



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Dmitri Doubitski

# KERROSTALON MÄRKÄTILOJEN LAADUNHALLINTA

Tekniikka

2018

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Dmitri Doubitski
Opinnäytetyön nimi	Kerrostalon märkätilan laadunhallinta
Vuosi	2018
Kieli	suomi
Sivumäärä	27
Ohjaaja	Martti Laaja

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia märkätilojen toteutusta ja verrata sitä yleisiin laatuvaatimukseen, sekä etsiä kehittämismahdollisuuksia. Esimerkkikohteena toimi Lemminkäisen ja YIT Talon omaa tuotantoa oleva 67 asunnon kerrostalo.

Opinnäytetyön alussa kerrotaan tutkimukseen liittyvästä teoriasta. Teoriaosuus käsittää laatua, aikataulua ja kosteudenhallintaa. Teoria aineisto on pääosin alan kirjallisuudesta, Ratu-korteista ja internetistä.

Työssä seurattiin märkätilojen valmistusprosessia runkovaiheesta aina valmiiseen tilaan. Samalla etsin kehittämismahdollisuuksia toteutusvaiheessa. Tutkimuksen perusteella saatiin tärkeää tietoa, että tilojen valokuvaaminen on hyödyllistä tietoa työmaan edetessä.

---

Avainsanat                      Laatu, märkätilat, aikataulu, kosteudenhallinta

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Degree Programme in Construction Engineering

## **ABSTRACT**

Author	Dmitri Doubitski
Title	Block of flats in wet room quality management
Year	2018
Language	Finnish
Pages	27
Name of Supervisor	Martti Laaja

---

The purpose of this thesis was to study the implementation of wet rooms and to compare it with general quality requirements and to look for development opportunities. An example of this was the 67- apartment block of flats owned by Lemminkäinen and YIT-Talo.

At the beginning of the Bachelor's Thesis I will tell about the theory of study. The theoretical part involves quality, timetable and moisture management. The theory material is mainly from literature, Ratu cards and the internet.

The work was following wet room production process from the concrete frame to the finished state. At the same time, I look for development opportunities at the implementation stage. Based on the research, it was important to know that space photography is useful information as the construction site progresses.

---

Keywords                      quality, wet room, timetable, moisture management

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO .....	6
1.1	Tausta .....	6
1.2	Työn tavoitteet ja rajaukset .....	6
1.3	Käytetyt tutkimusmenetelmät.....	7
2	LAATU.....	8
2.1	Rakentamisen laatu .....	8
2.2	Tekninen laatu .....	9
2.3	Rakendusprosessin laatu .....	9
2.4	Laatu märkätiloissa .....	10
2.5	Laadunhallinta .....	11
2.6	Laadunvarmistus .....	12
3	AIKATAULU .....	14
3.1	Aikataulutuksen suunnittelu .....	14
3.2	Rakenteiden kuivumisaikojen huomioiminen aikataulussa .....	14
4	KOSTEUDENHALLINTA .....	17
4.1	Kosteusmittaus.....	17
4.2	Betonikosteuden mittaus ja menetelmät.....	18
4.2.1	Porareikämittaus.....	18
4.2.2	Näytepalamittaus .....	18
4.2.3	Pintamittaus.....	19
5	MÄRKÄTILOJEN TOTEUTTAMINEN ESIMERKKIKOHITESSA.....	20
5.1	Työtehtävät.....	20
6	YHTEENVETO.....	25
	LÄHTEET .....	26

**KUVALUETTELO**

<b>Kuva 1.</b> Pohjakuvaan merkattu kosteusmittausalue .....	11
<b>Kuva 2.</b> Lattiakuva ennen pintavalua.....	21
<b>Kuva 3.</b> Mittaustulos lattiasta. ....	22
<b>Kuva 4.</b> Seinät vesieristettynä. ....	23
<b>Kuva 5.</b> Valmis kylpyhuone. ....	24

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tausta

Lemminkäinen perustettiin vuonna 1910 helsinkiläisten rakennusmestarien aliurakoitsijoiksi ja erikoisliikkeiksi toimialoinaan rakennuksien vedeneristystyöt ja bitumiset piha- ja katutyöt. Vuonna 1984 asuntorakentaminen käynnistyi Suomessa ja Pietarissa. Lemminkäinen ja YIT yhdistyvät 1.2.2018. Näin ollen yli 100 vuoti-  
aan Lemminkäisen tarina päättyy.

## 1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on seurata kylpyhuoneen valmistusprosessia runkovaiheesta aina luovutukseen asti. Tavoitteena on seurata ja varmistaa, että projekti etenee aikataulun mukaisesti, sekä täyttää laadulliset vaatimukset. Valmiin työn pitäisi miellyttää asiakasta eli asunnon ostajaa. Työssäni paneudun märkätilojen eri rakennusvaiheisiin.

Opinnäytetyön tavoitteena on seurata märkätilojen eri työvaiheita, laadunhallintaa ja johtaa koko projekti alusta loppuun saakka, sekä varmistaa, että asiakas on tyytyväinen lopputulokseen. Tarkoitukseni on myös seurata, että kylpyhuone on nykyaikaisten määräyksien mukaisesti tehty. Työssäni seuran tarkasti myös budjettia, jotta rahan käyttö pysyy hallinnassa. Lisäksi tulen seuraamaan, että urakka etenee annetussa aikataulussa.

Opinnäytetyön alussa käydään läpi kerrostalon rakenteiden laatua. Aikataulu osiossa käydään läpi erilaiset aikataulumuodot. Kosteudenhallintakohdassa kerron, mitä kosteus on ja mitä menetelmiä kosteuden mittaamiseen käytetään. Lisäksi esittelen esimerkkikohteen ja miten se onnistui ja mitä kehitettävää koko prosessissa olisi voinut olla.

### **1.3 Käytetyt tutkimusmenetelmät**

Opinnäytetyön idea sai alkunsa syksyllä 2017 ollessani töissä Lemminkäinen Talo Oy:llä. Kohteena on 67 asunnon kerrostalo Vaasassa. Kerrostalon rakentaminen alkoi keväällä 2017 ja kerrostalon pitäisi valmistua elokuussa 2018. Kohteen kantava runko toteutettiin paikallavaluna käyttäen järjestelmämuotteja. Ulkoseinät tehtiin puusta ja välipohjat ontelolaatasta. Lisäksi kohteessa on oma parkkihalli, joka sijaitsee sisäpihalla. Talon runkovaiheessa pohdittiin vastaavan työnjohtajan kanssa, että opinnäytetyön voisi tehdä märkätilojen laadunhallinnasta ja sen eri työvaiheista. Opinnäytetyössäni käytän useampaa lähdettä, kuten rakennusalan kirjallisuutta, RATU-kortistoa. Käytän myös omia havaintoja työmaalla.

## 2 LAATU

Hyvän laadun ominaisuuksia ovat virheettömyys, sujuva rakentamisprosessi ja onnistuneet asiakaskohtaukset. Rakennusalalla laatua voidaan katsoa monesta eri näkökulmasta. Laadulla myös tyydytetään asiakkaan tarpeet.

### 2.1 Rakentamisen laatu

Laadun määrittäminen rakennusalalla on muutakin, kuin pelkkä virheetön lopputulos. Rakentamisen laatua voidaan katsoa monesta eri näkökulmasta. Joillekin laatu on, että tehdään kerralla kunnolla. Toisille laatu on, että pidetään, mitä luvataan. Kolmannella se voi olla, että opittu virheistä ja yhdessä pohditaan paras ja tehokas tapa toimia. /16, s.11/

Laadulla pyritään kokonaisvaltaiseen prosessiin, joka alkaa suunnitteluvaiheesta aina luovutukseen asti. Suunniteltu laatu kuvaa, kuinka hyvin tilat on suunniteltu asiakkaan antamille odotuksille. Valmistuksen laatu kertoo, kuinka hyvin tuote vastaa sille suunnitellussa asetettuihin vaatimuksiin. Toiminnan laatua kuvataan asiakkaiden kautta. Ennen asiakkaalla tarkoitettiin lopullista käyttäjää, niin nykyään sillä kuvataan myös organisaation sisäisiä käyttäjiä ja eri työvaiheita. Toiminnan laatu onkin nykypäivänä keskeisin tekijä miellyttääkseen yrityksen sisäisiä tarpeita, parantaessa tuottavuutta sekä kustannuksia, eli parantaa yrityksen kilpailukykyä. /16, s.11/

Lopputuotteen visuaalinen ja tekninen laatu on helpompia arvioida, kuin koko rakennushankkeen toiminnallinen laatu. Eri näkökulmista hankkeen laatua voidaan mitata mm. Työn aikaisten laatuerojen ja virheiden, sekä korjauksien määrällä. Lopputarkastuksen virheiden määrää katsomalla. Lisäksi työmaakohtaisilla laatumittareilla, sekä työturvallisuuden osalta TR-mittauksilla. Hankkeen lopputuloksen tulee vastata suunnitteluasiakirjojen suunnitteluratkaisuja ja laatuvaatimuksia. /16, s.11/

Rakentamisen laatu Suomessa on pääosin hyvää. Yrityksillä on suuret tavoitteet ja niiden pääsemiseksi yritykset tekevät kovasti töitä, sekä parantavat laadunhallin-



taa jatkuvasti. Yritykset pyrkivät nollavirheluovutuksiin ja asuntohankkeissa ta-voitteeseen päästään yli 80 prosenttisesti. /13/

Rakennusprosessin laatu muodostuu kolmesta eri vaiheesta rakentamisprosessin laadusta, asiakaskohtaamisen laadusta ja lopputuotteen laadusta. Laatu katsotaan hyväksi, kun kyseinen kohde on virheetön ja vastaa asiakkaan odotuksia. Asiakkaantyytyväisyys on suuri tekijä yrityksen tuloksessa. /12/

## **2.2 Tekninen laatu**

Jokaisella rakennettavalla kohteella on rakennusselostus, joka on asiakirja, jolla yksilöidään rakennuskohteen rakennustekninen laatu. Se on tekninen asiakirja ja sen tarkoituksena on kuvata rakennettavaksi aiottua rakennusta, sekä hankkeen lopputulosta. Sen toteuttamiseksi tarvitaan toteutuksen muoto, sopimusjärjestelyitä ja tarvittavat työtavat määritellään erityisissä asiakirjoissa. Rakennusselostus laaditaan jokaiseen kohteeseen yksilöllisesti ja se on hankekohtainen asiakirja. Rakennusselostuksessa kerrotaan sanallisesti laadulliset ominaisuudet, mitä piirustuksissa ei voi esittää. Piirustuksien kanssa esitetään mitalliset ominaisuudet, sijainti, laajuus ja tarkat mitat. /17/

## **2.3 Rakennusprosessin laatu**

Laadukkaasta rakentamisesta vastaa rakennuttaja. Tilaajan ja käyttäjien tarpeista vastaa rakennuttaja koordinoimalla ja ohjaamalla koko rakennusprosessia. Rakennuttajalle kuuluu myös prosessin dokumentointi ja suunnittelun ohjaus. Jotta rakennusprosessista tulisi mahdollisimman laadukas on tärkeää, että kaikki osapuolet kommunikoivat ja toimivat keskenään. Näin vältetään erilaisilta väärinkäsityksiltä ja epäonnistumisilta. /4, s.27/

Suunnittelun laatu muodostuu monesta eri osa-alueesta kuten suunnittelutoiminnanlaadusta, suunnitelma-asiakirjojen laadusta, sekä suunnitelmien laadusta. Kun määritellään suunnitelmien laatua, täytyy käyttäjän ja tilaajan vaatimukset täyttyä. Tilaajan ja käyttäjän tulee esittää selkeästi omat toiveet ja vaatimukset aikaisessa

vaiheessa, jotta halutut vaatimukset voidaan täyttää. Mitä selkeämmät suunnitelmat sitä laadukkaammat suunnitelma-asiakirjat ovat. /4, s.28/

#### **2.4 Laatu märkätiloissa**

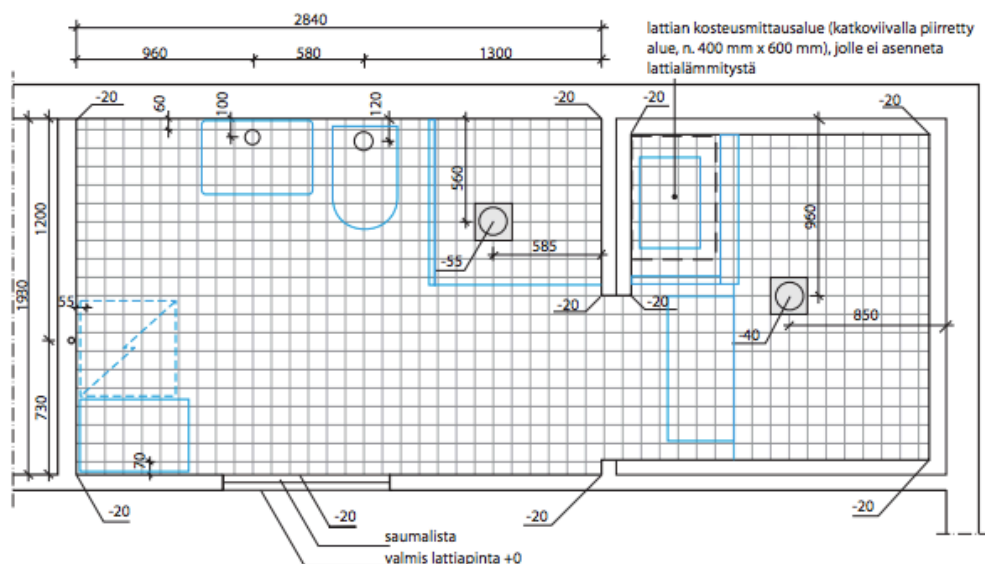
Märkätilalla tarkoitetaan tilaa, jonka lattia joutuu käyttötarkoituksen vuoksi vedelle alttiiksi ja jonka seinille roiskuu tai tiivistyy vettä, kuten pesuhuoneen tai saunan. Suomen rakentamismääräyskokoelmassa sanotaan ”märkätilojen vedenpoisto ja rakenteet on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei vettä pääse valumaan tai siirtymään kapillaarivirtauksena ympäröiviin rakenteisiin ja huonetiloihin”. /20, s.44/

Märkätilan lattia- ja seinärakenne on toimittava vedeneristyksenä tai rakenteeseen on tehtävä erillinen vedeneristys päällysteen taakse. Märkätiloja suunniteltaessa on noudatettava Suomen rakentamismääräyskokoelman osia C2 Kosteus. /15,1/

Laatuvaatimuksia täytetään malliasennuksella, niiden toteuttamistavat ja mittausmenetelmät esitetään laatusuunnitelmissa. Malliasennuksella tarkastetaan, että työ täyttää vaaditun ja halutun laatutason. Työryhmä tekee esimerkiksi yhden seinän laatoituksen, jonka jälkeen työsuoritus tarkastetaan. Tarkastukseen osallistuu työvaiheen työryhmä, valvoja, työmaamestari ja vastaava mestari. Havaitut poikkeamat korjataan haluttuun laatutasoon ennen kuin siirrytään seuraavaan vaiheeseen. Samalla työ hyväksytään vertailukohteeksi seuraaviin työkohteisiin. Jos halutaan malli koko prosessin laatutasosta, voidaan tehdä yksi asunto kokonaan valmiiksi. Malliasunnossa esitellään pintamateriaalit, kalusteet ja väri vaihtoehdot. Käyttäjät voivat käydä katsomassa sisustus ja muiden ratkaisujen toimivuutta sekä ratkaista mahdolliset puutteet ennen toteutusta. Mallihuone tarkastetaan ja hyväksytään ennen kuin rakennustöitä jatketaan. Samalla voidaan tarkentaa suunnitelmia, jos siihen on tarvetta. Mallihuonetta käytetään jatkossa laadunarvioinnin perusteena ja vertailukohteena seuraaville märkätiloille. Urakoitsija tekee laadunvarmistussuunnitelman ja laatuvarmistuksesta pidetään pöytäkirjaa. /15, s.3/

Valmiin kylpyhuoneen lattian kaltevuuden tulee olla vähintään 1:100 sekä suihkun alueella 1:50 500 mm säteellä lattiakaivosta. Lattian tasoittajalle voidaan

merkata pohjakuvaan nurkkapisteiden ja lattiakaivon korot. Kaltevuuksista voidaan poiketa wc-istuimen ja pyykinpesukoneen kohdalla, mutta kaltevuutta tulee olla sielläkin, jotta mahdollinen vesi valuu kaivoon. Lisäksi ennen kylpyhuoneen lattian valua on hyvä merkata kosteusmittauksen paikka, kuten kuva 1. Tällöin välttyään mahdolliselta lattialämmityskaapelin rikkoutumiselta, kun porataan kosteusmittaukseen tarkoitettuja reikiä. Oman kokemuksen mukaan on myös hyvä ottaa valokuvia kylpyhuoneista ennen lattiavalua. Näin tiedetään, missä menee viemäriputket ja lattialämmitykset, jos on tarvetta piikata lattiaa. /15/



**Kuva 1.** Pohjakuvaan merkattu kosteusmittausalue.

## 2.5 Laadunhallinta

Nykyään standardeissa korostetaan laadunhallintaa ja laadukasta organisaation johtamista. Laadunhallinnassa kerrotaan organisaation yhteisistä pelisäännöistä, parhaista menettelytavoista, sekä ongelmatilanteiden ratkaisut. Toimintaohjeet muodostavat keskeisen osan toimintajärjestelmässä. Ohjeissa kerrotaan, miten tulee toimia, jotta virheiltä välttyään. Toiminnoissa määrätään vaiheet ja vaiheiden vastuuhenkilöt, jotka ovat vastuussa virheettömyydestä. Ohjeet sisältävät kiinteitä viiteaineistoja, kuten toimintaan vaikuttavia lakeja, asetuksia, määräyksiä standar-

deja, sekä yleisiä ohjeita ja yrityksen sisäisiä ohjeita. Rakennusalan toimintajärjestelmiin kuuluu hankkeen projektisuunnitelmat ja rakennusvaiheiden laatusuunnitelmat. Toimintaa seurataan ja tarkastetaan auditoineilla. Auditoinnin avulla pystytään tunnistamaan käytännön ja toimintaohjeiden väliset poikkeamat. Samalla johto pystyy seuraamaan asettamansa tavoitteiden toteutumista. /16, s.10/

## 2.6 Laadunvarmistus

Laadunvarmistuksella pyritään täyttämään asetetut laatuvaatimukset. Laadunvarmistus ei kuulu ainoastaan työjohdolle vaan siitä täytyy kertoa työntekijöille sekä muille osapuolille. Laadunvarmistuksella tavoitellaan hankkeen tiedonkulkua moitteettomasti ja systemaattisesti rakennuttajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden välillä. Kun laadunvarmistus toimii moitteettomasti velvollisuudet ja vastuut ovat selkeitä. Päätökset arkistoidaan systemaattisesti yrityksen järjestelmään josta ne ovat käytössä tarvittaessa. Laadunvarmistustoimenpiteitä ovat itselle luovutus, jossa tarkistetaan mahdolliset virheet ja korjataan ne ennen asiakkaalle luovuttamista. Mahdolliset suuret laatuvirheet ja niiden korjaamistoimenpiteet on kerrottava asiakkaalle. Muita varmistustoimenpiteitä ovat rakennustavaroiden ja osien tarkastus ennen käyttöä ja järjestelmien sekä laitteiden toiminnallinen käyttötarkastus. /3, s.445/

Laatusuunnitelman tehtävänä on toimia käytännön työvälineenä rakennushankkeessa. Tavoitteena on täyttää hankkeen asettamat vaatimukset yhdessä muiden laatujärjestelmien kanssa. Laatusuunnitelman yksityiskohtaisuuteen vaikuttaa hankkeen suuruus. Suunnitelmissa on aina määritettävä vastuhenkilöt sekä vastuunjako urakoitsijoiden välillä. Jotta edellä mainitut kohdat, täytyy henkilöitten olla mukana suunnittelemassa laatutoimintoja. Kuitenkin laatusuunnitelman tavoitteena on oman toiminnan parantaminen ja asioiden selvittäminen ongelmitta. Rakennushankkeessa on useita osapuolia, joten yhteistyön kannalta on eduksi, että kaikki työmaalla toimivat urakoitsijat noudattavat samoja periaatteita. /3, s.449/

Laadunvarmistuksen tavoitteena on ehkäistä mahdollisia virheitä ja muita ongelmatilanteita. Mitä aikaisemmin virheet huomataan sitä edullisemmaksi ne tulevat

korjata. Laadunvarmistamista tehdään erilaisilla katselmuksilla, läpikäynneillä ja tarkastuksilla. Laadunvalvonnan seuraamiseksi urakoitsijalla tulee olla laatusuunnitelma. Laatusuunnitelma, josta ilmenee edellä mainitut laadunvarmistus toimenpiteet. Kyseisistä käynneistä tehdään kirjallinen dokumentti, mikä vahvistetaan allekirjoituksella. /2, s.3/

### **3 AIKATAULU**

Aikataulu eli tehtävien ajoitusta ja ajankäyttöä suunniteltaessa etsitään realistinen työntoteutusmalli käytettävien tietojen ja kokemusten perusteella. Aikataulu on yksi tärkein osa koko projektia. Aikataulun avulla luodaan puitteet projektin kestolle ja sen avulla hallitaan ja seurataan projektin etenemistä.

#### **3.1 Aikataulutuksen suunnittelu**

Aikataulu on toteutuksen malli hankkeelle. Mallissa asetetaan tavoitteet yksittäisille työtehtäville ja koko hankkeelle. Tavoitteet koskevat työtehtävien aloittamista ja päättämistä aikataulun mukaisesti, sekä työvoiman käyttöä. Tavoitteiden täytyy olla realistisesti suunniteltuja sekä mitattavissa, aikaan ja tuotokseen nähden.

/14/

Aikataulun avulla voidaan seurata projektin kulkua ja etenemistä, sekä mahdollisuuksia ennakoida tulevaa. Aikataulu antaa projektin toteuttajalle sekä asiakkaalle käsityksen projektin kokonaiskestosta ja etenemisestä. Lisäksi aikataulu kertoo milloin ja minkälaista työvoimaa sekä materiaalia tarvitaan. Aikataulussa tulisi olla nähtävillä tarvittavat resurssit projektin kaikista vaiheista. /14/

Aikataulutukseen vaikuttavia tekijöitä ovat käytettävissä olevat resurssit. Resurssit saattavat vaihdella projektin eri vaiheissa, joten se on otettava huomioon aikataulun suunnittelussa. Lisäksi työntekijöiden aikaansaaminen ja osaamiskyky vaihtelee, mikä myös pitää ottaa huomioon. /11/

#### **3.2 Rakenteiden kuivumisaikojen huomioiminen aikataulussa**

Kosteudenhallinta tulee ottaa huomioon koko rakennuksen elinkaaren ajan. Rakennushankkeen suunnittelussa tulee tunnistaa, millaiset vaatimukset kosteus asettaa aikataululle. Rakennukset voidaan jakaa kosteusrasitusten mukaan jo hankesuunnitteluvaiheessa.

Rakennuksien eri rakenteille laadittuja kuivumisaika-arvioita verrataan suunnitel- tuun aikatauluun. Rakenteiden kuivumisaika määrittää siitä riippuvan työvaiheen aloitusajan. Pitkät kuivumisajat aiheuttavat päällekkäisyyksiä pinnoitusajankoh- dan myöhäisestä aloittamisesta. Kunnolla tehdystä yleisaikataulusta saadaan tar- vittavalla tarkkuudella laskettua, paljonko rakenteelle on varattu kuivumisaikaa aikataulussa. Aikataulussa on otettava huomioon toimenpiteet, jotka vaikuttavat teoreettisesti kuivumisaika-arvioon. Kuivumisaika-arvio antaa teoreettisen ajan- kohdan, jolloin rakenteiden kosteusmittaaminen kannattaa aloittaa. Kuivuminen katsotaan alkavaksi, kun rakennuksen vaippa on ummessa ja vesikatto valmis, se- kä rakennuksessa on riittävästi lämpöä +10°C. Mikäli rakenteiden arvioitu kui- vumisaika tulee pidemmäksi kuin aikataulussa, valitaan menettelytavat aikatau- lussa pysymiseksi. Kuivumisaika-arvio antaa teoreettisen ajankohdan, jolloin ra- kenteiden kosteusmittaaminen kannattaa aloittaa. Arviota verrataan suunniteltuun toteutusaikatauluun ja siitä laskettuun rakenteen kuivumisaikaan ennen pinnoitta- mistöiden aloittamisesta. Kuivumisaika-arvion perusteella määritetään, millaiset olosuhteet on luotava, jotta rakenteet saadaan tarvittavan kuivaksi aikataulun puit- teissa. Tällaisia menettelytapoja on kuivumisolosuhteiden parantaminen. Valitaan nopeammin kuivuva betoni tai vaihdetaan päällystysmateriaali paremmin kosteut- ta kestävään. Lisäksi jos on mahdollista, pidennetään aikataulua. Rakenteiden kos- teuden etenemistä tulee seurata kosteus- ja lämpötilamittauksilla säännöllisesti. Näin pystytään seuraamaan, miten kosteus poistuu rakenteesta ja tiedetään pitääkö kuivaustoimenpiteitä tehostaa tai tehdä muita muutoksia. /18/

Jotta kosteudenhallintalaatutavoitteisiin päästään pitää projektissa olla realistinen aikataulu. Realistisessa aikataulussa on huomioitu riittävä kuivumisaika, ilman viivästyksiä aikataulussa. /6, s.19/

Myös Tampereen Teknillisen yliopiston rakennusfysiikan professori Juha Vinha painottaa, että rakentamisaikatauluun täytyy suhtautua täydellä vakavuudella ja ottaa huomioon betonin riittävä kuivuminen. Seinä ja elementtirakenteet täytyy olla riittävän kuivia, jotta niitä voidaan pinnoittaa. Kosteusriskejä ovat lisänneet

nykyiset hybridirakenteet, joissa käytetään erilaisia solumuovieristeitä, joiden taakia kuivuminen hidastuu villaan verrattuna. /8/

Oulun rakennusvalvonnan entinen johtaja Tapani Mäkikyrö sanoo, että ongelmat eivät hoidu pelkällä oikealla rakentamistavalla ja tekniikalla. Täytyy huomioida ongelmien perussyitä, jotka ovat kiire ja asenteet. Eräät aikatauluongelmat johtuvat rakennusvalvonnasta, joka ei saa rakennuslupaa ajoissa valmiiksi. Viiveet voivat olla suuriakin muutamasta kuukaudesta puoleen vuoteen. Tällaiset viiveet esimerkiksi koulurakentamisessa, missä valmistumisaika on sitova tästä syystä pääurakoitsijan vaikea saada rakenteita täysin kuivaksi. /8/

Rakennusaikainen kosteus poistuu hitaasti rakenteista ja kun eristepaksuuden kasvavat kosteuden poistuminen hidastuu entisestään. Lisäksi nykypäivänä käytetään paljon solumuovieristeitä, jotka muuttavat kuivumiskäyttäytymistä entisestään, jolloin rakenne kuivuu vain yhteen suuntaan. Rakenteet tulee pitää kuivana asennuksen jälkeen, mikä nopeuttaa lopullista kuivumistarvetta. On siis suositeltavaa suojata rakenteet rakennusvaiheessa ylimääräiseltä kosteudelta. Tämä pitäisi huomioida aikataulussa, koska suojaimien asentaminen on oma työnsä. Rakenteita voidaan myös kuivata erilaisilla kuivureilla. Kuivattaminen on melko yleistä työmailla, jotta haluttuun aikatauluun päästään. Kuivatus tuo lisäkustannuksia energiakulutusmuodossa. /7/



## 4 KOSTEUDENHALLINTA

Kosteudenhallinnalla tarkoitetaan työmaalla tehtäviin toimenpiteisiin, millä estetään ylimääräisen kosteuden pääsyn rakenteisiin ja materiaaleihin. Kosteudenhallinta on laajakäsite ja siihen täytyy perehtyä huolellisesti. /9, s.33/

### 4.1 Kosteusmittaus

Betonin suhteellinen kosteus (RH) mitataan betoniin poratusta reiästä, betonista otetusta näytepalasta tai betonin pinnasta. Mittauksissa käytettävä suhteellisen kosteuden mittapää koostuu yleensä kosteus- ja lämpötila anturista. Kosteusanturit voivat olla toimintaperiaatteiltaan esimerkiksi resistiivisiä, kapasitiivisiä tai elektrolyytin sähkönjohtavuuteen perustuvia. /10/

Betonirakenteiden riittävä kuivuminen varmistetaan kosteusmittauksilla, jotta päällystämässä vältytään tulevaisuudessa erilaisilta mikrobi- ja homevaurioilta. Samalla varmistetaan, että kiinnitysmateriaali ei irtoa betonista. SisäRYL 2013 julkaisussa on sanottu, että ennen lattianpäällystämistä on tehtävä kosteusmittaus ja mittauspöytäkirja luovutetaan rakennuttajalle. Lisäksi vaatimuksena on, että betonin kosteus ilmoitetaan suhteellisena kosteutena. /19/

Rakennustyömailla tehdään kosteusmittauksia, jotta voidaan seurata eri materiaalien suhteellista kosteutta. Suhteellisen kosteuden on alittava päällystettävän materiaalin edellyttämä raja-arvo. Rakennusmateriaalien kuivumisnopeus riippuu monesta tekijästä ja riittävä kuivuminen voidaan varmistaa ainoastaan mittaamalla. Suhteellisen kosteuden mittaajan pitää olla erittäin huolellinen mittausta tehdessään. Jos mittaus tehdään virheellisesti se voi johtaa ylimääräisiin odotteluihin tai myöhemmin voi tulla esiin yllättäviä vahinkoja. Betonin suhteellinen kosteus tahdistaa työmaata, koska se määrittää koska voidaan aloittaa tasoite ja maalaustyöt, sekä muut pinnoitustyöt. Kosteusmittaamalla pystytään seuraamaan, kuivuuko rakenne aikataulun mukaisesti vai tarvitaanko kuivaamiseen tehostusta. Mittauksien perusteella tehdään päätös, tarvitaanko ilmanvaihdon tehostusta tai vähentämistä ja onko lämpötila riittävä. /5/

## **4.2 Betonikosteuden mittaus ja menetelmät**

### **4.2.1 Porareikämittaus**

Porareikämittauksessa porataan reikä iskuporakoneella haluttuun syvyyteen. Syvyys riippuu, pääseekö rakenne kuivumaan molempiin suuntiin vai vaan toiselta puolelta. Poraus tehdään kuivaporauksella, eli veden käyttö on kielletty. Porauksessa käytettävä pora on halkaisijaltaan yleensä 16 mm. Porankoko riippuu mittalaitteista ja antureista. Reiän halkaisijan on oltava vähintään 10 mm, jotta pinta-ala on riittävä ja mittaus on luotettava. Kun poraus on tehty, reikä täytyy putsata huolellisesti pölystä imuroimalla tai paineilmalla. Jos reikään jää pölyä, se voi vääristää mittaustulosta. Porareiän tiiveydestä on huolehdittava, jotta suhteellinen kosteus ja lämpötila tasaantuisi todelliseen arvoon. Tasaantumisaika on yleensä 3–7 vuorokautta poraamisesta. Porareiän tiiveyden varmistettavaksi käytetään laitevalmistajan mittauseräputkea tai vaihtoehtoisesti sähköputkea. Putki täytyy tiivistää betonin yläpinnan kanssa vesihöyryä läpäisemättömällä massalla. Putken yläpää tulpataan massalla, kumi- tai muovitulpalla. Mittapää asennetaan putkeen ja annetaan tasaantua noin tunnin verran. Tasaantumisella tarkoitetaan, koska mittapää saavuttaa sen ympärillä olevan suhteellisen kosteuden ja lämpötilan. Mittauspään tasaannuttua asennetaan kosteusmittari mittapäähän ja luetaan suhteellinen kosteus prosentteina ja lämpötila. Tulokset kirjataan mittauspöytäkirjaan. Jotta mittaustulokset ovat luotettavia, täytyy mittalaitteet olla kalibroitu. Muuten tulosten lukemisessa täytyy käyttää laskennallisia kalibrointikertoimia. /1/

### **4.2.2 Näytepalamittaus**

Betonin suhteellista kosteutta voidaan mitata myös näytepalamittauksella. Näytepala otetaan betonista piikkaamalla ja palaset laitetaan koeputkeen. Paras mittatarkkuus saadaan, kun näytepaloja otetaan kaksi koeputkellista kaikilta mittasyvyyksiltä, niin että joudutaan käyttämään kahta eri mitta-anturia. Lisäksi tämä on hyvä varatoimenpide, kun mittauksia tehdään useampia. Koeputkeen laitetaan betonimurusten kanssa heti mitta-anturi ja pää kitataan vesihöyryläpäisemättömällä massalla. Koeputkena käytetään tiivistä lasista putkea, jonka halkaisija on

vähintään 20 mm. Koeputkessa täytyy olla vähintään kolmasosa betoninäytettä koeputken tilavuudesta, jotta sisällä oleva kosteus tasapainottuu putkessa olevaan ilmatilaan. Tämän jälkeen koeputki siirretään tasaiseen lämpöön yleensä +20 °C. Näytteen annetaan tasaantua 5–12 tuntia tasausajasta riippuen. Tasausajan jälkeen voidaan ottaa mittatulos ja kirjataan se mittauspöytäkirjaan. Samalla arvioidaan mittatarkkuutta, jos kaksi samalta syvyydeltä otettua näytettä ovat riittävän lähellä toisiaan, voidaan päätellä, että yhdessä putkessa oleva näyte on riittävä ja putki ei vuoda mistään. Jos mittaustulosten ero on suurempi kuin  $\pm 3 \%$  RH on mittaus uusittava tai selvitettävä eron johtanut syy. Vika voi olla laitteen kalibroinnissa tai koeputki on vuotanut. /1/

Näytepalamittausmenetelmä on nopeampi tapa mitata betonin suhteellista kosteutta kuin porareikämittaus. Näytepalamittaus ei myöskään ole riippuvainen ympärillä olevasta lämpötilasta, koska näytteen annetaan tasaantua yleensä + 20 °C. Menetelmä on hyvä, kuin työmaalla ei ole tarvittavia olosuhteita porareikämittaukselle. Näytepalamittaus on myös aikataulullisesti nopeampi, kuin porareikämittaus, koska tasaantumisaika paljon pienempi.

#### **4.2.3 Pintamittaus**

Pintakosteusmittauksella mitataan materiaalien sähköistä johtavuutta, kun taas porareikä- ja näytepalamittauksella mitataan suhteellista kosteutta. Pintakosteusmittareilla voidaan seurata ja verrata kosteustilan muuttumista. Voidaan myös verrata saman rakenteen eri paikkojen kosteuspitoisuuksia. Mittaus tuloksiin vaikuttaa myös betonissa olevat teräkset, sekä muut materiaalinominaisuudet. Pintakosteusmittarin tulokset ovat suuntaa antavia eikä kyseisen mittarin avulla voida arvioida betonin päällystyskelpoisuutta. Parhaiten mittarit soveltuvat mahdollisten ympäristöään selvästi kosteampien kohtien paikantamiseen. Jos pintakosteusmittarilla mitataan rakenteiden kosteuspitoisuuksia, tarvitaan lähes aina tarkentava mittausmenetelmä. /1/

## **5 MÄRKÄTILOJEN TOTEUTTAMINEN ESIMERKKIKOHTEESSA**

Esimerkkikohde on kulmatalo, jonka toinen siipi on viisikerroksinen ja toinen siipi neljäkerroksinen. Kerrostalon ulkoseinät tehtiin puusta ja kantavat seinät paikallavalettuna betonista. Välipohja ja yläpohja toteutettiin ontelolaatalla. Märkätilat toteutettiin syvennetyllä ontelolaatalla, jossa syvennys on 170 mm. Syvennykseen tehtiin tarvittavat viemäri- ja lattialämmitykset, jonka jälkeen tehtiin pintavalu betonilla. Samalla tehtiin myös kaadot.

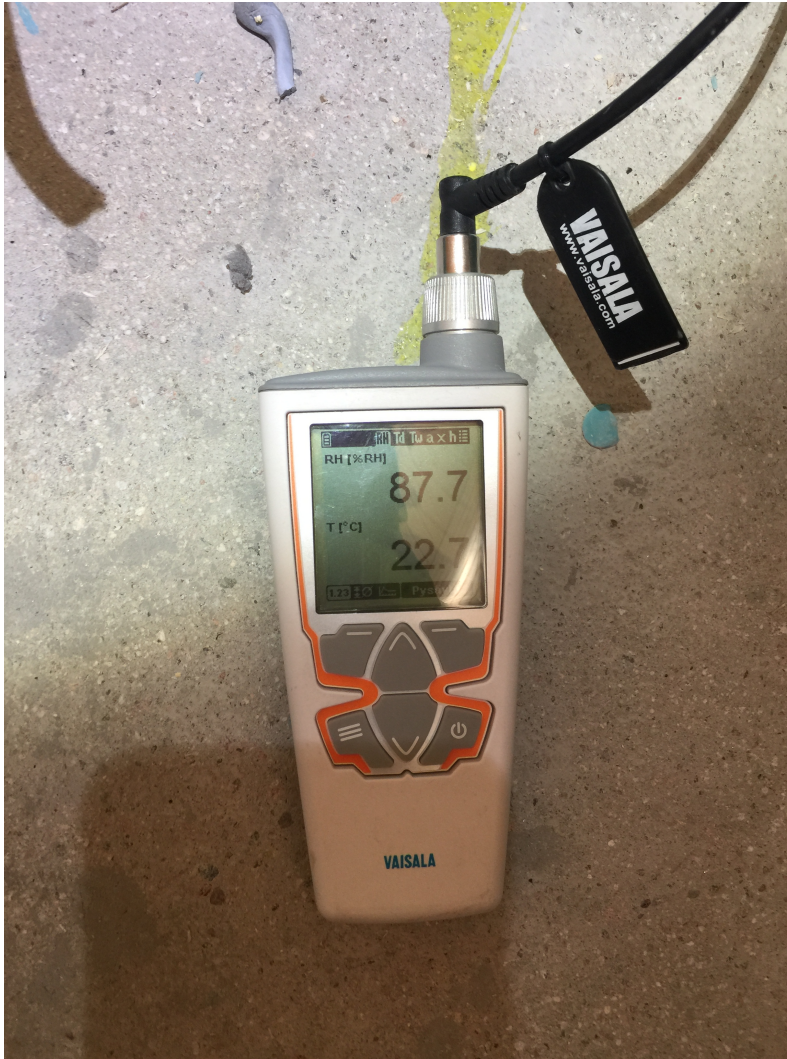
### **5.1 Työtehtävät**

Ensimmäinen työtehtäväni oli varmistaa kaivojen korot ennen pintavalua. Jokaisen kylpyhuoneen kaivot tarkistettiin tasolaserilla. Rakennesuunnitelmissa on mainittu, että kaatoa pitää olla 1 cm yhden metrin matkalla. Kävin jokaisen kaivon läpi tasolaserilla ja virheelliset kaadot korjattiin. Tämän jälkeen otin muutaman valokuvan jokaisesta kylpyhuoneesta. Valokuvista nähtiin lattialämmityskaapelit, jos on tarvetta piikata tai porata kylpyhuonelaattaa. Tämä osoittautui todella tärkeäksi materiaaliksi työmaan edetessä. Esimerkiksi kosteusmittaajalle näytin kaikki porauspaikat. Lisäksi muutamia lattialämmitysantureita jouduttiin piikkaamaan auki. Kuvien avulla pystyi paikantamaan lattialämmityskaapelit ja viemärit. Kohteessa ei mennyt yhtään lattialämmitystä rikki.



**Kuva 2.** Lattiakuva ennen pintavalua.

Lattian pintavalujen jälkeen lattiat hiottiin, jotta kuivuminen alkaisi. Kuukauden jälkeen rupesin seuraamaan lattioiden kosteuksia tekemällä porareikämittauksia ja pitämällä kirjaa niistä, kun mittaustulokset olivat alle vaaditun rajan, otin yhteyttä kosteusmittaajaan. Lemminkäinen käyttää aina ulkopuolista kosteusmittaajaa, joka tekee viralliset raportit ja mittauspöytäkirjat. Seurannalla välttyttiin turhilta käynneiltä ja näin säästettiin ylimääräisiltä kuluilta. Samalla seurasin, miten kylpyhuoneitten kuivaamisprosessi etenee ja miten ollaan aikataulussa. Tämän työmaan kanssa kuivumisen kanssa olikin ongelmia. Syynä pidän 170 mm paksua pintavalua. Tällainen rakenne kuivuu todella kauan. Kuivumista jouduttiin tehostamaan puhaltimilla ja tilojen sulkemisella. Samalla huomattiin, kun kuivumiselle luodaan hyvät olosuhteet, kuivuminen nopeutuu.



**Kuva 3.** Mittaustulos lattiasta.

Ennen seinien vedeneristystöitä tarkistettiin seinien suoruus ja tarvittaessa seinät oikaistiin tasoitteella. Oikaisun jälkeen aloitettiin seinien vedeneristys. Vesieristys tehtiin kahteen kertaan ja nurkkiin lisättiin vahvikekangas. Tämän jälkeen leikattiin koepala valmiista vesieristyksistä. Jos koepala oli tarpeeksi paksu, annettiin lupa aloittaa seinien laatoitustyöt. Laatoitustyössä täytyi huomioida mahdolliset asukasmuutokset. Jokaiseen huoneistoon tulostettiin huonekortit, missä näkyi mahdolliset tehosteseinät. Laatoittaja teki yhden huoneiston malliasennuksen, joka hyväksyttiin vastaavan mestarin toimesta.



**Kuva 4.** Seinät vesieristettynä.

Seinien laatoitustyön jälkeen aloitettiin lattioiden tekeminen. Ensiksi lattiakaadot tarkastettiin ja tarvittaessa kaatoja parannettiin tasoitteilla. Tämä työvaihe on todella tärkeä, sillä työvaihe on kallista korjata jälkeinpäin. Pintavalulla pyritään tekemään kaadot valmiiksi, mutta aina ne eivät ole tarpeeksi hyvät. Lemminkäisellä on muutama oma laatoittaja, joka tekee kaikki laatoitustyöt ja lattiatasoitukset. Heidän ammattitaitonsa ansiosta kohteessa ei ollut ongelmia kaatojen kanssa. Kun lattiat oli laatoitettu ja saumattu, laitettiin silikonit kulmiin ja alarajaan. Tämän jälkeen aloitettiin kalustusasennukset ja tehtiin lopulliset putkiasennukset.



**Kuva 5.** Valmis kylpyhuone.



## 6 YHTEENVETO

Työn tavoite oli tutkia märkätilojen laatuvaatimuksia ja mitä kehitettävää niissä olisi, sekä miten niitä toteutettiin työmaalla. Lisäksi tavoitteena oli kehittyä työnjohtajana ja oppia ison rakennusliikkeen tavat.

Mielestäni Lemminkäisen ja YIT Talon märkätilojen laadunvarmistus on hyvällä ja kattavalla pohjalla. Lattiakaatoihin panostettiin ja työnjohtajan toimesta sekä laatoittajan toimesta. Kaikki märkätilat kosteusmitattiin ulkopuolisen toimesta ja niistä tehtiin mittapöytäkirjat.

Lemminkäisen ja YIT talon märkätilojen toteuttaminen on laadukkaalla pohjalla ja täyttävät asiakkaan laatuvaatimukset. Kehitettävää voisi mielestäni olla ennakosuunnittelussa, jossa vältyttäisiin kylpyhuoneen alapohjarakenteelta. Rakenteen takia lattialaatoitustyössä meinasi tulla kiire, koska rakenne ei meinannut kuivua. Lisäksi pintavaluun olisi voinut tehdä laadukkaammin, jotta lattiakaatoja ei olisi tarvinnut oikoa niin paljon. Pintavalun teki erillinen urakoitsija, joka ei ehkä ollut paras ratkaisu. Samalla pintavaluun olisi voinut laittaa harjateräksen pystyyn, johonkin kohtaa, missä ei ole lattialämmityskaapelia. Tällä tavalla voisi kosteusproauksen suorittaa helpommin, kun tiedetään että kyseisessä kohdassa ei mene kaapelia. Näin ei tarvitsisi valokuvien perusteella valita mittausta paikkaa.

Kohde oli minulle ensimmäinen työnjohtajana. Kehityin koko työmaan ajan ja sain paljon vastuuta. Opin myös ison rakennusliikkeen toimintatapoja ja huomasin, miten erilaista rakentamisen on isolla työmaalla verrattuna omakotitalorakentamiseen.

## 7 LÄHTEET

- /1/ Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen. Viitattu 10.11.2017.  
<http://rt.rakennustieto.fi/ezproxy.puv.fi/resource/juha/content/866#page=11>
- /2/Huotari, J. 2009 Laatu, laadunvarmistus ja riskien hallinta. Viitattu 6.12.2017.  
[http://homes.jamk.fi/~huojo/opetus/IIZT4010/IIZT4010\\_10.pdf](http://homes.jamk.fi/~huojo/opetus/IIZT4010/IIZT4010_10.pdf)
- /3/ Junonen, J. Rakennushankkeenlaadunvarmistus. Viitattu 20.11.2017  
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020202.pdf>
- /4/ Kankainen, J. & Junnonen, J. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatu-  
toiminnot. Helsinki: Rakennustieto Oy
- /5/ Kosteusmittaus, Humittest Oy, Merikallio, T.
- /6/Kuivana rakentaminen Sahlstedt, S. & Koskenvesa, A. 2016. Viitattu  
10.11.2017.  
[https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/2016/kuivana\\_rakentaminen\\_opas\\_2016.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/2016/kuivana_rakentaminen_opas_2016.pdf)
- /7/ Lahdensivu, J., Suonketo, J., Vinha, J., Lindberg, R., Manelius, E., Kuhno, V.,  
Saastamoinen, K., Salminen, K., & Lähdesmäki, K. 2012. Tampereen teknillinen  
yliopisto. Rakennustekniikan laitos. Rakennetekniikka. Tutkimusraportti 160.
- /8/ Mölsä, S. 2018 Näin Suomi homehtui – hyvä rakentamistapa sai aikaan pahaa  
jälkeä. Viitattu 20.3.2018  
<https://www.rakennuslehti.fi/2016/06/nain-suomi-homehtui-hyva-rakentamistapa-sai-aikaan-pahaa-jalkea/>
- /9/ Niemelä, T. 2014. Kosteusvaurioiden ehkäiseminen rakennustuotannossa. Hel-  
sinki: Suomen Rakennusmedia Oy.
- /10/ Nilsson et al. 2005.
- /11/ Pelin, R. 1991. Projektin suunnittelun ja valvonnan menetelmät. Jyväskylä,  
Gummerus Kirjapaino Oy
- /12/ Rakennusteollisuus, Miten rakennusala kehittää laatua. Viitattu 6.12.2017.  
<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Laatu/Mita-on-rakentamisen-laatu/>
- /13/ Rakentamisen laatu. Viitattu 16.2.2018  
<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Laatu/>
- /14/ RATU Aikataulukirja 2016

/15/ RATU, Märkätilojen rakenteet 2014

/16/ RATU, Rakennustöiden laatu 2017

/17/ RATU, Rakennusselostusohje 2000

/18/ Rakennustyömaan kosteudenhallinta. Viitattu 20.3.2018.  
<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050502.pdf>

/19/ Sisä Ryl 2013

/20/ Ympäristöministeriö. Helsinki 1999. Kosteus rakentamisessa RakMK C2  
opas