalla syvyys oikeaksi. Tavoitesyvyys on noin 5 mm ylempänä tavoitesyvyyttä. (Merikallio 2002, 17.)

Varsinaiset näytepalat otetaan tavoitesyvyydestä esimerkiksi lyöntimeisselin avulla. Näytepalaksi ei oteta betonipölyä, pelkkää kiviainesta eikä betoniainesta porausreiän välittömästä läheisyydestä. Porausreiän välittömässä läheisyydessä olevan betoniaineksen hiukkasten kosteuspitoisuus on häiriintynyt. Näytepalaksi otetaan vain oikeasta mittasyvyydestä kiinteitä betoniainesmurusia. (Merikallio 2002, 17.)

Näytemuruset tulee laittaa välittömästi koeputkeen siten, että muruset täyttävät koeputkesta noin kolmasosan. Tämän jälkeen asetetaan mittapää koeputkeen ja tiivistetään koeputken ja mittapään väli huolellisesti, jotta kosteus ei pääse mittapään vartta pois putkesta. Käytettävä mittapää ei saa sitoa itseensä kosteutta merkittäväksi, jotta saadaan luotettavia tuloksia. Mittapäät ja -laitteet tulee kalibroida valmistajan ilmoittaman väliajoin, joka yleensä on yksi vuosi. (Merikallio 2002, 17.)

Työmaalla koeputket asetetaan lämpöeristettyyn kuljetussalkkuun, jotta lämpötila koeputkissa ja näytepaloissa saataisiin pysymään mahdollisimman tasaisena kuljetuksen ajan. Erityisesti talvella tulee olla tarkkana, etteivät koeputket pääse jäätymään betonin kosteuden tiivistymisriskin vuoksi. Koeputket näytepaloineen laitetaan vakiintumaan tasalämpöiseen kaappiin, jonka lämpötila on +20 °C. Näytepalojen tulee vakiintua lämpökaapissa 2-12 tuntia, halutusta mittatarkkuudesta riippuen. Käytännössä menetellään yleensä siten, että kun näytepalat laitetaan vakiintumaan, tulos luetaan seuraavana aamuna. Tällöin vakiintumisaika on ollut varmasti riittävä ja tulos tarkka. (Merikallio 2002, 18.)

### **3 BETONIN KUIVUMISEN TUTKIMINEN TYÖMAALLA**

Paikallavaletun betonirakenteen kuivumista tilaajana toimivan Oulun Rakennusteho Oy:n Linnanmaalla sijaitsevalla 4 kerrosta kattavalla kerrostalotyömaalla. Kohteessa oli kokonaisuudessaan paikallavalettu runko. Tutkiminen ja havainnointi työssä ajoittui 15.10.2015 - 31.3.2016 väliselle ajalle. Kun tutkiminen työmaalla aloitettiin, oli työmaan runkotyövaihe juuri aloitettu. Tutkimuksen päättyessä olivat betonin pinnoitustyöt juuri käynnissä.

#### **3.1 Olosuhteiden seuraaminen työmaalla**

Työssä alettiin seurata betonin ilmasto-olosuhteita syksystä 2015 alkaen, jolloin runkovaihe työmaalla oli alkuvaiheessa. Seuraamista työmaalla helpotti se, että työmaan vieressä oli VTT:n virallinen säämittausasema, jonka arvoja pystyttiin seuraamaan päivittäin internetistä ja kirjaamaan muistiin. Sääolosuhteista kirjattiin ylös maksimi- ja minimilämpötila, ilmankosteus, tuulisuus, sademäärä ja ilman kastepiste.

Runkotyövaiheen aikana työmaalla kiinnitettiin huomiota etenkin holvien lumetomuuteen ja kerroksissa valuvan veden liikkeisiin ja syntyperään. Holvien liima-aineksen hionta aloitettiin välittömästi, kun se muiden työvaiheiden puitteissa oli mahdollista.

Rakennuksen sisäilmaolosuhteita alettiin mitata Escort-olosuhdemittareilla (kuva 2) heti, kun työmaalla saatiin ulkoseinäelementit ja ikkunat paikoilleen sekä sisälle lämmitys päälle. Kyseisiin Escort-olosuhdemittareihin päädyttiin, koska ne olivat Oulun ammattikorkeakoulun betonilaboratoriossa olevista olosuhdemittareista parhaiten käyttötarkoitukseen sopivia.



*KUVA 2. Escort-olosuhdemittari*

Olosuhdemittauksia päästiin aloittamaan helmikuun lopulla. Olosuhteen mittauspisteet valittiin siten, että 1., 3. ja 4. kerroksessa oli yksi mittausanturi. Escort-olosuhdemittareihin asetettiin mittausaika ja mittausväli, jolloin mittari olosuhdetta mittasi. Rakennuksen sisäilmasta mitattiin ilman suhteellista kosteutta ja ilman lämpötilaa. Mittausväliksi asetettiin mittareille 1-2 tuntia. Mittarista purettiin aineisto tietokoneohjelmaan noin kahden viikon välein ja näin saatiin graafinen käyrä, josta voitiin tarkastella suhteellisen kosteuden ja lämpötilan vaihteluita betonin kuivumisaikana. Saatuja olosuhdekäyriä vertailtiin kussakin kerroksessa mitattuihin betonin kosteustuloksiin ja näin pystyttiin tekemään päätelmiä ja vertailuja betonin kosteudenkehityksestä sekä siitä, miten ympäröivät olosuhteet ovat betonin kuivumiseen vaikuttaneet.

Talvisissa olosuhteissa betoni jäätyy, jolloin betoni ei pääse kuivumaan lainkaan. Kyseinen ongelma muodostuu sen jälkeen, kun betoni on saavuttanut muotipurkulujuutensa eli yleisimmin 60 % loppulujuudesta, jolloin rakenteen lämmittäminenkin yleensä lopetetaan. (Kääriäinen 2016).

### **3.2 Työmaalla käytetty betoni**

Työmaalla käytettiin sisätiloihin jäävissä seinissä ja välipohjissa Rapidbetonia. Lämmitettyä rapidbetonia käytettiin, koska valut suoritettiin talvibetonointina ja näiden käyttäminen parantaa kyseisissä olosuhteissa valun onnistumista. Lujuusluokaltaan kyseinen betoni täytti luokan C25/30. Työmaalla päädyttiin käyttämään sekä seinissä että välipohjissa samaa 16 mm:n runkoaineksella olevaa betonia betonintoimittajan kanssa käytyjen keskustelujen perusteella. Yleensä välipohjissa käytetyssä betonissa on lisätty 8 mm:n runkoainesta eli niin sanottu pehmennetty 16 mm:n betoni työstettävyyden parantamiseksi. Kyseinen 8 mm:n runkoaines päätettiin korvata kokonaan 16 mm:n runkoaineksella, koska näin saatiin betonin vesimäärää pienemmäksi. Pienempi vesimäärä betonissa nopeuttaa betonirakenteen kuivumista. Tätä runkoaines valintaa haluttiin myös työmaalla verrata aikaisempien kohteiden kuivumisaikoihin ja käyttäytymiseen 8 mm:n runkoaineksen sijaan.

Työmaalla havaittiin, että betonin työstettävyydessä ei ollut käytännössä eroa, vaikka käytössä oli ennen käytettyä, pehmennettyä 16 mm:n runkoaineksella olevaa betonia karkeampi runkoaines. Liippareilta saatujen kommenttien perusteella massan levitys ja hierto onnistuivat hyvin, kunhan betonimassan notkeus olivat oikeat. Voidaankin todeta, että betonimassan valinnassa on onnistuttu-

### **3.3 Betonirakenteen kosteusmittaukset**

Betonirakenteen kosteusmittaukset aloitettiin siinä vaiheessa, kun työmaalla saatiin lämmitykset puhaltimien avulla rakennukseen ja betonirakenteet olivat sulia. Kosteusmittausmenetelmistä päädyttiin betonin koepalamittaukseen. Kyseinen mittausmuoto valittiin, koska se on kaikkein luotettavin ja nopein betonirakenteen suhteellisen kosteuden mittausmuoto eikä se ole työmaalla niin herkkä olosuhteille kuin muut mittausmuodot. Koepalamittauksessa betonirakenteen koepalat otettiin seinistä ja lattiasta RT 14-10984 - ohjekortin mukaisesti. Näytepalat otettiin arvostelusyvytydestä sekä rakenteen pinnasta. Näytepalat asetettiin koeputkeen, josta luettiin lukemat kosteuden tasaantumisen jälkeen, noin 5-12 tuntia. Betonin kosteusmittauksia jatkettiin viikoittain siihen saakka, kunnes betonirakenteen suhteellinen kosteus oli varmuudella laskenut vähintään pinnoi-

tusmateriaalien valmistajan ilmoittamalle tasolle. Yleensä betonin suhteellinen kosteus on pinnoitusvaiheessa saanut olla enintään RH-90 %.

Betonin kosteusmittaukset työmaalla suoritti Cramo Finland Oy. Työssä seurattiin heidän näytepalamittaustaan työmaalla ja oltiin mukana näytepalojen ottamisessa. Samasta mittauskohdasta otettiin näytepala pintakosteudesta ja koepala tarkastelusyvyydeltä. Tarkastelusyvyys määräytyi kaavasta  $0,2 \cdot$  rakenteen paksuus ja pintakosteuden syvyys kaavasta  $0,4 \cdot$  tarkastelusyvyys. Kyseisessä kohteessa mitattujen rakenteiden paksuudet olivat seinissä 200 mm ja holvissa 260 mm ja 300 mm. Koepalan ottaminen suoritettiin luvussa 2.4.4 esitetyn ohjeen mukaisesti. Kuvassa 3 on havainnollistettu betonin näytepalan ottaminen työmaaolosuhteissa.





*KUVA 3. Kuvasarjassa betonin kosteuden mittaaminen näytepalamenetelmällä*

### **3.4 Kosteusmittaus taulukot ja ilmasto-olosuhteen vertailut**

Talven aikana mitatuista säätiloista ja kohteen sisäilmasta mitatuista kosteuksista ja lämpötiloista laadittiin graafisia taulukoita, joiden avulla voitiin tarkastella ja tehdä päätelmiä betonin kuivumisesta ja olosuhteista. Ulkoilmaolosuhteista tehtiin kerättyjen säätietojen mukaan Excel-taulukko ja sisäilmaolosuhteista taulukko Escort-olosuhdemittareiden omalla Escort console pro-ohjelmalla. Sisäilmaolosuhteista ei onnistuttu laatimaan yhtä graafista käyrää, jossa näkyisivät koko tutkimuksen aikaiset sisäilmaolosuhteet, koska olosuhdemittareita oli monta ja mittarit tyhjennettiin aina kahden viikon välein. Sisäilmataulukot liitteestä löytyvät 1. Taulukoista voidaan todeta, että sisäilmaolosuhteet olivat koko seurannan ajan vakaat. Sisäilman kosteus pysyi lähes kokoajan RH 40 %:n tuntumassa ja lämpötila noin 20 °C:n tuntumassa, eli molemmat arvot olivat betonin kuivumista ajatellen hyvät.

## 4 BETONIN KUIVUMISEN TULOKSET JA PÄÄTELMÄT

### 4.1 Kuivumisajat

Betonirakenteiden kosteusmittauksista taulukoitiin arvoja Excel-pohjaan, jonka avulla voitiin tarkkailla kuivumisen kehitystä eri rakenteilla. Taulukossa 1 on kuvattu työmaalla mitatuista betonin kosteuslukemista betonirakenteen tyyppi, mittauksen tarkastelusyvyys, rakenteen kosteuslukema, valu- ja mittausajan kohta sekä betonin kuivumisaika mitatussa rakenteessa.

TAULUKKO 1. Betonirakenteiden kosteusmittaukset

G15	1	200mm väliseinä	16mm	86,7	25.loka	4.helmi	102vrk
			40mm	92,8			
G52	4	200mm väliseinä	40mm	86	16.joulu	1.huhti	106vrk
G54	4	200mm väliseinä	40mm	88,9	16.joulu	1.huhti	106vrk

Kosteutta mitattavat rakennetyypit olivat sisätiloissa. Mitattavat rakennetyypit olivat kahteen suuntaan kuivuvat 200 mm:n kantava massiivibetoninen väliseinä, 260 mm:n paikallavalettu massiivibetonilaatta ja 300 mm:n paikallavalettu väestönsuojan massiivibetonilaatta.

Kohteessa täytyi vesieristettävässä rakenteessa päästä alle 90 % suhteellisen kosteuden lukemaan ja parketilla päällystettävälle rakenteelle alle 85 % suhteellisen kosteuden lukemaan. Mittauksia tarkasteltaessa voitiin todeta, että ensimmäisen kerran päästiin 200 mm:n väliseinässä alle 90 % suhteellisen kosteuden lukemaan, kun rakenteen valupäivästä oli hieman yli 100 vuorokautta. 260 mm:n massiivisessa teräsbetonilaatassa kyseiseen alle 90:n % lukemaan päästiin, kun aikaa valupäivästä oli kulunut 135 vuorokautta.

Voitiin myös todeta, että 4. kerroksen rakenteet ovat kuivuneet vuorokausissa mitattuna alempien kerrosten rakenteita nopeammin. Tähän voidaan selvänä syynä pitää sitä, että alempien kerrosten rakenteet ovat olleet ylempiin verrattuna kauemmin säälle alttiina sekä näiden rakenteiden ulko-ilma olosuhteet ovat

olleet erilaiset. Kun ensimmäisen kerroksen rakenteet ovat olleet ulkoilmaolosuhteissa syys- ja keskitalvella, jolloin ilman suhteellinen kosteus on suuri, ovat ylempien kerrosten rakenteet olleet ulkoilmaolosuhteissa keski- ja loppu- talvella, jolloin ilman suhteellinen kosteus on matalampi. Täytyy myös huomioi- da, että alempien kerrosten rakenteet ovat olleet ulkoilmaolosuhteissa kovien pakkasjaksojen aikana, jolloin jäässä oleva rakenne ei käytännössä luovuta kosteutta lainkaan.

Myös ylempien kerrosten rakenteet ovat kuivumisajastaan suurimman ajan ol- leet sisätiloissa, kun lämmöt ovat olleet päällä. Tämä aika oli kuivumiselle teho- kasta. Kuten sisäilmankosteustaulukoista voitiin todeta, sisäilman suhteellinen kosteus oli pysynyt koko ajan alle 50 % siitä, kun sisätilojen lämmitys on aloitet- tu. Sisätiloissa betonirakenteen kuivumiselle oli myös tärkeää, että ilma sisäti- loissa saatiin vaihtumaan ja betonista nouseva kosteus näin poistumaan sisäil- masta.

#### **4.2 Työssä havaitut betonin kuivumista edistävät tekijät**

Sulamisvesi ja ulkoa tuleva sadevesi sekä sen liikkeet kerroksissa etenkin va- rausten kautta koettiin haasteelliseksi tekijäksi. Siihen, että kerrokseen pääsi yli- määräistä vettä, on kiinnitettävä tulevissa kohteissa enemmän huomiota.

Myös betonipinnan hiomaton liima-aines hidastaa kosteuden poistumista beto- nirakenteesta sen tiiviin pinnan vuoksi. Tämän vuoksi työmaalla aloitettiin beto- nipinnan liima-aineshionnat heti, kun se oli mahdollista.

Työn aikana käytiin Oulun ammattikorkeakoulun betonilaboratoriossa keskuste- luja aiheesta usean betoniasiantuntijan kanssa. Tällöin todettiin, että olisi syytä kokeilla valaa jokin valuerä huokostetulla betonimassalla ja verrata sitä normaali- tai nopeasti kovettuvan betonimassan kuivumiseen. Tieto perustui aiemmin tehtyihin betonin kuivumista koskeviin kokeisiin, jossa laboratorio-olosuhteissa huokostettu betonimassa kuivui nopeimmin, koska siinä kosteuden liikkeet ovat betonin huokosista johtuen nopeammat. Tätä pohdittiin työn aikana työmaalla ja todettiin, että asia on kokeilemisen arvoinen ehkä seuraavissa kohteissa. Huo- kostetun betonin käyttö kyseisissä holvirakenteissa saattaa kuitenkin muuttaa

tilannetta huonommaksi, jos holvi on kauan sään armoilla. Tällaisessa tilanteessa betonimassa saattaa imeä itseensä normaalia betonimassaa enemmän kosteutta siinä olevan huokosrakenteen vuoksi.

## 5 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä seurattiin paikallavaletun betonirakenteen kuivumisen kehittymistä Oulun Rakennusteho Oy:n kerrostalotyömaalla talvella 2015–2016. Työn tarkoituksena oli löytää keinoja, joiden avulla betonin kuivumista voitaisiin edistää tulevissa kohteissa heti valuvaiheesta lähtien. Työmaan ilmasto-olosuhteita seurattiin koko kosteudenkehityksen ajan. Betonin kosteutta mitattiin työmaalla työn edetessä koekappalein, koska tämä on varmin mittaustapa.

Työssä saatiin selvitettyä tavanomaisten runkorakenteiden kuivumisaikoja talviolosuhteissa sekä kuivumista koskevat työmenetelmät, joilla kyseisiin tuloksiin päästiin. Tärkeimpänä havaintona voidaan pitää sitä, että betonin kuivumisen nopeuttamiseksi ulkoa tulevan veden pääsyä sisälle sekä veden liikkumista kerroksissa tulee pyrkiä estämään työmaan runkotyövaiheessa. Opinnäytetyössä kävi ilmi, että tulevaisuudessa kannattaisi selvittää erityisesti huokostetun betonin soveltuvuutta holvivaluihin ja sillä valettujen rakenteiden kuivumisaikoja.

Haasteena työssä oli se, että tutkinta sijoittui lähes kokonaan talven ajalle, jolloin betoni oli jäässä ja siinä oleva kosteus ei päässyt haihtumaan ympäröivään ilmaan. Positiivisena asiana kuitenkin oli se, että pääasiallinen kuivuminen sijoittui kevät-talvelle, jolloin ilman suhteellinen kosteus on alhainen ja näin ollen aika oli otollisin betonin kuivumiselle.

Työssä loppui hieman tutkimusaika kesken, joten kuivumista ehdittiin seurata pääasiassa vain RH 90 %:iin asti. Mikäli tutkimusaikaa olisi ollut enemmän, olisi ollut mielenkiintoista ja tärkeää tutkia betonin kuivumisaikaa RH 85 %:iin asti, joka vaaditaan yleisimmin parketti- ja laminaattipinnoituksille. Tulevaisuudessa betonin kuivumisesta olisi tutkimisen aihetta myös eri betonivaihtoehdoille välipohjaholveissa, koska tässä tutkimuksessa kaikki rakenteet valettiin samalla betonimassalla. Etenkin huokostetun betonimassan käyttöä pitäisi tutkia.

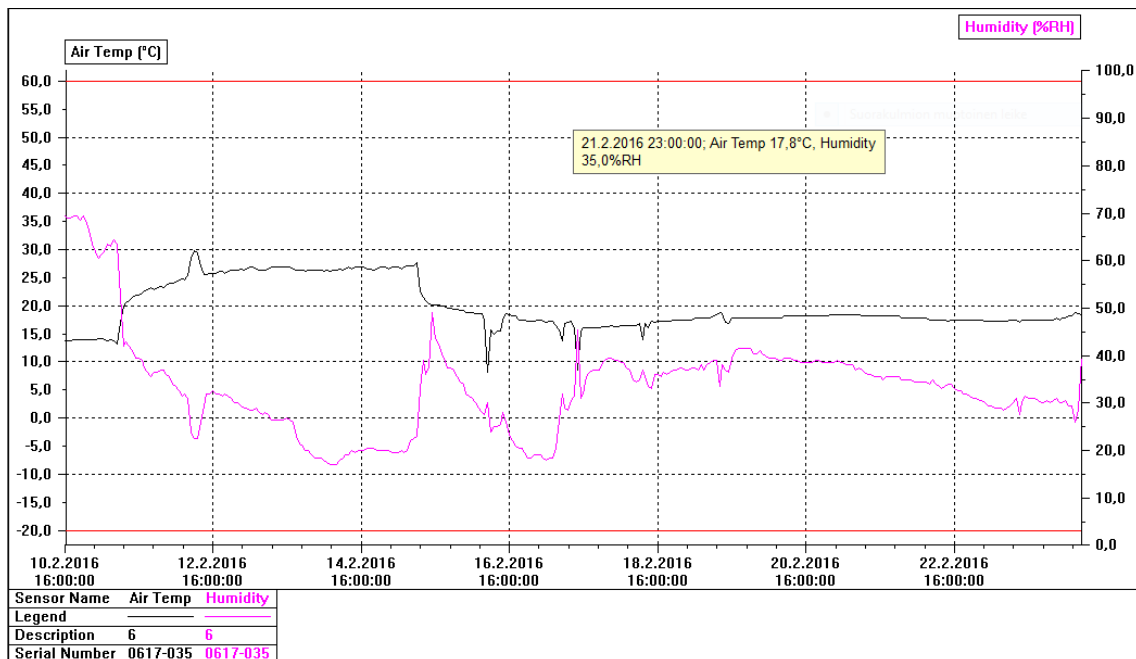
## LÄHTEET

1. Merikallio, Tarja 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Jyväskylä: Suomen Betonitieto Oy.
2. Tietoa betonista. Finnsementti. Saatavissa: <http://www.finnsementti.fi/tietoa-betonista/tietoa-betonista-pienrakentajalle-ja-rautakauppiaille/betonin-kuivuminen>. Hakupäivä 18.11.2015.
3. Rakennekosteus. Vaisala. Saatavissa: <http://www.vaisala.fi/fi/industrialmeasurements/applications/structuralmoisture/Pages/default.aspx?qclid=CN2X7q6xmskCFYsLcwodKGYMKg>. Hakupäivä 18.11.2015.
4. Betonin kosteudenhallinta. Valmisbetoni. Saatavissa: <http://www.valmisbetoni.fi/toteutus/kosteudenhallinta>. Hakupäivä 18.11.2015.
5. Mitä betonin valmistuksessa tapahtuu. 2015. Betoniteollisuus ry. Saatavissa: <http://www.betoni.com/tietoa-betonista/perustietopaketti/mita-betonin-valmistuksessa-tehdaan>. Hakupäivä 26.11.2015.
6. Betonin kutistuminen ja halkeamien ehkäisy. Rakennustieto. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100402.pdf>. Hakupäivä 17.12.2015.
7. Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen. Rakennustieto. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>. Hakupäivä 19.1.2016.
8. Uusi NK-betoni ehkäisee lattioiden kosteusvaurioita. Saatavissa: [http://www.luja.fi/tiedotteet/101/0/uusi\\_nk-betoni\\_ehkaisee\\_lattioiden\\_kosteusvaurioita](http://www.luja.fi/tiedotteet/101/0/uusi_nk-betoni_ehkaisee_lattioiden_kosteusvaurioita). Hakupäivä. 20.1.2016.

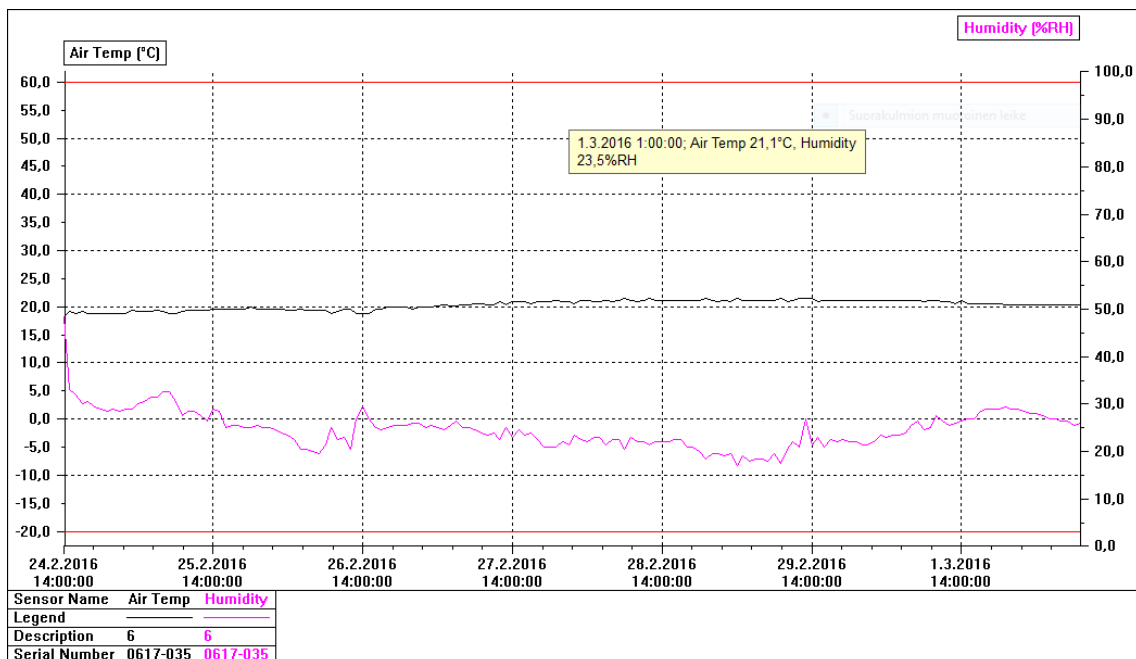
9. Tietoa eri betonilaaduista. Saatavissa: <http://www.lattiamies.fi/betoni.php>.  
Hakupäivä 20.1.2016.

10. Normaalisti kovettuva rakennebetoni. Saatavissa:  
<http://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/rakennebetonit/5784/normaalisti-kovettuva-rakennebetoni>. Hakupäivä 25.2.2016.

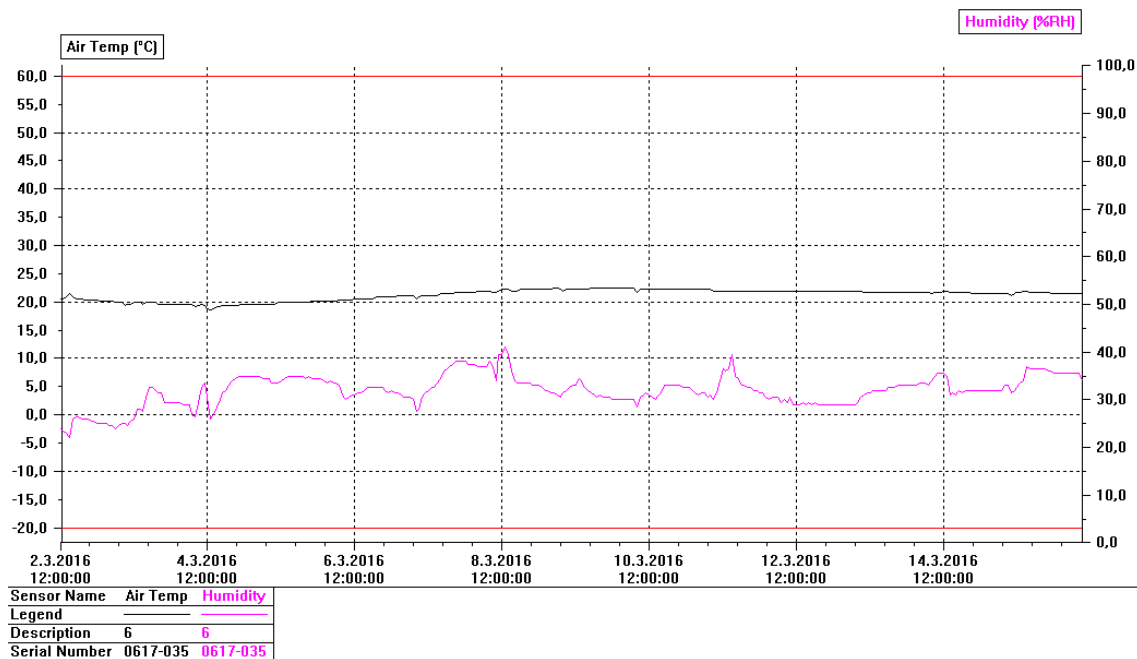
11. Kääriäinen, Hannu 2016. Lehtori, Oulun Ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö. Keskustelu 30.3.2016.



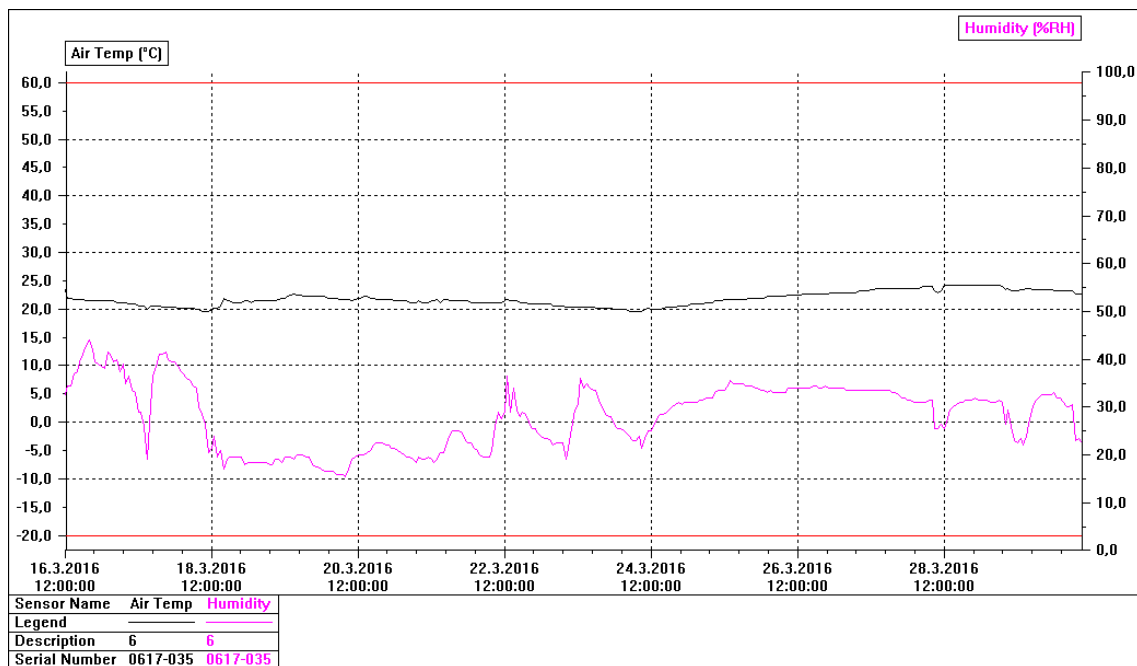
Sisäilmaolosuhteet. 1. krs. 10.2.2016-24.2.2016



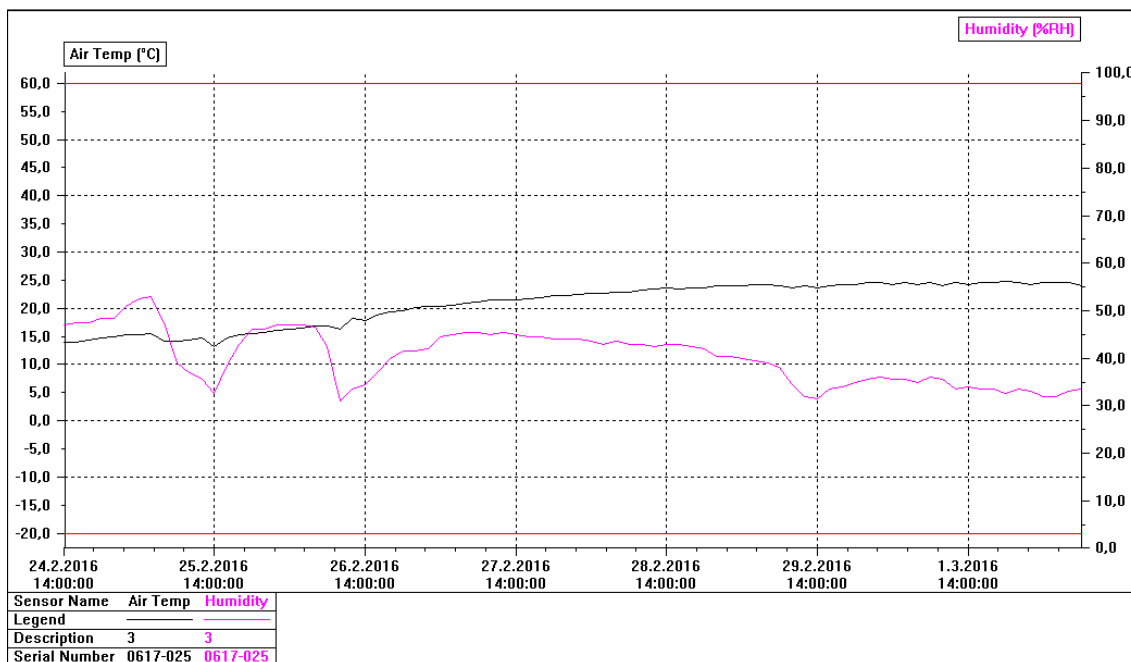
Sisäilmaolosuhteet. 1.krs. 24.2.2016-2.3.2016



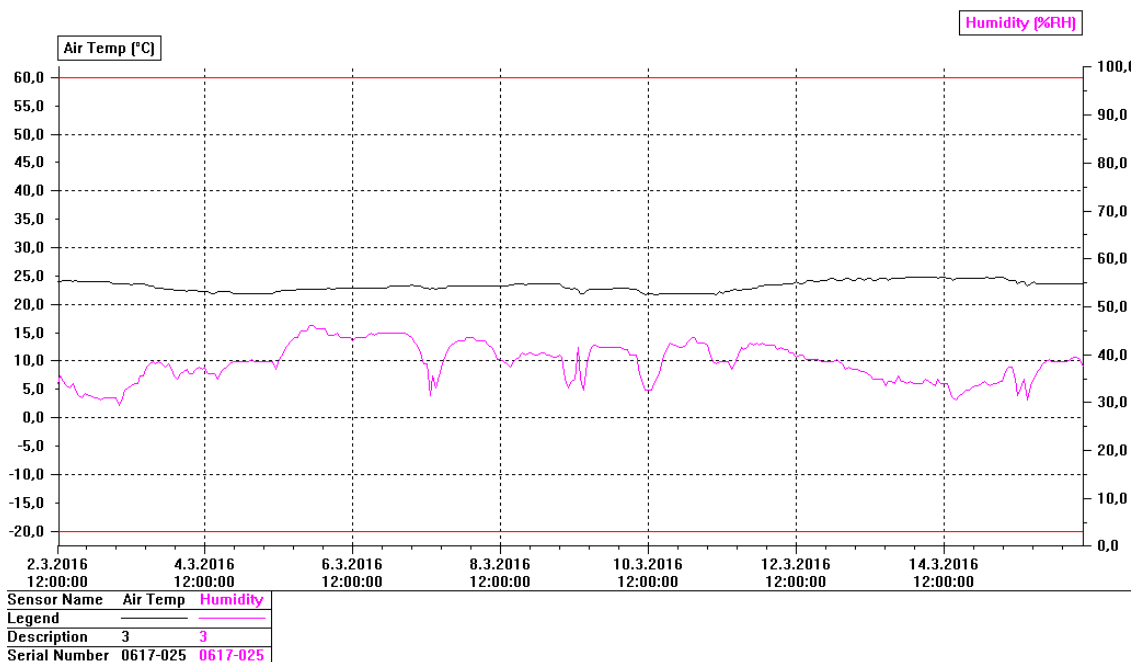
Sisäilmaolosuhteet. 1.krs. 24.2.2016-2.3.2016



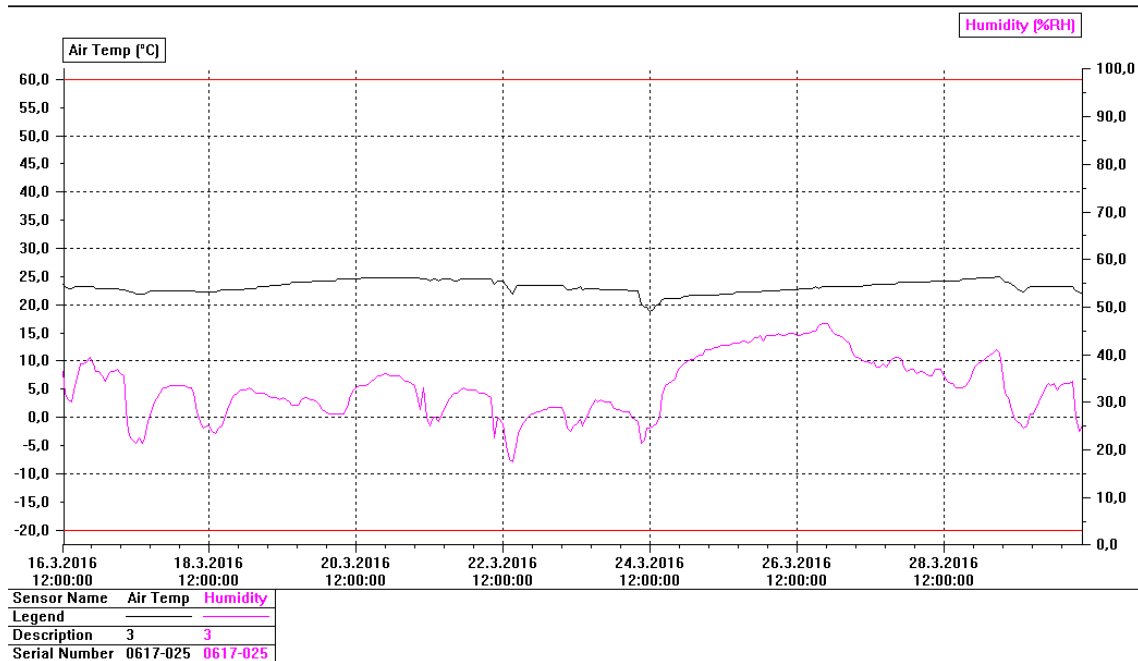
Sisäilmaolosuhteet. 1.krs. 16.3.2016-30.3.2016



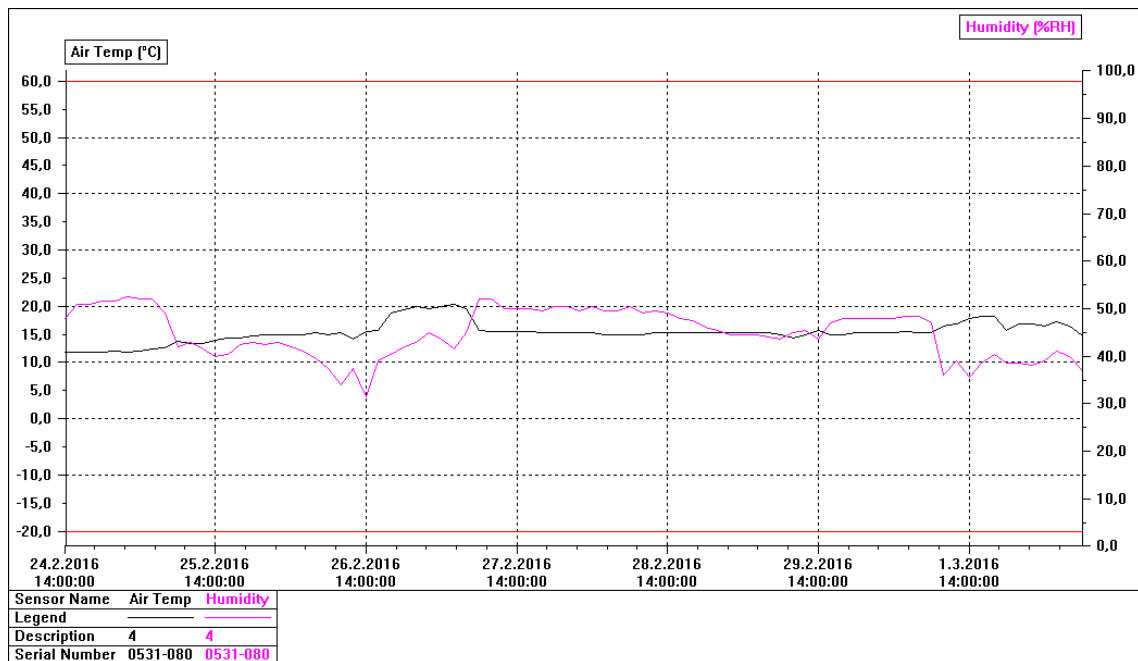
Sisäilmaolosuhteet. 3. krs. 24.2.2016-2.3.2016



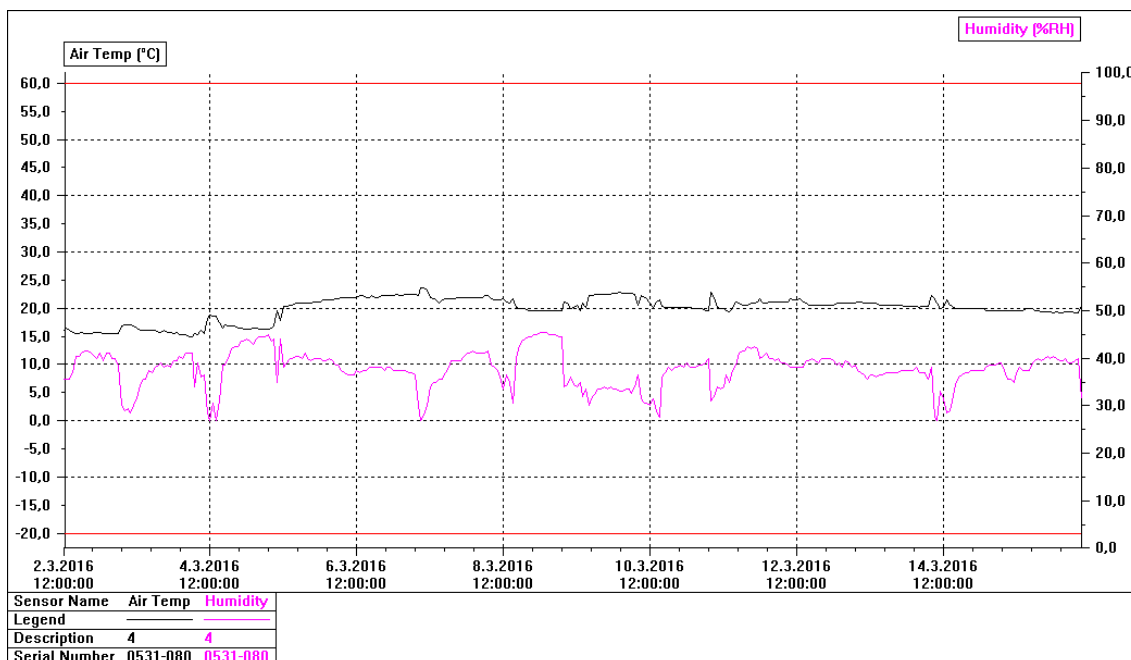
Sisäilmaolosuhteet. 3. krs. 2.3.2016-16.3.2016



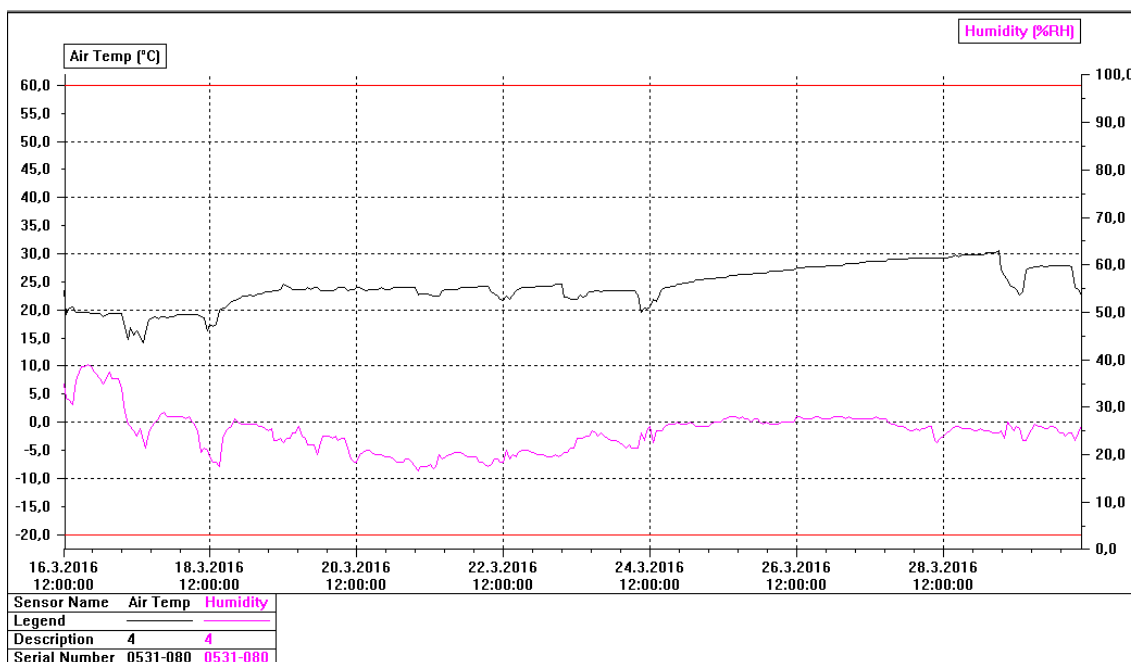
Sisäilmaolosuhteet. 3. krs. 16.3.2016-30.3.2016



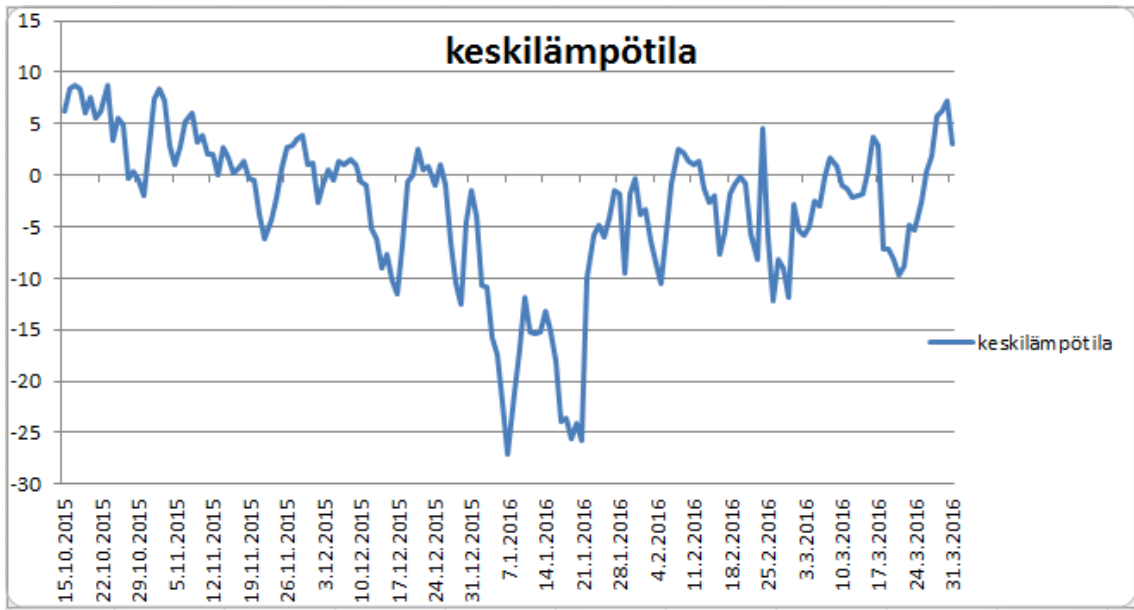
Sisäilmaolosuhteet. 4. krs. 24.2.2016-2.3.2016



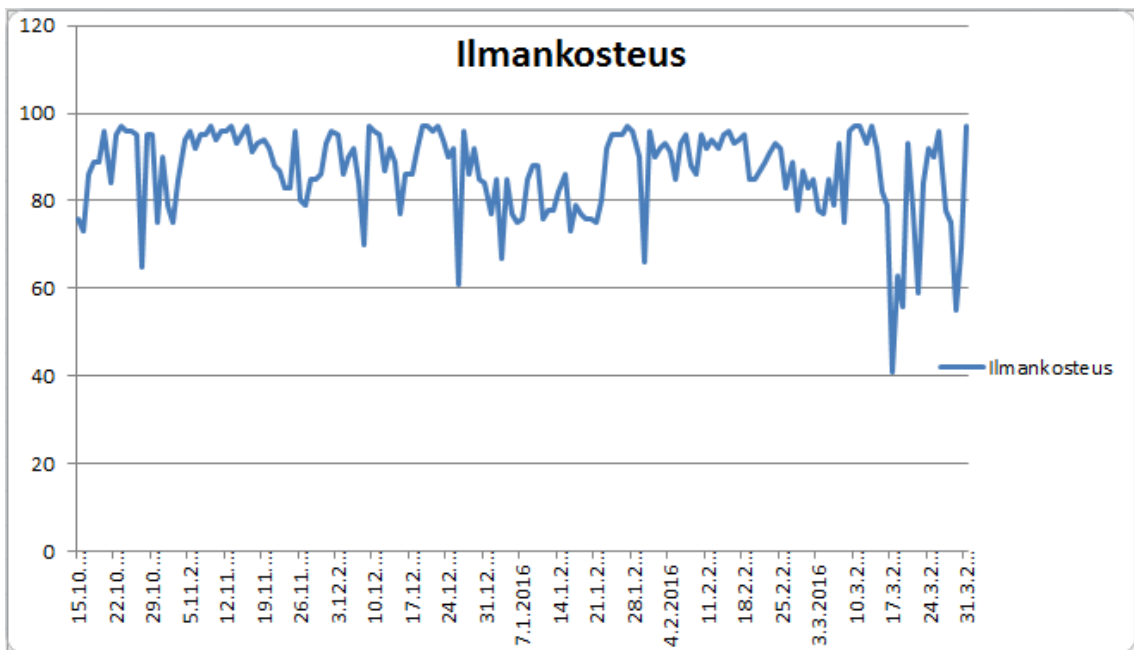
Sisäilmaolosuhteet. 4. krs. 2.3.2016-16.3.2016



Sisäilmaolosuhteet. 4. krs. 16.3.2016-30.3.2016



Ulkoilman keskilämpötila 15.10.2015-31.3.2016



Ulkoilman ilmankosteus 15.10.2015-31.3.2016

## RAKENTEEN KUIVUMINEN AIKAJÄRJESTYKSESSÄ

ASUNTO	KERROS	RAKENNE	MITTAUS- SYVYYS	RH%	VALU- PÄIVÄ	MITTAUS- PÄIVÄ	KUIVUMIS- AIKA
G54	4	200mm väliseinä					
			40mm	96,3	16.joulu	25.helmi	71vrk
G60	4	200mm väliseinä					
			40mm	96,8	12.joulu	25.helmi	75vrk
H115	4	200mm väliseinä					
			40mm	96,3	7.joulu	25.helmi	80vrk
H122	4	200mm väliseinä					
			40mm	97,6	5.joulu	25.helmi	82vrk
G52	4	200mm väliseinä	16mm	<b>80,8</b>	16.joulu	8.maalis	84vrk
			40mm	95,3			
G59	4	200mm väliseinä	16mm	<b>80,1</b>	12.joulu	8.maalis	87vrk
			40mm	93,5			
H115	4	200mm väliseinä	16mm	<b>81</b>	7.joulu	8.maalis	92vrk
			40mm	94,1			
H122	4	200mm väliseinä	16mm	<b>80,8</b>	5.joulu	8.maalis	94vrk
			40mm	94,5			
G4	1	200mm väliseinä	16mm	<b>88,7</b>	25.loka	4.helmi	102 vrk
			40mm	91,6			
G15	1	200mm väliseinä	16mm	<b>86,7</b>	25.loka	4.helmi	102vrk
			40mm	92,8			
G52	4	200mm väliseinä	40mm	<b>86</b>	16.joulu	1.huhti	106vrk
G54	4	200mm väliseinä	40mm	<b>88,9</b>	16.joulu	1.huhti	106vrk
H68	1	200mm väliseinä	16mm	<b>78</b>	20.loka	4.helmi	107vrk
			40mm	<b>88,4</b>			
H77	1	200mm väliseinä	16mm	<b>83,9</b>	18.loka	4.helmi	109vrk
			40mm	91,3			
G58	4	200mm väliseinä	40mm	<b>81</b>	12.joulu	1.huhti	110vrk

H112	4	200mm väliseinä	40mm	<b>85,2</b>	9.joulu	1.huhti	113vrk
H77	1	260mm välipohja	24mm	<b>88,2</b>	14.loka	4.helmi	113vrk
			52mm	94,1			
G15	1	200mm väliseinä	16mm	<b>80,3</b>	25.loka	15.helmi	113vrk
			40mm	<b>87,5</b>			
G4	1	200mm väliseinä	16mm	<b>81,1</b>	25.loka	15.helmi	113vrk
			40mm	<b>88,4</b>			
G55	4	260mm välipohja	21mm	<b>83,6</b>	8.joulu	1.huhti	114vrk
			52mm	92,6			
H67	1	200mm väliseinä	16mm	<b>79,1</b>	20.loka	15.helmi	118vrk
			40mm	<b>85,7</b>			
G2	1	260mm välipohja	20mm	<b>81,3</b>	26.loka	25.helmi	123vrk
			52mm	93,3			
H78	1	200mm väliseinä	16mm	<b>79,6</b>	14.loka	15.helmi	124vrk
			40mm	<b>87,4</b>			
G7	1	260mm välipohja	20mm	<b>81,6</b>	26.loka	8.maalis	135vrk
			40mm	<b>89</b>			
H78	1	260mm välipohja	20mm	<b>85,4</b>	14.loka	25.helmi	135vrk
			52mm	93,1			
H74	1	300mm välipohja-holvi	70mm	93,5	9.loka	25.helmi	140vrk
H65	1	260mm välipohja	20mm	<b>82</b>	16.loka	8.maalis	145vrk
			26mm	<b>89,2</b>			