



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

RUNKOVAIHEEN TYÖAIKAINEN KOSTEUDENHALLINTA TÄYSELEMENTTIRAKENTEISESSA ASUINKERROSTALOSSA

Kimmo Salonen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2018
Työnjohdon koulutusohjelma



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusala

SALONEN, KIMMO:

Runkovaiheen työnaikainen kosteudenhallinta täyselementti asuinkerrostalossa

Opinnäytetyö 31 sivua, joista liitteitä 6 sivua
Toukokuu 2018

Opinnäytetyössäni tutkittiin täyselementtitalon eri työvaiheiden kuivumisesta ja olosuhteiden hallintaa. Tarkoituksena oli selvittää Wiiste oy:n kosteusmittausjärjestelmän ja porareikämittauksen eroja. Tavoitteena oli myös selvittää, pystytäänkö Wiisteen mittauksilla saavuttamaan luotettavat mittaustulokset ja voidaanko mittalaitteet ottaa Rakennustöistä Arktan työmailla käytettäviksi.

Kosteudenhallintaan olisi hyvä ottaa jo suunnitteluvaiheessa kantaa, sekä selvittää rakennusratkaisut ja eri betonilaatujen kuivumisaikataulu. Kosteudenhallinnasta vastaavan henkilön olisi hyvä perehtyä olosuhdehallintaan ja menetelmiin, joilla pyritään tekemään hyviä ja oikeita ratkaisuja kosteudenhallinnassa.

Wiiste oy:n kosteusmittausjärjestelmällä saaduista havainnoista voidaan todeta, että mittaustulos on nopea ja sillä saadaan selkeä tilannekuva olosuhteista ja aikataulussa pysymisestä. Dokumentointi kosteushistoriasta säilyy Realia-pilvipalvelussa ja mittaustulosten raportointi sähköisesti on nopeaa. Valuun asennettavan anturin hintaluokka on sama kuin yhden porareikämittauksen, mutta hinnalla saadaan huomattavasti kattavampi seuranta.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction site of Management

SALONEN, KIMMO:
Working Moisture Management in the Apartment Building

Bachelor's thesis 31 pages, appendices 6 pages
May 2018

The purpose of my bachelor's thesis was to examine the drying of concrete and management of the drying conditions in different stages of building, in particular, in Arkta's apartment building in Vuores. The aim was to find out the differences between Wiiste's moisture measurements and the drill hole measurements. In addition, the aim was to find out whether the Wiiste's measurements can be used to obtain reliable measurement results and whether the measuring instruments can be used in Arkta's worksites.

The moisture management should be taken into consideration already at the planning stage, as well as, to carefully examine the structure and the drying schedule for different concrete grades. Furthermore, the person in charge of the moisture management should also familiarize himself/herself with the condition management and with the procedures so that good and correct solutions for the moisture management are achieved.

In conclusion, the observations from Wiiste moisture measurement system point out that the measurement is fast and a clear picture of the conditions and the time schedule can be achieved. The documentation of the moisture history remains in the Realia cloud service and the electronic transmission of the measurement results is fast. The price of the sensor to be installed into the cast is approximately the same as in performing one drill hole measurement, but with the sensor of Wiiste moisture management a considerably better controlling of the moisture conditions can be accomplished.

Key words: drying, condition, relative humidity measurement

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	OLOSUHTEET	7
2.1	Kosteus rakentamisessa	7
2.1.1	Ulkopuolinen kosteus.....	7
2.1.2	Sisäpuolinen kosteus	8
2.1.3	Vuodenajan vaikutus rakentamiseen.....	8
3	KOSTEUDENHALLINTA.....	10
3.1	Kosteusriskit	10
3.1.1	Ontelovesi	12
3.1.2	Rakenteisiinjäävä kosteus	12
3.1.3	Tiivistyvä kosteus.....	13
3.2	Betonin kuivuminen.....	13
3.2.1	Betonin normaali kuivuminen.....	14
3.2.2	Betonin kuivattaminen	15
4	KOSTEUSMITTAUS	18
4.1	RT-Kortin ohjeet.....	18
4.1.1	Porareikämittaus.....	18
4.1.2	Wiiste oy:n SolidRH järjestelmä.....	19
4.1.3	Muut kosteusmittaukset	20
4.2	Mittausten toteutus esimerkkikohteessa	21
4.2.1	Mittaustulosten vertaileminen.....	21
4.2.2	Mittaustulosten tulkinta.....	22
5	POHDINTA.....	24
	LÄHTEET.....	25
	LIITTEET	25
	Wiiste optio 1 kerros	26
	Wiiste Optio 3 kerros.....	27
	Wiiste Optio 4 kerros.....	28
	Wiiste Optio 5 kerros.....	29
	Wiiste Ratio 3 kerros	30
	Porareikämittaus	30

ERITYISSANASTO

- Johtuminen:** Liike-energia siirtyy molekyylistä toiseen. Johtuminen on ainoaa lämpöenergian siirtymismuoto kiinteissä aineissa.
- Konvektio:** Siirtää lämpöä, kosteutta nesteen tai kaasun mukana.
- Säteily:** Säteilystä lämpöenergia siirtyy sähkömagneettisen aaltoliikkeen välityksellä valon nopeudella. Säteilylämmönsiirto ei tarvitse väliainetta ja se on tehokkainta tyhjiössä.
- Diffuusio:** Kosteuden siirtyminen vesihöyrynä suuremman vesihöyrynpaineesta pienempään.
- RH** Ilmassa olevan vesihöyrynpaineen suhde kyllästyspaineeseen kyseisessä lämpötilassa. Suhteellinen kosteus ilmaistaan prosentteina.
- Absoluuttinen kosteus:** g/m^3 . Ilman sisältämä vesihöyryn määrä. Mitä lämpimämpää ilma on, sitä enemmän ilma voi sisältää vesihöyryä.
- Hygroσκοoppinen kosteus:** Materiaaliin ilmasta sitoutunutta kosteutta, joka pyrkii taspainottumaan ympäristössä olevan ilman kanssa.

1 JOHDANTO

Huokoisena materiaalina betoni pyrkii tasapainokosteuteen ympäristön kanssa. Betoni, joko luovuttaa tai vastaanottaa kosteutta, eli kuivuu tai kastuu, niin kauan kuin betonin suhteellinen kosteus on sama ympäristönsä kanssa. Rakentamisvaiheessa betoni joutuu ottamaan vastaan monenlaisia kosteusrasitteita. Hygroskooppisena aineena betoni on turvallinen rakennusmateriaali, mutta sekin pitää kuivata. Haasteita tämän päivän rakentamiseen tuottaa kiristyneet aikataulut, jossa rakenteet pitää saada kuiviksi.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on kehittää kosteudenhallinnan ymmärrystä ja sisävaihe-aikataulun vaikuttamista rakentamiseen. Opinnäytetyössä vertaillaan Wiiste Oy:n mittaustekniikkaa ja porareikämittausta. Vertailu tehtiin työmaa olosuhteissa ja mittauksissa tarkasteltiin, kuinka lähelle toisiaan mittaustulokset olivat. Wiisteen anturit asennettiin valamisen yhteydessä suunnitelluille mittauspisteille. Anturit käytiin itse mittaamassa omalla lukulaitteella. Porareikämittauksessa haasteena on työmaan olosuhteet, jotka pitää saada vakiintumaan. Ulkopuolinen porareikämittaaja tilataan työmaalle tekemään mittaukset. Jos olosuhteissa tai menetelmissä on epävarmuutta, niin mittaukset joudutaan tekemään uudestaan. Tämä lisää kustannuksia ja pidentää aikataulua.

2 OLOSUHTEET

Tavoite on luoda optimaaliset olosuhteet rakentamiseen, että kuivumiseen ja saada rakennus säältä suojaan mahdollisimman nopeasti. Betonilaatoille satanut vesi poistetaan vesimurilla. Kerrosten läpiviennit tehdään vesitiivisti. Yläpohja tehdään kuivissa olosuhteissa. Materiaalit pyritään toimittamaan työmaalle siten, että niiden varastointiaika olisi mahdollisimman pieni. Materiaalit pyritään säilyttämään kuivissa olosuhteissa tai suojata kosteudelta ohjeiden mukaan. Rakennusten kuivaus tapahtuu lämmityksen ja tuuletuksen avulla, sekä tarvittaessa käytetään ilmakuivaimia. Rakennuksen omalla lämmitysjärjestelmällä, lämpötila pidetään +20 °C ja ilman suhteellinen kosteus alle RH 50 %. Tällöin sisäilman vesihöyrypitoisuus on noin 10 g/m³. Lisälämmittimien käyttö on myös joskus tarpeellinen. Lattioiden kuivumista seurataan mittauksin.

2.1 Kosteus rakentamisessa

Pitkään jatkuva rakenteiden kosteus ja rakennusosien kostuminen voi aiheuttaa kosteusvaurioita. Kosteassa pitkään olevissa rakenteissa voi alkaa kasvamaan home- ja lahosiemeniä, hiivoja ja bakteereita, joita nimitetään mikrobeiksi. Kun betonirakenne on kastumisen jälkeen kuivattu, kostuminen ei aiheuta mikrobien kasvua. Betonin alkalisuus estää tehokkaasti kaiken mikrobikasvuston. (Niemelä 2014, 48)

Kosteus- ja homevaurioiden epäpuhtauksille altistuu päivittäin satojatuhansia ihmisiä ja ongelmista syntyy miljoonien eurojen kustannuksia vuosittain. Ongelmien taustalla on monia syitä, kuten ilmasto-olosuhteet, rakentamisen laatu, kiinteistön käyttö ja ylläpito, suunnittelu- ja rakennusvirheet (Sosiaali- ja terveysministeriö).

2.1.1 Ulkopuolinen kosteus

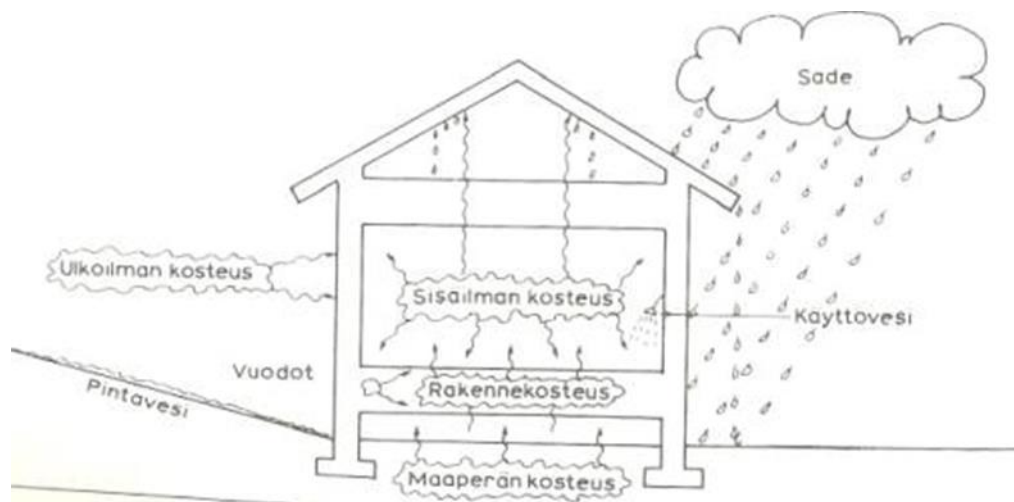
Rakennus on altis monille ulkopuolelta tuleville kosteusrasituksille. (kuva 1)

Sade on voimakkain yksittäinen kosteusrasitus, mikä kohdistuu rakennukseen. Tuulen aiheuttama viistosade rasittaa vaaka- ja pystypintoja. Tuulenpaine kuljettaa vettä myös ylöspäin. Erityisesti rakennettaessa meren ja suurien järvien läheisyyteen on huomioitava nämä asiat. Ilmastonmuutos aiheuttaa poikkeusolosuhteita. Maaperästä tulevaan kosteuteen vaikuttaa pohjaveden korkeus ja maalaji. Pohjaveden kapillaarinen nousu katkaistaan salaajakerroksen avulla ja kosteuden siirtyminen vedeneristeellä. Pohja -ja vajovedet

johdetaan pois rakennuksesta purkujärjestelmien avulla. Maanpinnan kaadoilla ohjataan pintavedet pois rakennuksesta. Ulkoilman kosteus on kesällä korkeimmillaan noin 14 g/m³ ja talvella alimmillaan noin 1 g/m³. Suhteellinen kosteus kesällä 60 -80% ja talvella 80-90% (RIL 205-2010, 63.)

2.1.2 Sisäpuolinen kosteus

Valettavien lattioiden ja tasoitteiden tuoma kosteus lisää kuivumisaikaa. Rakennuksessa viedään lämpö- ja vesiputkia kerroksista toiseen. Näiden vuodoille on varauduttava rakennusaikaisesti esimerkiksi vesi-imurilla ja kuivaimilla. Kerrosten roskat olisi hyvä poistaa heti, etteivät ne lisää kosteutta ja estä kuivumista. Sisäilmaan vaikuttaa ulkoilman kosteus ja kosteuslisä, joka on asuinrakennuksessa noin 3 g/m³. (RIL 250-2011, 63-67.)



Kuva1. Rakennukseen kohdistuva kosteus (kosteudenhallinta.fi)

2.1.3 Vuodenajan vaikutus rakentamiseen

Olosuhteet eivät aina ole ihanteelliset rakentamiselle. Työmaan kuivatusta suunniteltaessa tulee aina ottaa huomioon vuodenaikat. Lämpötilojen vaihtelut ovat suuret varsinkin

talvisin. Olosuhteet vaihtelevat eri vuosina ja kuukausina. Sisävaiheikataulua laadittaessa on otettava huomioon, että talvirakentaminen nostattaa kustannuksia. Lämmityksen ja kuivauksen tavoitteena on saada rakenteet ja sisäosat sellaiseksi, että sisätyöt voidaan tehdä siihen varatussa ajassa.

Kesäkuukausina ulkoilman kosteus on enemmän kuin 8 g/m^3 , joten kuivattaminen ulkoilmalla ei onnistu. Ulkoilma ei kykene vastaanottamaan merkittävästi kosteutta. Kosteutta poistetaan ilmakehämien avulla. Kuivatettava tila on oltava tiivis, jotta kosteus ei pääse ulkoilmasta sisälle ja lämpöä on oltava riittävästi. Kosteudenpoistossa kuivaajien vesisäiliöt tyhjennetään tai vesi johdetaan suoraan viemäriin.

Talvella kuivauksessa voidaan käyttää konvektiota, koska ulkoilma on silloin kuivaa. Tuulettamalla taloa muutaman kerran päivässä, esimerkiksi avaamalla alimman- ja ylimmän kerroksien parvekeovet. Ilman vaihduttua ovet suljetaan ja tila lämmitetään. Tämä soveltuu hyvin kylmiin vuodelle, koska ulkoilman kosteus on vähemmän kuin 8 g/m^3 . Rakennukseen kohdistuva kosteus (Kosteudenhallinta.fi)

3 KOSTEUDENHALLINTA

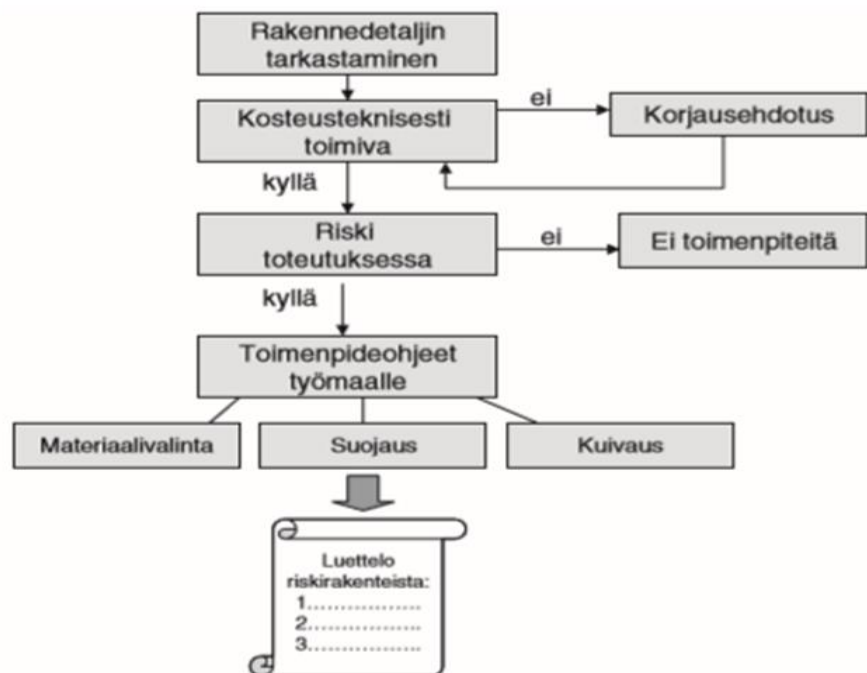
Rakennushankkeeseen ryhtyvän on määritettävä kosteudenhallinnan taso ja keskeiset toimenpiteet, joilla tavoitteeseen päästään. Keskeisiä rakentamisen kosteudenhallinnan tasoon vaikuttavia tekijöitä ovat rakenneratkaisut, rakentamisen ajankohta, erityisesti aikataulu, materiaalivalinnat sekä sääsuojauksen toteutustavat. Kosteudenhallinnalle asetetut tavoitteet kirjataan ylös kosteudenhallinta-asiakirjaan, joka toimii lähtötietona rakennussuunnitteluvaiheen kosteudenhallintasuunnitelmalle sekä työmaalla tehtävälle kosteudenhallintasuunnitelmalle (Kuva2). Kosteudenhallinnalle asetettavat vaatimukset on syytä sisällyttää myös tarjouspyyntö asiakirjoihin. (Niemelä 2014, 58)

3.1 Kosteusriskit

Arkta oy:n sisäisessä ohjeistuksessa on käytössä alla oleva taulukko kosteusriskeistä ja niistä rakenteista, jotka vaativat erityistä huomiota toteutusvaiheessa. Alla mainitut asiat tulee suunnitella hyvissä ajoin ennen työn toteutusta. Valvontaan sekä dokumentointiin on käytettävä enemmän resursseja esimerkiksi valokuvaamisen ja videoinnin muodossa.

- Salaojat, perusmaa, alapohja ja maanvastaiset rakenteet
 - Salaojien kaadot suunnitelmien mukaan
 - Salaojituskerros maa-aineksesta, jossa ei ole hienoainesta
 - Tarkastuskaiivot puhtaat
 - Salaojien toiminnan tarkastus
 - Maanvastaisten rakenteiden vedeneristys yhtenäinen ja kiinni alustassa
 - Ryömintätila puhdas
 - Ryömintätilan tuuletus toimii
 - Perusmaan kaadot suunnitelmien mukaan
 - Pinta- ja kattovesien johdattaminen jo rakennusaikana pois rakennuksen vierestä

- Ulkoseinä
 - Betonielementtien saumat tiivistetty
 - Tiiliverhouksessa huolehditaan, että purseet eivät tuki tuuletusrakojä
 - Vesipellit
- Yläpohja ja vesikatto
 - Höyrynsulku ehjä ja yhtenäinen
 - Vesikattotöitä ei tehdä sateella ilman asianmukaista sääsuojausta
- Välipohja
 - Välipohja suojataan kosteudelta
 - Välipohja kuivatetaan tavoitearvoihin ennen pinnoitusta
- Märkätilat
 - Vedeneristystöitä ei aloiteta ennen kuin mittauksilla on varmistuttu, että alustan tavoitekosteus on saavutettu
 - Ennen päällystystöitä varmistutaan kaatojen riittävydestä ja kaivojen toiminnasta
 - Vedeneristeistä otetaan näytepalat



Kuva 2 Työmaan kosteusriskien kartoitus (RIL 2011, 98)

3.1.1 Ontelovesi

Ontelolaattojen onteloissa voi olla vettä ennen kuin ne kuljetettu työmaalle. Ennen asennusta on varmistettava, että onteloiden päissä olevat valutulpat ovat paikoillaan. Laatoissa on paljon erilaisia varauksia mm. parvekesaranoille. Tukkeena tulisi käyttää materiaalia, joka ei ime itseensä kosteutta. Holvi on säiden armoilla, ennekuin seuraava kerros ja vesikatto ovat valmiita, jolloin sadevesi voi päästä onteloihin vielä työmaalla.

Ontelolaatan molempiin päihin noin 500 mm:n etäisyydelle laatan päistä porataan tehtaalla laatan alapintaan onteloiden kohdille vedenpoistoreiät $\varnothing 10$ tai $\varnothing 12$ mm. Mikäli laatan päähän on suunniteltu Deha-nostotapit, tehdään vedenpoistoreiät noin 1000 mm:n päähän laatan pästä. Kylpyhuonelaatoissa, joissa varaus on laatan päässä, reiät porataan vain laatan toiseen päähän. Vesireiät toimivat rakennusvaiheessa mahdollisesti elementin sisään kertyvän veden poistoaukkoina. Reikiä täytyy lisätä, jos ontelosta tulee vettä. Reiät saa täyttää vasta kun todetaan ettei ontelossa ole likaa kosteutta.

(Parma suunnitteluohje 2013)

Talvella saumoihin päässyt lumi tulee poistaa ennen valua. Pakkaslumi poistetaan esimerkiksi lehtipuhaltimella, kolalla, lapiolla tai höyryllä. Höyryllä sulatettaessa on varmistettava, ettei laatasta pääse jäätymään. Laatan alla voidaan käyttää esim. kaasulämmittimiä.

3.1.2 Rakenteisiinjäävä kosteus

Rakenteisiin kosteutta kertyy valmistuksessa käytettävästä vedestä, rakennustuotteista ja työaikaisesta kastumisesta. Rakennuskosteus pyrkii poistumaan rakenteesta, kunnes rakenne on saavuttanut tasapainokosteuden ympäristön kanssa. Tasapainokosteus on tilanne, jolloin kosteus ei siirry ympäristön ja rakennusaineen välillä. Betonirakenteen sisällä saa olla korkeahko kosteuspitoisuus, kunhan kosteus arviointisyvyydellä ei nouse liian korkeaksi. (RIL 250-2011, 68).

3.1.3 Tiivistävä kosteus

Sisäilmasta rakenteisiin päässyt liiallinen kosteus voi tiivistyä ja jäätyä. Syksy ja talvi ovat kriittisimpiä, koska ulkoilman lämpötila on alhainen ja vesihöyryn määrä on pienempi kuin sisäilmassa. Kondensoituminen tarkoittaa vesihöyryn tiivistymistä rakenteissa vedeksi tai jääksi, kun ilman vesihöyrypitoisuus on saavuttanut kyseisessä kohdassa kyllästyskosteuspitoisuuden RH 100%. Erityisen arkoja kohtia ovat nurkat ja elementtien saumat, joissa puutteelliseksi jäänyt eristys aiheuttaa yllämainitun kastepisteen muodostumisen

Lämmönjohtavuus materiaaleilla on erilainen. Esim. betonilla se on 1.7W/mK. Kylmäsiilat aiheuttavat ongelmia rakenteissa. Ulkoilma jäädyttää rakenteen pintaa ja lämmin sisäilma kulkeutuu suuremmasta osapaineesta pienempään päin, jolloin liittymä kohdassa tapahtuu kondensoituminen. (Björkholz, Lämpö ja kosteus)

3.2 Betonin kuivuminen

Betonin kuivuminen on suhteellisen hidasta, johtuen betonin ominaisuuksista, rakenneratkaisusta ja kuivumisolosuhteista. Betonin kuivuminen on yhteydessä sisävalmistusvaiheeseen ja vaikuttaa rakentamisaikatauluun merkittävästi. Jos kuivumisaikatauluja ei oteta huomioon, seurauksena voi olla aikataulun viivästyminen tai pahimmassa tapauksessa liian märän rakenteen päällystämistä aiheutuva kosteusvaurio. (Merikallio 2002, 32) Betonin vesisementtisuhteen pienentyessä betonista tulee tiiviimpää, jolloin sen kyky imeä vettä heikkenee. Kastumisen vaikutus on sitä suurempi, mitä myöhemmässä vaiheessa kastuminen tapahtuu. (Merikallio 2002,34)

Betonin kuivumiseen vaikuttaa myös rakenneratkaisu, mihin suuntiin betoni pääsee kuivumaan. Myös rakennepaksaus, betonilaatu ja kuivumisolosuhteet vaikuttavat kuivumiseen. Mitä paksumpi rakenne, sitä kauemmin betoni kuivuu. Betonin laadulla voidaan nopeuttaa kuivumista; käytetään nopeammin kuivuvia laatuja, suurempaa raekokoa ja pientä vesi sementti suhdetta. (Merikallio 2002,35)

Arkta oy:n käyttämiä tavoitekosteuksia ja kuivumisaika-arvioita

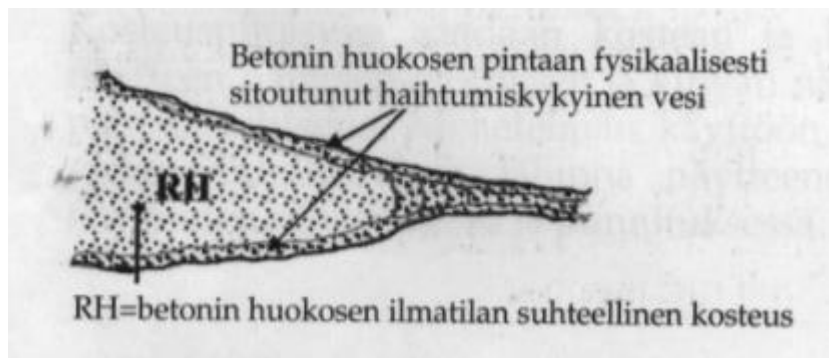
- Alapohja + parketti
 - Lautaparketin tavoitekosteus on RH 85 %.
 - Kuivumisaika-arvio on 12 viikkoa.
- Alapohja + kosteat tilat
 - Veden eristeen ja keraamisten laattojen tavoitekosteus on RH 90 %.
 - Kuivumisaika-arvio on 7 viikkoa
- Välipohja + parketti
 - Parketin tavoitekosteus on RH 85 %
 - Kuivumisaika-arvio on 9 viikkoa
- Välipohja + kosteat tilat

Veden eristeen ja keraamisten laattojen tavoitekosteus on RH 90 %

(Arkta)

3.2.1 Betonin normaali kuivuminen

Betonissa oleva huokosvesi poistuu betonista ja samaan aikaan betoni myös kutistuu veden poistuessa. Betoni pyrkii tasapainikosteuteen ympäristönsä kanssa. Kovettumisreaktiossa (hydrataatio) osa vedestä sitoutuu betoniin. Usein lattiabetonin vesi sementti suhde on 0,6-0,8 vettä on 180-200 l/m³. Siitä sitoutuu kemiallisesti 50-70 l/m³. Betoniin jää hydrataation jälkeen haihtumiskykyistä vettä. Betonin huokosissa oleva suhteellinen kosteus on suurempi kuin ympäristön, tämän takia vesi siirtyy haihtumalla ympäristöön ja pinta kuivuu. Syvemmältä betoni kuivuu kapillaarijohtumisella ja diffuusiolla. Kapillaarisessa kuivumisessa vedellä on yhtenäinen huokosverkosto, joka tulee ilmatäytteiseksi. Diffuusiolla kuivuminen perustuu vesihöyryn siirtymistä suuremmasta osaspaineesta pienempään päin. (Merikallio 2002, 33)



Kuva 3. betonissa haihtumiskykyistä vettä on sekä ilmatilassa että huokosen pintaan fysikaalisesti kiinnittyneenä. (Merikallio 2002)

3.2.2 Betonin kuivattaminen

On suunniteltava mihin kosteuteen rakenteet tulisi kuivattaa. Rakennuksen lämmitys aloitetaan sen omalla lämmitysjärjestelmällä heti, kun rakennuksen vaippa on vesitiivis. Rakenteiden kuivumisolosuhteet ja kuivumiselle lasketaan aika-arvio. Kuivattaminen tapahtuu lämmittämällä rakennetta, haihduttamalla kosteutta rakenteesta tai kosteuden sitominen ja sen hallittu poistaminen. (Kuva 4). Rakennukseen luodaan optimaaliset kuivumisolosuhteet (lämpötila + 20°C ja RH alle 50%).



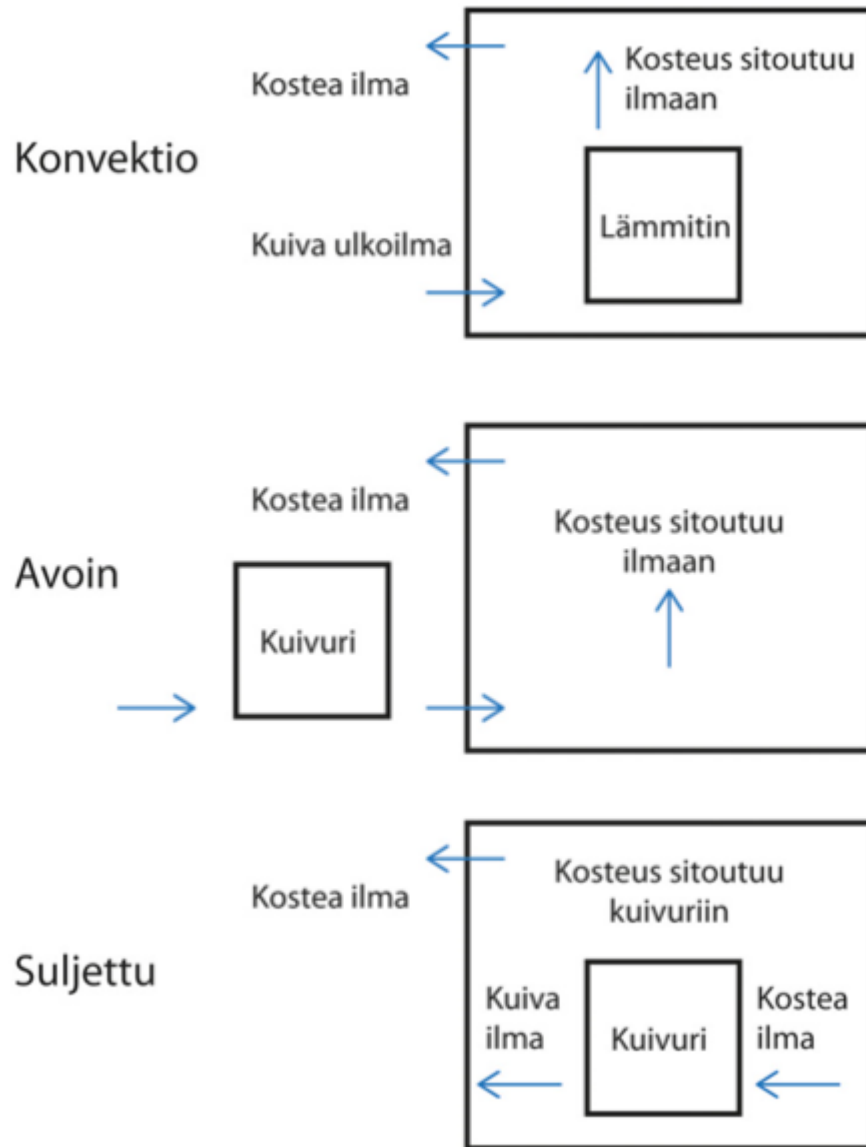
Kuva 4. Kosteuden poistuminen rakenteesta (Merikallio 2002,23)

Käytössä on erilaisia kuivausjärjestelmiä:

- Avoin järjestelmä: tilan ilma lämmitetään ja ilma vaihdetaan kosteudeltaan matalampaan ulkoilmaan.
- Puhalluskuivauksessa puhalletaan kuivaa ilmaa rakenteeseen ylipainepuhaltimella ja kostea ilma poistetaan hallitusti rakenteesta
- Suljettu järjestelmä: rakenteen kostea ilma imetään pois ja kuiva ilma johdetaan rakenteeseen, tilan pitää olla ilmatiivis. Infrakuivaus, jossa rakennetta lämmitetään ja jäähdytetään jaksoissa. (Kuva 5) Betonin kuivumista tulisi mitata säännöllisesti, jotta pystytään seuraamaan kuivumiskäyriä.

Kuivauskalusto:

- Kosteudenerottimet
Kosteuserotin kierrättää huonetilan ilmaa ja erottaa ilmassa olevan kosteuden.
- Ilmankuivaajat
Adsorptio – ja turbiinikuivain, rakenteiden ja rakennekerrosten imu – ja puhallus-turbiinikuivaus.
- Puhaltimet
Aksiaalipuhallin, huolehtii voimakkaasta ilman virtauksesta kuivattavissa tai tuuletettavissa tiloissa.
- Säteily- ja kiertoilmakuivaimet
Betonirakenteiden kuivattaminen sekä uudisrakentamisessa, että kosteusvauriokohteissa.



Kuva.5 Kuivausjärjestelmiä (kosteudenhallinta.fi)

4 KOSTEUSMITTAUS

4.1 RT-Kortin ohjeet

Betonin suhteellinen kosteudenmittaus tulee tehdä siihen tarkoitettulla mittalaitteella. Useimpien sähköisten kosteuden mittauslaitteiden toiminta perustuu sähkökapasitiivisiin ilmiöihin. Suhteellisen kosteudenmittauslaitteet koostuvat kosteusanturista (mittapäästä) ja mittauslaitteesta (elektroniikkayksikkö/ lukulaite/näyttölaite). Jotkut näyttölaitteet toimivat myös tiedonkeruuyksiköinä (loggereina). Laitteistoon voi myös liittyä erillinen jatkuvan tiedon keräysyksikkö. Antureiden tarkkuus on aina laitekohtainen. Antureiden tarkkuus tunnettuun vertailukosteuteen nähden voi olla parhaimmillaan $\pm 1\%$ suhteellista kosteutta. Yleensä rakennekosteusmittauksissa käytettävien mittalaitteiden tarkkuus on suuruusluokkaa $\pm 2-3$ RH-yksikköä. On otettava huomioon, että mittauksen tarkkuus on lähes aina edellä esitettyä huonompi erinäisistä mittaustapahtumaan vaikuttavista tekijöistä johtuen (mittaus suorituksen yksityiskohdat ja mittausolosuhteet). Mittalaitteiden on suositeltavaa olla mitoiltaan pieniä ja painoltaan kevyitä, jotta lämpötilamuutosten vaikutukset mittaustuloksiin pysyvät mahdollisimman pieninä. Mittapään varren kautta ei saa tapahtua kosteuden virtaamista mittauskohdasta huonetilaan, josta mitta-anturi on asennettu rakenteeseen. Mittapään mahdollisimman pieni kosteuskapasiteetti nopeuttaa tasapainokosteuden löytymistä mitattavan materiaalin ja linjamittapään kosteus-sensorin välille. Jopa mittapään likaantuminen voi vaikuttaa kosteuskapasiteettiin ja sitä kautta taasaantumisen nopeuteen. Betonipölyinen kärki saattaa sitoa itseensä huomattavasti betonista tulevaa kosteutta ennen kuin kosteus tavoittaa kosteussensorin.

(RT 14- 10984)

4.1.1 Porareikämittaus

Porareikämittaus on tarkimmillaan, kun lämpötila on $+15-+25^{\circ}\text{C}$. Olosuhteiden on oltava riittävän lähellä rakennuksen normaalia käyttölämpötilaa ja porareikämittauksen suosituslämpötiloja. Betonirakenteen pinnalla olevan ilman ja rakenteessa olevan mittapään lämpötila välinen ero ei saa olla yli 2°C . Jos lämpötila poikkeaa käyttölämpötilasta yli 5°C tai betonin tai ilman lämpötila on alle 15°C tai yli 25°C , kosteusmittaus tulee tehdä näytepalamenetelmällä. Olosuhteiden on mittauspisteen ympärillä ja ympäristössä oltava

vakaina porauksesta lukemien ottoon asti. Mitattaessa lattialämmityksen vaikutusalueella, lattialämmitys katkaistaan viimeistään viikko ennen mittaushetkeä, sillä betonin ja yläpuolisen ilman välinen lämpötilaero ja lämmityksen aikaansaama kosteuden tehostettu siirtyminen mittauspätkään saattaa aiheuttaa erittäin suurta mittauserätarkkuutta. Muussa tapauksessa luotettava tulos saadaan vain näytepalamenetelmällä samoin kuin silloin, jos betonia on esimerkiksi tehokuivatettu ennen mittaushetkeä nostamalla huomattavasti betonin lämpötilaa. Mittaussyvyys porareikämenetelmällä on vähintään 10 mm. (RT 14-10984, 3)

4.1.2 Wiiste oy:n SolidRH järjestelmä

SolidRH on luotettava, kustannustehokas ja helppokäyttöinen järjestelmä rakenteiden kosteus- ja lämpötilaseurantaan sekä pinnoitettavuusmittauksiin. Järjestelmä koostuu erityyppisistä langattomista mittaustureista, käsikäyttöisestä lukulaitteesta sekä Realia-pilvipalvelusta mittaustulosten hallintaan. Mittaustekniikaltaan SolidRH perustuu yleisesti rakennekosteusmittauksissa käytettyyn kapasitiiviseen suhteellisen kosteuden anturiin ja mahdollistaa betonin suhteellisen kosteuden mittaamisen tarkasti halutuilta syvyyksiltä. Pilvipalveluna selaimessa toimivalle Realia-tiedonhallintaohjelmalla voidaan helposti laatia kosteusmittaussuunnitelma, tallentaa tulokset lukulaitteesta sekä seurata rakenteiden kuivumista selkein graafein ja tulostettavin raportein.

SolidRH SH1-anturin käyttö

SH1 asennetaan valun aikana linjauksen yhteydessä. Anturi jää kiinteästi rakenteeseen ja se soveltuu pitkäaikaiseen seurantaan myös pinnoituksen jälkeen. Toimii kuten porareikämittaus. Anturin lukupään ja lukulaitteen maksimiluketaisyys on noin 40 mm vaihdellen hieman välimateriaalista riippuen.

Mittaussyvyys. RT- kortin mukaan

Anturi mittaa betonin suhteellisen kosteuden valitulla mittaussyvyydellä välillä 15-70 mm. Anturit toimitetaan valmiiksi mitoitettuna ja mittaussyvyys ohjelmoituna anturin

muistiin. Jokainen anturi on yksilöllisesti sarjanumeroitu. Sarjanumero on ohjelmoitu anturin muistiin ja se luetaan aina mittauksen yhteydessä. Sarjanumeron avulla mittaustulos voidaan yhdistää pohjakuvaan myös myöhemmin tuloksia tarkasteltaessa.

Kalibrointi

Kiinteästi asennettavat SolidRH SH-sarjan anturit toimitetaan tehdaskalibroituina. Ohjeiden mukaisesti säilytettynä ja asennettuna kalibrointi on voimassa yhden vuoden. Antureita ei tyypillisesti kalibroida enää asennuksen jälkeen, jolloin ajan myötä tapahtuva mittaustarkkuuden heikentyminen on huomioitava mittaustuloksia tarkastellessa.

Ominaisuudet

Mittausalue 0–100 % RH, -40–125°C, Tarkkuus ± 2.5 % RH, ± 0.2 °C. Betoniin kiinteästi valun aikana asennettava kosteus- ja lämpötila-anturi, rakenteen kuivumisen seuranta ja todellinen kosteustilanne aina tiedossa. Kohteen mittaustiedot Realia- pilvipalvelussa digitaalisesti, kuivaustoimenpiteiden tarve ja seuranta. Jälkiseuranta, rakennekosteuden mittaaminen pinnoitusten jälkeen rikkomatta päällystysmateriaalia ja vedeneristeitä. Sähköinen raportointi. Tuotekortti (wiiste.com)

4.1.3 Muut kosteusmittaukset

Näytepalamittaus

Näytepalamenetelmä on porareikämenetelmää nopeampi menetelmä suhteellisen kosteuden määrittämiseksi, ellei mittaustuloksia tarvita todella syvältä betonista. Menetelmää voidaan käyttää -20–+80 °C lämpötiloissa tai kun vallitsevat lämpötilaolosuhteet ovat epävakait ja tulos tarvitaan nopeasti. Näytepalamittauksessa mittausolosuhteiden lämpötila ja mitattavan rakenteen lämpötila eivät vaikuta saatavan kosteuspitoisuusarvon luotettavuuteen. Mittaussyvyys näytepalamenetelmällä on vähintään 2 mm. (RT 14-10984, 6)

Pintakosteusosoitin

Pintakosteusosoittimella kerätään vertailuhavaintoja. Mittarin toiminta perustuu mitattavan materiaalin vesipitoisuuden muuttuessa tapahtuviin sähköisiin ominaisuuksiin. Mittalaitteiden toimintaperiaatteesta sekä rakennusmateriaalien ominaisuuksien vaihtelusta johtuen mittaustuloksia voidaan pitää lähinnä suuntaa-antavina. (Merikallio 2002,6.)

4.2 Mittausten toteutus esimerkkikohteessa

Esimerkkikohde sijaitsee Vuoreksen kaupunginosassa. Rakensimme sinne kolme viisi-kerroksista täyselementtitaloa, ensimmäisen talon aloitus oli kesäkuun lopussa ja viimeinen talo oli säältä suojassa helmikuussa. Alimmassa kerroksessa on maanvarainen lattia, joka on valettu ennen kerroksia ja ylemmät kerrokset on toteutettu ontelolaatoilla. Asuntoja kerroksessa on 12 kappaletta ja jokaiseen asuntoon asennettiin valmis kylpyhuone elementti. Konttien kohdalla on kololaatta, joka valetaan umpeen LVI-töiden jälkeen. Asuntoja kohteeseen tulee yhteensä 159 kappaletta ja kosteusmittauksia tehdään 17. eri kohdasta /talo ja yhteensä 51. pisteestä. Talojen kosteusmittaukset on aloitettu marraskuussa ja jatkuvat edelleen viimeisessä talossa.

Kohteessa on Wiisteen kosteusmittausjärjestelmä. Kerroksessa on kolmesta neljään mittapistettä per kerros. Mittaus tiheys on noin kerran viikossa, jonka avulla voidaan reagoida kerroksen kuivumisolosuhteisiin. Kerrosten mittauskohdat valittiin erikohdista taloa, jolloin saatiin vertailukelpoiset tulokset kerroksen kosteudesta. Ulkopuolinen kosteusmittaaja tilattiin, kun omilla mittauksilla on päästy tavoitekosteuteen. Porareikämittaukset tehtiin läheltä omia mittapisteitä. Kerroksista otettiin mittaus kahdesta kohtaa.

4.2.1 Mittaustulosten vertaileminen

Aluksi tehtiin Wiisteen ja porareikämittauksen vertailu ensimmäisen talon kahdesta kerroksesta. Mittausvertailu suoritettiin kerroksien kahdesta eri asunnoista. Ensimmäisen kerroksen lattia oli maanvarainen 80 mm betonilattia ja toisen kerroksen lattia oli kololaatan päälle valettu 200 mm betonilattia. Maanvaraisen betonilaatan mittaus syvyudet olivat pinnalta 15mm ja 30 mm. Kololaatan päältä mittaussyvyudet olivat 32 mm ja 70

mm. Mittaustuloksista kävi ilmi, että porareikämittaus näytti lattian hiukan kuivempänä kuin Wiisteen mittaus. (Taulukko 1 ja 2)

4.2.2 Mittaustulosten tulkinta

Päätimme muuttaa Wiisteen ja ulkopuolisen porareikämittauksien mittaussyvyysiksi siten, että betonivalun ja ontelokentän päälle tuli pumpputasoitetta (kerrospaksuus 5-30 mm). Porareikämittaus suoritettiin tasoitteen pinnasta, oikeilta arviointi syvyyksiltä (0,4 x kerroksen paksuus) ja Wiisteen mittaus suoritettiin betonin pinnasta, oikeilta arviointi syvyydeltä. (0,4 x jälkivalun paksuus) Täten saimme tietoa koko rakenteen eri syvyyksiltä olevasta kosteudesta ja rakenteen kuivumisesta. Wiisteen ja porareikämittauksen arviointisyvyys oli 70 mm. Mittaustulokset alla olevassa taulukossa.

Wiisteen mittaus

Mittauspiste	Mittaus-syvyys	Anturi nro	Aika	Ympäristö T °C	Ympäristö RH%	T (°C)	RH (%)
A1	15	SH12072	15.12.2017	17.17	31.32	18.77	94.21
A1	32	SH11889	15.12.2017	17.17	29.95	18.72	90.73
A5	15	SH12118	15.12.2017	18.41	60.01	18.40	100.00
A5	32	SH12050	15.12.2017	18.41	60.01	18.02	96.23
A11	32	SH12541	15.12.2017	17.12	35.74	19.95	93.42
A11	70	SH12290	15.12.2017	17.08	35.74	19.93	96.41
A16	32	SH12223	15.12.2017	16.38	42.62	18.32	99.90
A16	70	SH12424	15.12.2017	16.42	42.42	21.27	94.38

(Taulukko 1)

Porareikämittaus

Mittaus- piste	Mit- taus-sy- vyys	Anturi nro	Aika	Ympä- ristö T (°C)	Ympä- ristö RH (%)	T (°C)	RH (%)
A1	15	457	15.12.2017	17.6	35.1	17.4	81.1
	32	455	15.12.2017	17.6	35.1	18.0	90.0
	32	U6	15.12.2017	17.6	35.1	17.0	92.8
A5	15	A9	15.12.2017	17.8	60.9	18.0	91.9
	32	471	15.12.2017	17.8	60.9	17.8	93.6
	32	448	15.12.2017	17.8	60.9	17.8	94.0
A11	32	447	15.12.2017	20.3	29.7	20.5	91.8
	70	461	15.12.2017	20.3	29.7	21.2	94.1
	70	453	15.12.2017	20.3	29.7	21.0	93.5
A16	32	463	15.12.2017	16.8	38.8	17.1	98.3
	70	470	15.12.2017	16.8	38.8	18.5	94.9
	70	468	15.12.2017	16.8	38.8	18.6	95.8

(Taulukko 2)

Arviosyvyydeltä mitatut kosteudet näyttivät Wiisteen mittauksilla hivenen porareikämit-
tausta kosteammalta.

5 POHDINTA

Wiiste oy:n kosteudenhallintajärjestelmä voidaan kosteuden ja olosuhteiden seuranta aloittaa heti antureiden asennusten jälkeen. Tällöin voidaan ennakoida kuivaustoimenpiteiden tarvetta ilman aikatauluyllätyksiä ja turhia kuivauskuluja. Kosteusmittauskierrokseen kuluva aika joitakin minuutteja ja sen pystyy tekemään työmaan oma henkilöstö. Lukulaitteella saadaan anturin päältä mitattua kosteus ja lämpötila luotettavasti, tällöin pystytään välttämään porareikämittausten ongelmat. Lukulaitteelta tiedot saadaan siirrettyä WSync-ohjelman avulla Realia-pilvipalveluun, josta pystytään seuraamaan kuivumista ja tulostamaan raportteja. Sovellus on web-pohjainen, joten uusin tieto on kaikkien osapuolten käytettävissä.

SolidRH- laitteistolla pystyy seuraamaan rakennekosteutta vielä vuosia pinnoituksen jälkeen rikkomatta päällystysmateriaalia tai vedeneristettä. Tämä tuo varmuutta ja lisäarvoa rakennusten loppukäyttäjille. Mielestäni Wiiste on nopea, luotettava ja kustannustehokas järjestelmä, mikä pitäisi ottaa kaikille työmaille käyttöön.

Kosteuden hallinta betonirakenteisissa elementtitaloissa on hankalaa, koska rakentajat joutuvat olemaan sää olojen armoilla. Olemme rakentaneet kolme eri kerrostaloa, joista ensimmäisen talon runkotyöt aloitettiin kesäkuussa ja viimeinen talo saatiin säältä suojaan helmikuussa. Näiden talojen rakentamisolosuhteet ovat vaihdelleet huomattavasti. Kesä ja syksy olivat todella sateisia. Ensilumi tuli jo lokakuussa, jonka jälkeen säät vaihtelivat rajusti. Päivälämpötila meni pakkaselle ja satoi lunta, seuraavana päivänä saattoi lämpötila nousta plussalle ja sataa vettä ja jälleen lämpötila mennä pakkaselle. Rakentamisolosuhteet olivat todella haastavat koko runkovaiheen ajan. Tämänkaltaisissa olosuhteissa on oltava valppaana, jotta pystyy puuttumaan riittävän ajoissa korjattaviin toimenpiteisiin.

Sääsuojan käytöstä olisi rakentamisessa suuri hyöty, koska sillä saataisiin luotua hyvät rakentamisolosuhteet eikä tarvitsisi olla säiden armoilla. Sääsuojan käyttö lisää kustannuksia, mikä johtaisi asuntojen kallistumiseen.

Oma osaaminen ja tietämys kosteudenhallinnasta on parantunut huomattavasti tämän opinnäytetyön johdosta, koska olen perehtynyt syvemmin betonin kuivumiseen ja olosuhteiden hallintaan rakentamisen eri vaiheissa. Kiinnostus kosteudenhallinta asiasta on kasvanut huomattavasti ”tieto lisää tuskaa” ja haluan oppia lisää olosuhdehallinnasta, jotta pääsisi aina hyvään lopputulokseen rakentamisessa.

LÄHTEET

Björkholz, D.1987. Lämpö ja kosteus, Rakennusfysiikka. Helsinki: Rakentajain kustannus oy. Luettu 14.4.2018

<http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Rakenteiden-lampotekniikka>

By 47. 2013. Betonirakentamisen laatuohjeet. Helsinki: BY-Koulutus oy.

Merikallio, T.2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Suomen betonitieto oy.

Merikallio, T. 2007. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet. Helsinki: Suomen Betonikeskus oy.

Merikallio, T. 1998. Kosteuden hallinta rakennustyömaalla. Forssa: Humittest oy.

Niemelä, T. 2014. Kosteusvaurioiden ehkäiseminen rakennustuotannossa. Helsinki: suomen Rakennusmedia oy.

Ratu 07-3032 1996 Rakenteiden lämmitys ja kuivaus Ratu- kortisto. Helsinki: Rakennustieto oy.

RIL 205-2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto ry.

RT 14-10984. 2010 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. RT -ohjekortti. Helsinki: Rakennustieto oy.

Vinha, J. 2009. Rakennusfysiikan perussäännöt suunnittelussa ja rakentamisessa. Rakentajan kalenteri 2009,397–398. Luettu 15.4.2018

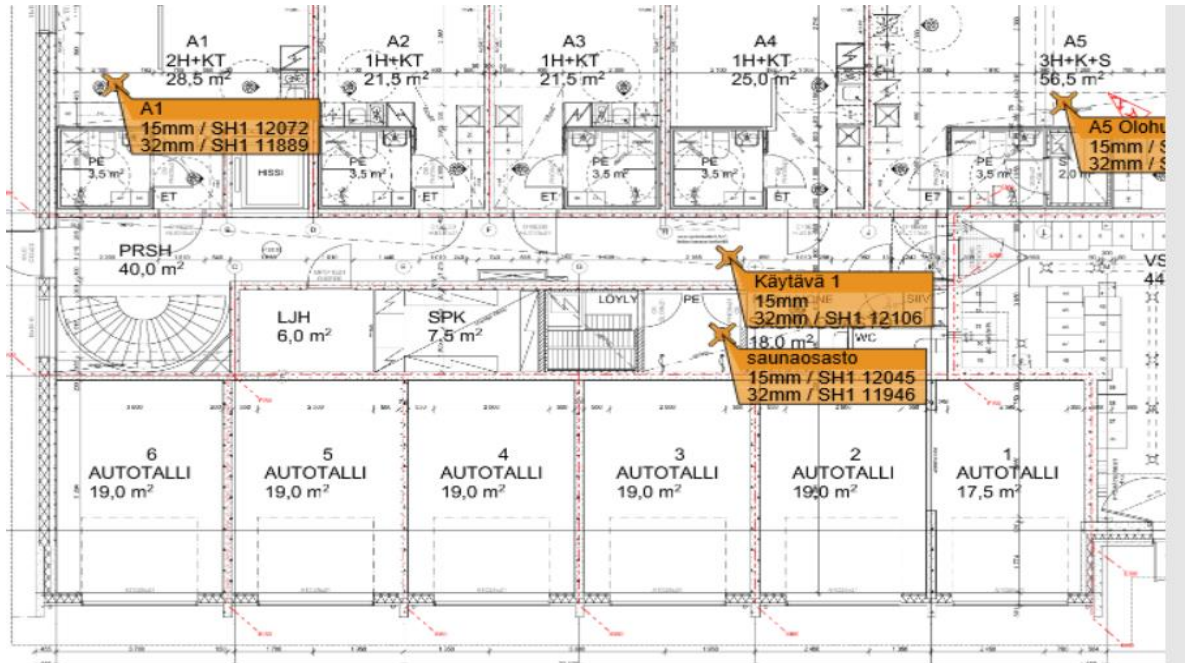
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK080303.pdf>

<http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/kuivatus/kuivatuksen-suunnittelu-ja-toteutus>

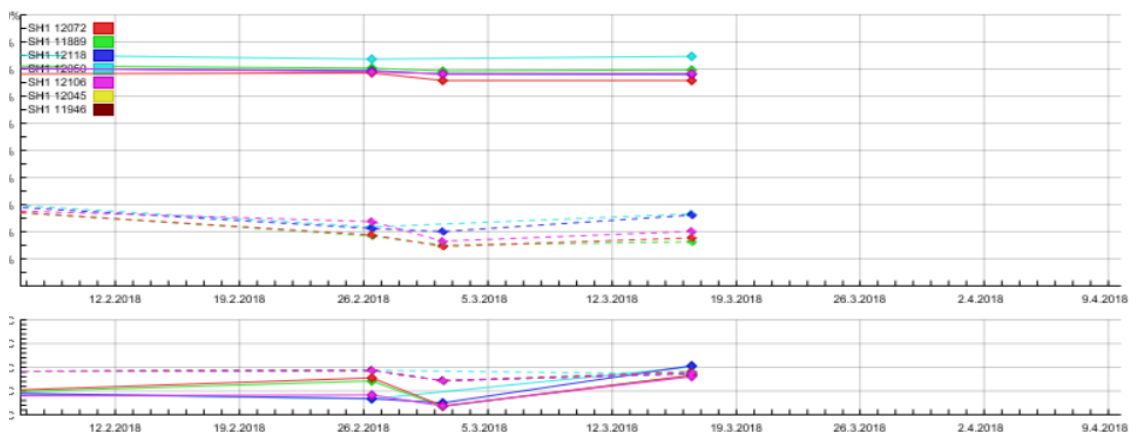
<http://www.wiiste.com/>

LIITTEET

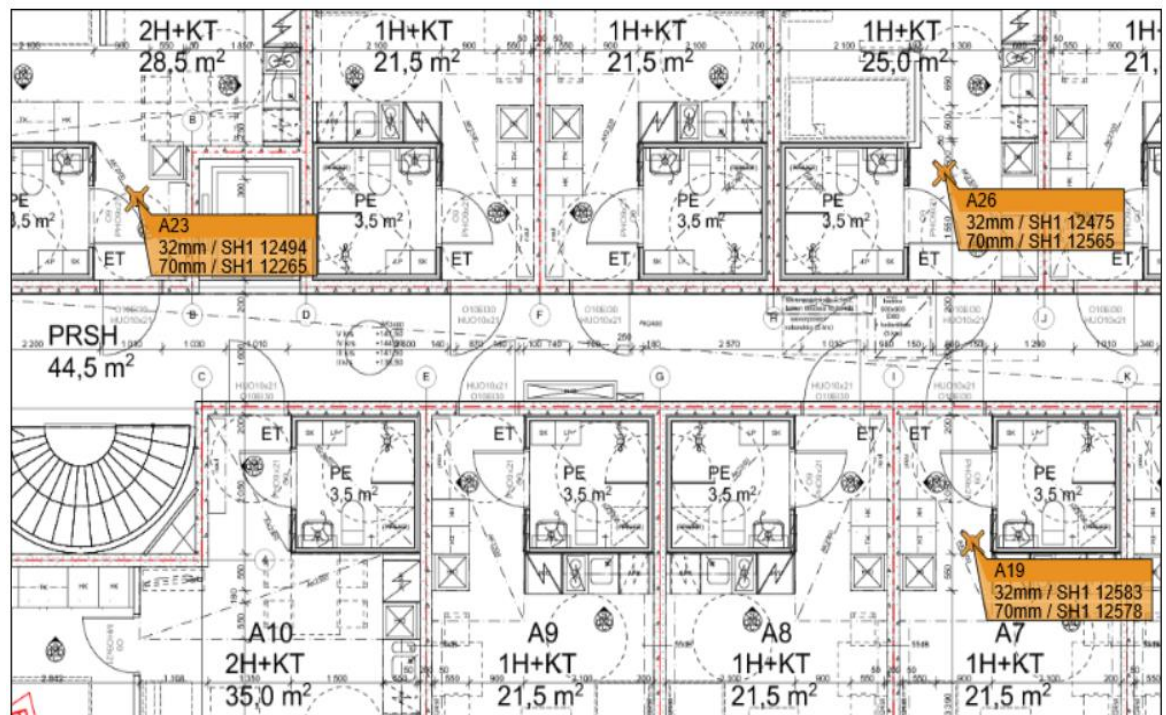
Wiiste optio 1 kerros



Mittapiste	Mittaus syvyys [mm]	Anturi #	Viimeisin mittaus				
			Aika	Ympäristö T [°C]	Ympäristö RH [%]	T [°C]	RH [%]
A1	15	SH1 12072	16.03.2018 11:30	19.02	17.76	18.28	75.76
A1	32	SH1 11889	16.03.2018 11:30	19.10	16.28	18.32	79.64
A5 Olohuone	15	SH1 12118	16.03.2018 11:31	18.62	26.14	20.33	77.94
A5 Olohuone	32	SH1 12050	16.03.2018 11:31	18.58	26.61	20.10	84.67
Käytävä 1	32	SH1 12106	16.03.2018 11:31	18.75	20.15	18.03	78.36

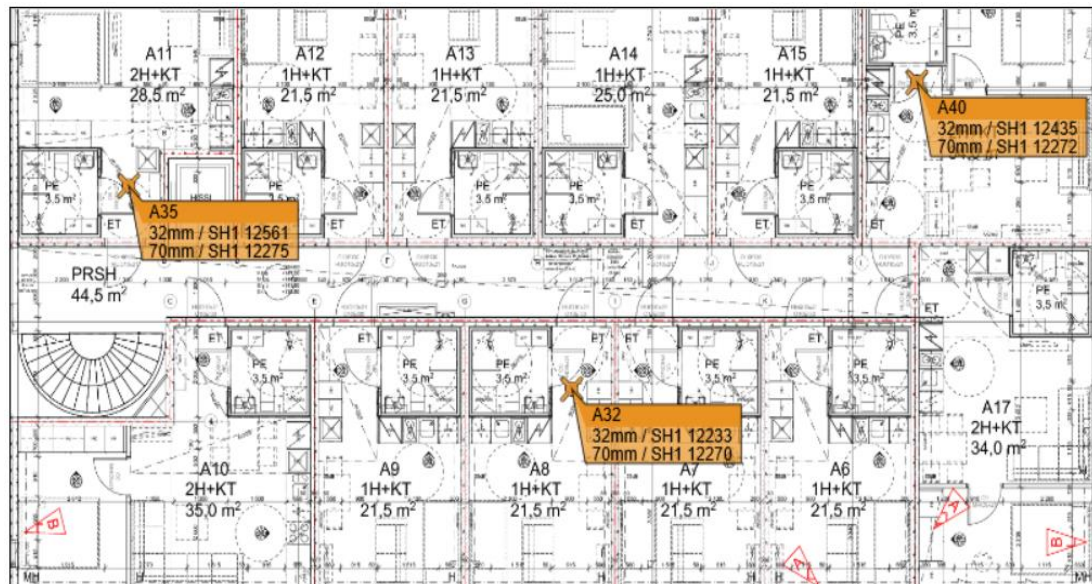


Wiiste Optio 3 kerros



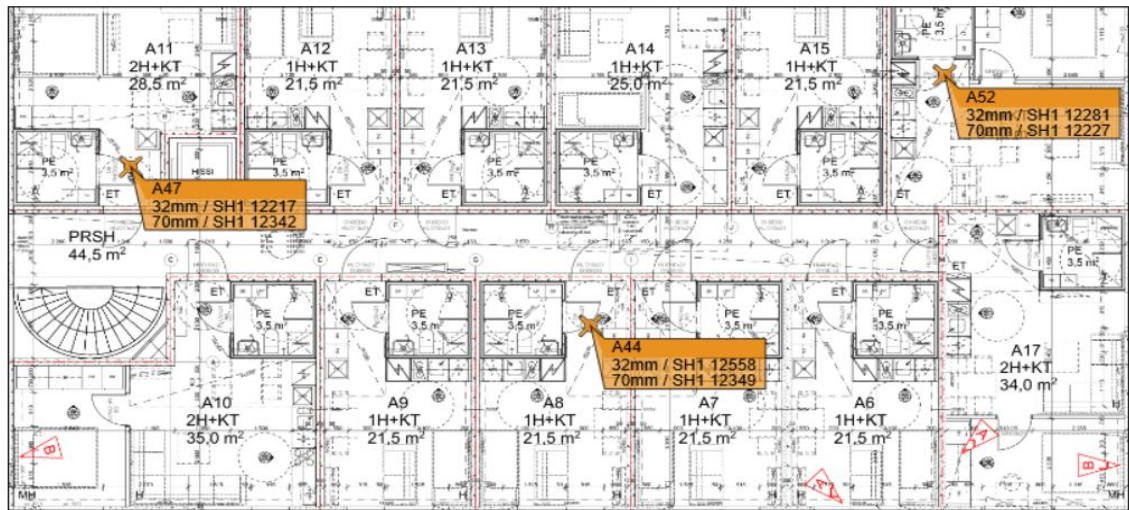
Mittapiste	Mittaus syvyys [mm]	Anturi #	Viimeisin mittaus				
			Aika	Ympäristö T [°C]	Ympäristö RH [%]	T [°C]	RH [%]
A19	32	SH1 12583	02.03.2018 11:06	18.41	17.46	19.11	79.61
A19	70	SH1 12578	02.03.2018 11:06	18.35	17.56	17.94	83.31
A23	32	SH1 12494	02.03.2018 11:05	18.09	17.40	17.00	76.40
A23	70	SH1 12265	02.03.2018 11:05	18.14	17.59	16.90	84.01
A26	32	SH1 12475	02.03.2018 11:05	18.18	17.44	19.17	77.22
A26	70	SH1 12565	02.03.2018 11:06	18.22	17.60	20.26	86.14

Wiiste Optio 4 kerros



Mittapiste	Mittaus syvyys [mm]	Anturi #	Viimeisin mittaus				
			Aika	Ympäristö T [°C]	Ympäristö RH [%]	T [°C]	RH [%]
A32	32	SH1 12233	02.02.2018 14:57	19.37	34.13	18.63	74.65
A32	70	SH1 12270	02.02.2018 14:57	19.33	33.74	18.65	79.36
A35	32	SH1 12561	02.02.2018 14:57	19.29	32.53	19.15	72.21
A35	70	SH1 12275	02.02.2018 14:57	19.29	32.20	19.16	77.01
A40	32	SH1 12435	02.02.2018 14:58	19.37	34.88	19.83	79.90
A40	70	SH1 12272	02.02.2018 14:58	19.37	34.82	20.95	81.99

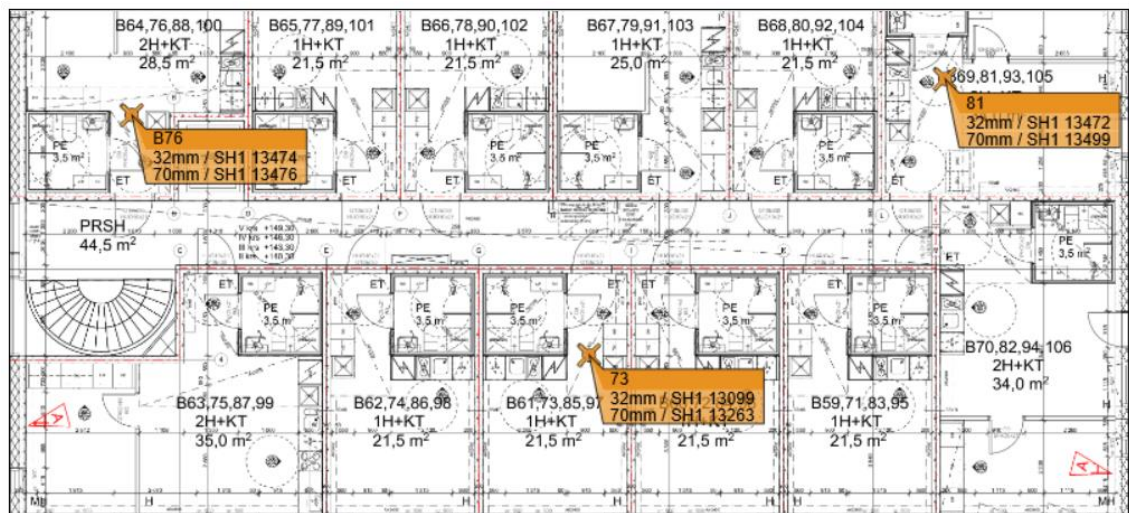
Wiiste Optio 5 kerros



Mittauhistoria

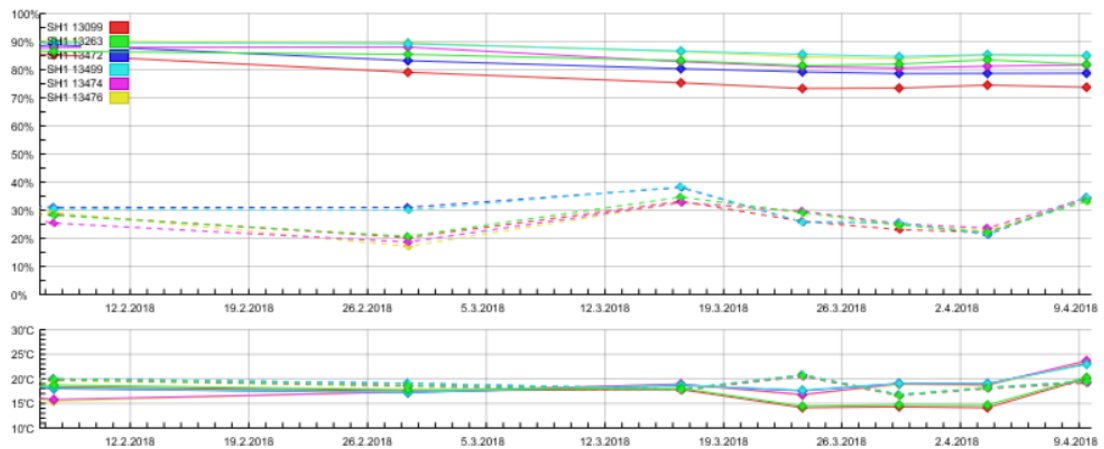
Mittapiste	Anturi #	Mittaus syvyys [mm]	09.01.2018	12.01.2018	16.01.2018	19.01.2018	23.01.2018	26.01.2018	30.01.2018	02.02.2018
			RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]
A44	SH1 12558	32	81.43 20.30	81.05 19.80	80.39 17.88	79.45 17.59	79.57 17.56	78.83 16.72	78.88 19.08	78.88 20.04
A44	SH1 12349	70	82.08 20.25	81.95 19.78	81.90 17.53	80.58 17.49	80.43 18.02	80.38 16.65	80.03 19.07	79.93 19.96
A47	SH1 12217	32	78.32 20.93	77.49 19.80	76.95 19.16	75.84 18.58	75.30 18.97	74.87 18.16	75.32 18.87	74.76 19.64
A47	SH1 12342	70	84.24 21.17	83.86 19.76	84.48 19.00	82.84 18.64	82.48 19.00	82.29 18.28	82.57 19.03	81.79 20.04
A52	SH1 12281	32	79.59 20.22	79.46 20.54	78.33 18.46	77.32 17.04	77.06 18.49	76.82 18.34	77.61 20.81	77.65 21.71
A52	SH1 12227	70	82.80 19.52	82.92 19.85	83.29 18.60	82.10 17.18	81.95 18.17	81.68 18.46	81.30 20.12	81.28 20.88

Wiiste Ratio 3 kerros



Mittaushistoria

Mittapisti	Anturi #	Mittaus syvyys [mm]	24.01.2018	07.02.2018	28.02.2018	16.03.2018	23.03.2018	29.03.2018	03.04.2018	09.04.2018
			RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]	RH [%] T [°C]
73	SH1 13099	32		85.34 18.31	79.07 17.58	75.34 17.83	73.31 14.13	73.45 14.31	74.52 14.12	73.75 20.09
73	SH1 13263	70		86.57 18.72	85.45 17.79	83.22 18.08	81.48 14.42	81.98 14.74	83.54 14.67	81.88 20.29
81	SH1 13472	32	82.36 22.77	88.87 18.01	83.21 17.20	80.35 18.66	79.23 17.59	78.63 19.06	78.70 19.01	78.75 23.10
81	SH1 13499	70	87.54 22.97	89.70 18.12	89.22 17.22	86.64 18.73	85.47 17.68	84.67 19.06	85.36 19.04	85.10 22.94
B76	SH1 13474	32	84.97 21.43	87.88 15.79	88.04 17.32	82.87 18.95	81.07 16.80	80.59 19.03	81.26 18.80	81.69 23.68
B76	SH1 13476	70	89.91 21.40	90.22 15.47	89.53 17.43	86.44 18.90	84.56 16.68	83.86 18.86	85.28 18.60	84.78 23.45



Porareikämittaus

Vuoreksen Optio

Mittauspöytäkirja

Mittaustapa: RT 14-10984, porareikämenetelmä

Mittauspäivämäärä: 2.2.2018

Porauspäivämäärä: 30.1.2018

Mittaaja: 

Mittapisteen nro.	Mittauspiste			Mittauksetulokset				
	Huoneisto /tila	Rakenne	Valuajankohta	Mittaus-syvyys	Anturinro.	RH%	°C	g/m ³
A35VP	A35, ET, 4.krs	VP	-	32	471	66,1	18,9	10,73
				70	450	84,2	19,0	13,74
				70	U8	85,0	18,3	13,29
		Sisäilma				467	32,7	18,7
A40VP	A40, KT, 4.krs	VP	-	32	462	61,4	19,8	10,52
				70	A5	83,4	19,7	14,22
				70	A4	84,1	19,7	14,36
		Sisäilma				466	37,4	19,8
A47VP	A47, ET, 5.krs	VP	-	32	446	65,8	19,9	11,34
				70	464	82,1	20,0	14,22
				70	A9	82,8	20,0	14,33
		Sisäilma				472	34,5	19,9
A52VP	A52, KT, 5.krs	VP	-	32	U7	71,6	20,5	12,77
				70	453	85,1	20,7	15,37
				70	474	84,7	20,8	15,35
		Sisäilma				454	35,4	20,7
Ulkoilma						95	-7,4	2,6

Työkohte: <i>As Oy Ratio</i>	Työ nro:
Tilaaaja:	Rakenteet (ilmoitetut): <i>VP: TB u. 200mm</i>
Mittaus pvm: <i>13.4.2018</i>	Poraus pvm: <i>10.4.2018</i>

Mittapisteen nro.	Mittauspiste		Mittauksetulokset					
	Huoneisto /tila	Rakenne	Valuajankohta	Mittaus-syvyys	Anturinro.	RH%	°C	g/m ³
B81VP	B81, KT, 3.krs	VP		30	449	67,6	23,9	14,70
				70	447	86,0	24,0	18,79
				70	A8	88,1	24,1	19,31
				Sisäilma				49
B76VP	B76, ET, 3.krs	VP		30	455	57,8	22,4	11,53
				70	474	83,0	22,5	16,66
				70	452	81,4	22,6	16,37
				Sisäilma				467

