

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

PRAKMS15

2017

Antti Uusikartano

# KERROSTALON RUNKOVAIHEEN KOSTEUDENHALLINTA- SUUNNITELMA

– Runkovaiheen riskit ja haasteet  
kosteudenhallinnassa

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

2017 | 43 + 12 sivua

Antti Uusikartano

# KERROSTALON RUNKOVAIHEEN KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

– Runkovaiheen riskit ja haasteet kosteudenhallinnassa

Opinnäytetyössä tarkastellaan kerrostalon runkovaiheeseen liittyviä yleisimpiä kosteusriskejä sekä niiden ehkäisyä. Työssä kuvataan kosteudenhallinnan kannalta hyviä työtapoja sekä kosteuteen liittyviä säädöksiä.

Työ tehtiin SRV Rakennus Oy:n työmaalle, jossa kirjoittaja itse työskentelee työnjohtajana. Opinnäytetyö on edennyt kerrostalon rungon mukana ja toiminut samalla kirjoittajalle mahdollisuutena saada käytännön oppia teorian tueksi.

Työn suurin vaikutus kirjoittajalle on ollut entistä tarkkaavaisempi huomion kiinnittäminen kosteudenhallintaan ja sen raportoimiseen.

ASIASANAT:

kosteudenhallintasuunnitelma, laadunvalvonta, erityissuunnitelma, runkovaihe

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Construction Management | Bachelor of Construction Management

2017 | 43 + 12 pages

Antti Uusikartano

# A MOISTURE MANAGEMENT PLAN FOR THE FRAME PHASE OF AN APARTMENT BUILDING

- Risks and challenges of moisture management during the frame phase

This thesis studies the most common moisture risks in the frame phase of an apartment building and their prevention. Good working habits are discussed in relation to a moisture management plan as well as regulations regarding moisture.

The thesis was commissioned by SRV Rakennus Oy construction site where the writer himself is working as a construction manager. The purpose of the thesis was to follow the progress of the frame and at the same time work as an opportunity to the writer to gain practical information to support the theory.

The greatest impact of the thesis on the writer was that it made the writer more observant to moisture management and reporting it.

## KEYWORDS:

Moisture management, quality control, special plan, frame phase

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>7</b>
<b>2 TEHTÄVÄSUUNNITTELUN JA -OHJAUKSEN TEORIA</b>	<b>9</b>
2.1 Kosteusriskien kartoitus	9
2.2 Tuotantotekniikka	10
2.2.1 Pintavesien ohjaaminen ja kuivatusjärjestelmät	11
2.2.2 Salaojitus	12
2.2.3 Perustusrakenteet	12
2.2.4 Alapohjarakenteet	14
2.2.5 Kellarin seinä	15
2.2.6 Eristetilat	16
2.2.7 Väestönsuojankatto	17
2.2.8 Välipohjat	17
2.2.9 Parvekkeet ja terassirakenteet	17
2.2.10 Vesikatto	18
2.3 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	18
2.4 Hankinnat ja logistiikka	19
2.5 Rakennustyömaan olosuhteiden hallinta	22
2.6 Laadunvarmistus	24
2.7 Itselleluovutus	25
<b>3 SUUNNITELMAN TOTEUTUS JA VALVONTA</b>	<b>26</b>
3.1 Kosteusriskien kartoitus	26
3.2 Tuotantotekniikka	26
3.2.1 Pintavesien ohjaaminen ja kuivatusjärjestelmät	27
3.2.2 Salaojitus	27
3.2.3 Perustusrakenteet	28
3.2.4 Alapohjarakenteet	30
3.2.5 Kellarin seinä	31
3.2.6 Eristetilat	32
3.2.7 Väestönsuojan katto	32
3.2.8 Välipohjat	33
3.2.9 Parvekkeet ja terassirakenteet	33

3.2.10 Vesikatto	33
3.3 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	33
3.4 Hankinta ja logistiikka	34
3.5 Rakennustyömaan olosuhteiden hallinta	35
3.6 Laadunvarmistus	36
3.7 Itselle uovutus	37
<b>4 OMA OSAAMISTASO JA KEHITTÄMISTARVE</b>	<b>38</b>
4.1 Kosteusriskien kartoitus	38
4.2 Tuotantotekniikka	38
4.3 Ajallinen suunnittelu ja valvonta	38
4.4 Hankinnat ja logistiikka	39
4.5 Rakennustyömaan olosuhteiden hallinta	39
4.6 Laadunvarmistus	39
4.7 Itselleluovutus	40
<b>5 YHTEENVETO</b>	<b>41</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>43</b>

## **LIITTEET**

- Liite 1. Yleisaikataulu
- Liite 2. Itselleluovutuspyytäkirja
- Liite 3. Lujuuden kehityksen seuranta
- Liite 4. Kosteudenhallintasuunnitelman tarkastusosa
- Liite 5. Asemakuva

## **KUVAT**

Kuva 1 Arkkitehdin luonnos talosta.	7
Kuva 2. Viiltokoe kermiin.	13
Kuva 3. Periaatekuva kellarin seinän eristämisestä.	16
Kuva 4. Hankintasuunnitelman sovitus yleisaikatauluun.	21
Kuva 5 Salaojitusta.	28
Kuva 7 Hissikuilun pohjan lautamuotti ja raudoitus.	29
Kuva 6 Hissikuilun vedeneristys.	29
Kuva 8 Pohjalaatan kapilaarikatko ja eristys.	30

Kuva 9 Kellarin seinän kapilaarikatko ja eristys.	31
Kuva 10 Maaperän kuivatusta uppopumpulla.	35
Kuva 11 Betonin lämpötilan seuranta.	36

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tehtävänä on kuvata Turun Nummenmäkeen nousevan kerrostalon runkovaiheen kosteudenhallintaa teoriassa ja käytännössä. Kohde on kuusikerroksinen tiilivuorattu kerrostalo, jonka alakertaan tulee parkkihalli. Samalle tontille tulee yhteensä neljä kerrostaloa, jotka yhtyvät toisiinsa.

Kohteen rakennuttajana toimii SRV Rakennus Oy, joka on myös tämän suunnitelman tilaaja. SRV Rakennus Oy on osa SRV-konsernia. SRV työllistää yhteensä noin 5 000 ihmistä, ja sen liikevaihto on vuosittain lähes 900 miljoonaa. Itse SRV Rakennus Oy on jaettu alueyksiköihin; Turussa toimiva yksikkö on Lounais-Suomen yksikkö.

Rakennettava talo on nimeltään Turun Olympia, jonka nimi tulee aikaisemmin paikalla sijainneen polkupyörätehtaan mukaan. Kaikki tontille tulevat talot on nimetty polkupyörä-merkkien mukaan. Kohteen edetessä työpäällikkö Eerik Leivo ehdotti, että opinnäytetyön aiheena olisi kohteen kosteudenhallinta. Kohteen pitkän keston johdosta rajautui työ koskemaan vain runkovaihetta. Pyritään käsittelemään tyypilliset kosteusriskit sekä niiden korjaus- ja ehkäisykeinot.



Kuva 1 Arkkitehdin luonnos talosta

+ Kuva Schauman Arkkitehdit

Uudisrakennuskohteiden kosteusvaurioita ja kosteudesta johtuvia mikrobivaurioita on käsitelty mediassa laajasti ja osin jopa sensaatiohakuisesti. Tässä opinnäytetyössä ei keskitytä kosteusvaurioiden seurauksiin sen enempää, vaan keskitytään lähinnä niiden torjuntaan runkorakennusvaiheessa.

Itse olen saanut olla mukana kohteessa alusta asti, aluksi harjoittelijana ja sittemmin vakituisena työnjohtajana. Tehtäviini on kuulunut laadunvalvonta ja tavanomaiset työnjohtotehtävät. Olen tehnyt tehtäväsuunnitelmia ja työmaasuunnitelmia sekä valmistuneiden tehtävien tarkastuksia ja dokumentointia.

Työ on jaettu kahteen osaan, joista ensimmäinen käsittelee teoriaa, ja toinen itse käytäntöä. Teoriaosuus on jaettu pienempiin osa-alueisiin, jotta kokonaisuuden hallinta olisi helpompaa. Opinnäytetyö seuraa niin sanottua mestaripohjaa eli portfoliotyyppistä toteutustapaa.



## 2 TEHTÄVÄSUUNNITTELUN JA -OHJAUKSEN TEORIA

### 2.1 Kosteusriskien kartoitus

Kaikki kosteudenhallintasuunnitelmat aloitetaan perehtymällä kohteen rakennepiirustuksiin ja materiaalivalintoihin. Tarkoituksena on tutkia soveltuvatko suunnittelijan ratkaisut kyseiseen maaperään ja kohteeseen ja onko suunnitelmissa kohtia, joita ei voida järkevästi toteuttaa. Lähtökohtana rakenneratkaisuille on, että ylimääräinen kosteuden pääseminen rakenteisiin saadaan estettyä ja rakenteille luodaan hyvät kuivumismahdollisuudet. (Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto, Suomen rakentamismääräyskokoelma, KOSTEUS, Määräykset ja ohjeet 1998.)

Rakennus on suunniteltava siten, ettei siitä aiheudu sen käyttäjille tai naapureille hygienia- tai terveystarpeita johtuen kosteuden kertymisestä rakennuksen osiin tai sisäpinoille. Rakennuksen näiden ominaisuuksien tulee normaalilla kunnossapidolla säilyä koko taloudellisesti kohtuullisen käyttöajan ajan. (Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto, Suomen rakentamismääräyskokoelma, KOSTEUS, Määräykset ja ohjeet 1998.)

Suunnitelmat kannattaa jakaa pienempiin ja helpommin hallittaviin kokonaisuuksiin. Humitest Oy:n toimitusjohtaja Tarja Merikallio on artikkelissaan ”Rakennustyömaan kosteudenhallinta ja sen suunnittelu” (1998) listannut erinomaisesti tyypillisimmät kosteusriskit kerrostaloissa ja sitä jakoa voidaan käyttää tässäkin.

Rakenteet, joissa tyypillisimmin esiintyy kosteusriskejä, ovat

- pintavesien ohjaaminen ja kuivatusjärjestelmät
- salaojitus
- perustusrakenteet
- alapohjarakenteet
- kellarin seinä
- eristetilat
- julkisivut
- väestönsuojankatto
- välipohjat

- parvekkeet ja terassirakenteet
- vesikatto
- pihakannet
- märkätilat.

Näin jaotteleamalla saadaan tyypillisimmät riskirakenteet pienempiin kokonaisuuksiin ja voidaan aloittaa tarkastamalla, sopivatko suunnittelijan ratkaisut kyseiseen kohteeseen. On tarkasteltava aikataulua, verrattava sitä kuivumisaika-arvioihin ja mietittävä, onko se riittävä täyttämään materiaalitoimittajien vaatimukset. Pitääkö betonilaatua vaihtaa, jotta aikataulut saadaan sopimaan yhteen? Aiheuttaako sää ongelmia ja pääseekö sen seurauksena rakenteisiin kosteutta joka pitäisi huomioida tai torjua? Aiheuttaako maaperän kuivatus ympäristöriskejä? Kartoituksessa suunnitellaan tarvittavat kosteusmittaukset sekä tarvittava valvonta riskikohteiden mukaan.

## 2.2 Tuotantotekniikka

Elementtirakentamisen yleistyessä 70-luvulla ja esivalmisteisten rakennusosien lisääntyessä alkoi myös syntyä asenne, joka väheksyi tuotantotekniikkaa ja sen roolia työmailla. Tuotantotekniikan rooli työmailla on kuitenkin edelleen erittäin merkittävässä osassa. Rakennusten tekninen kehitys sekä laatu-, ympäristö-, energiatehokkuus- ja työturvallisuusvaatimusten tiukentuminen ovat lisänneet työmaavaiheen merkitystä ja tuotantoteknisen osaamisen tarvetta. (Ratu KI-6020, sivu13.)

Suunniteltaessa esimerkiksi energiatehokkaita rakenteita on tunnettava tuotantotekniset mahdollisuudet ja rajoitukset, jotta suunnitteluratkaisut saadaan työmaalla toteutettua. Varsin usein vielä nykyisinkin suunnitellaan rakenteita ja rakenneliitoksia, joiden tekeminen työmaalla on vaikeata tai jopa mahdotonta. (Ratu KI-6020, sivu13.)

Vastaavasti työmaan tuotannosuunnittelussa on hallittava tuotantomenetelmät ja -tekniikat, kun ajoitetaan ja sovitetaan yhteen eri urakoitsijoiden töitä tai valitaan koko työmaata mahdollisimman tehokkaasti palvelevaa logistiikkajärjestelmää. (Ratu KI-6020, sivu13.)

Oman osa-alueensa muodostaa työturvallisuus, joka rakennusalan merkittävistä ponnisteluista huolimatta on edelleen heikommalla tasolla kuin muussa teollisuudessa. Ehdoton edellytys turvalliselle työskentelylle on tuntea tuotantotekniikoiden ominaisuudet ja

erityispiirteet sekä osata valita kuhunkin työkohteeseen soveltuvat työmenetelmät ja opastaa ja valvoa niiden käyttöä. (Ratu KI-6020, sivu13.)

Myös rakentamisprosessi on ketjuna yhtä vahva kuin sen heikoin lenkki. Hyvin suunniteltu ja toteutettu työmaa tuottaa tehokkaasti ja turvallisesti laadukkaan, suunnitelmien mukaisen lopputuloksen. Tämä edellyttää kaikilta rakennushankkeeseen osallistuvilta riittävää tuotantoteknistä osaamista. (Ratu KI-6020, sivu13.)

### 2.2.1 Pintavesien ohjaaminen ja kuivatusjärjestelmät

Pintavesi on maan pinnalla olevaa vettä, kuten sadevettä. Tätä kutsutaan myös nimellä ”hulevesi”. Näiden vesien kertyminen rakenteiden päälle tai viereen aiheuttaa kosteusriskin. Rakentamismääräyskokoelma on tässä asiassa hyvin ytimekäs ja sanoo vain, että sade- ja sulamisvedet on johdettava pois rakennuksen vierestä. Käytännössä tämä tarkoittaa, että massanvaihoilla pidetään huoli, ettei kosteus pääse kertymään perustusten viereen. Esimerkiksi poistamalla vettä itseensä sitovat maalajit, kuten savi. Ja korvataan vettä läpäisevillä maalajeilla kuten kapillaarisora.

Valmiiden rakenteiden vierestä maa muotoillaan viettämään vesi pois rakenteista. Sopiva kaltevuus on 1:20 kolmen metrin matkalla sokkelista. Lisäksi sadevedet ohjataan ränneistä sadevesiviemäriin ja ojiin. Loppu sadevesi ohjataan juuri kapillaarisoralla salaojiin ja sadevesikaivoihin. Tämä edesauttaa myös tontin pitämistä kuivana. Tontin kuivana pysyminen on edellytys maaperän kantavuuden säilymiselle ja roudan hallitsemiselle.

Kunkin alueen tuleva käyttötarkoitus ja pintamateriaalien valinta ratkaisevat kuivatusarpeen ja siihen käytettävät ratkaisut. Leikkikentät ja nurmialueet voidaan kuivattaa salaojituksella koska kallistukset jäävät vähäisiksi. Katualueet sekä betoniset kannet taas pyritään saamaan pintakuiviksi kallistuksilla ja sadevesikaivoilla. Kaltevuus on yleensä suurempi, jos veden valumismatka on pidempi. Jotta kallistukset säilyisivät maaperän painuessa, tehdään kallistus aina suurinta painumaa kohti. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että esimerkiksi ajoväyliltä vesi ohjataan kallistuksilla ja reunakivillä viereiselle viheralueelle. Sadevesikaivojen määrä taas riippuu alueen tulevasta käyttötarkoituksesta. Asfaltoidulle piha-alueelle, kuten tässä tapauksessa, ohjearvo on yksi kaivo jokaista 600 neliometriä kohden. Kaivoista hulevesi johdetaan sadevesiviemäreitä pitkin kaupungin verkkoon. Putket pyritään sijoittamaan siten, että niiden päältä ei aurata lunta talvella,

jotta routiminen pysyisi mahdollisimman pienenä. Lisäksi putket sijoitetaan Etelä-Suomessa vähintään 1,5 metrin syvyyteen. Lisäksi on asennettava routakiilat, mikäli putket luovuttavat lämpöä tai putkien ympärystäyttö tehdään routivalla materiaalilla. Putken vähimmäishalkaisija on tyypillisesti 160 mm ja minimikallistus 1:200. (RT 81-11000, Rakennuspohjan ja tontinalueen kuivatus.)

### 2.2.2 Salaojitus

Salaojituksella on kaksi hyvin tärkeää tehtävää, katkaista maasta nouseva kapillaarivirtaus sekä ohjata maahan imeytyvät sade- ja hulevedet pois rakenteista. Salaojitus tehdään maan alle rakennuksen ympärille ja tarvittaessa myös sen alle. Salaojaputken korkeimman kohdan tulee olla vähintään 0,4 metriä viereisen tai yläpuolisen maanvaraisen lattiapinnan alapuolella. Tyypillisesti salaojat sijoitetaan maanpinnan kallistuksista muodostuviin notkoihin. Erityyppisiin perustustapoihin on vielä lisää tapauskohtaisia ohjeita. Tässä tapauksessa eli syvälle menevissä perustuksissa tulee salaojaputkien olla riittävän syvällä, jotta ne suojaavat perusmuuria alempana olevalta kosteudelta. (RIL 126-2009.)

Salaojien enimmäisväli tonttirakentamisessa on 10–30 metriä ja vähimmäissyvyys 0,6–1 metriä, mutta erittäin routivissa paikoissa ne voidaan myös eristää. Salaojat liitetään tässä tapauksessa kunnalliseen hulevesiviemäriverkostoon. Harvemmin asutuilla alueilla salaojitus voidaan purkaa myös maastoon, ojiin tai puroihin. (RIL 126-2009.)

Salaojien tarkastuksen jälkeen alkutäytössä salaojat peitetään yli 200 mm paksulla salaojituskerroksella. Vierustäyttöä tehtäessä salaojitussora ei saa rikkoa perustuksen tai perusmuurin vedeneristystä. Vierustäyttö tehdään rakennesuunnitelmassa esitetyn tiivysasteluokan mukaan. Täytöistä on ohjeet julkaisuissa RIL 126-2009 Rakennuspohjan ja tontinalueen kuivatus ja MaaRYL Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset 2000, Talonrakennuksen maatyöt.

### 2.2.3 Perustusrakenteet

Perustusrakenteiden tarkoituksena on siirtää rakenteiden aiheuttamat kuormitukset maa- tai kalliopohjalle siten, että pohjan kantavuus ei vaarannu ja perustusten painumat

sekä niistä johtuvat rakenteiden muodonmuutokset pysyvät sallitun suuruisina. Lisäksi perustukset suojaavat rakennusta maan kosteudelta ja pohjavesiltä. (Koski, 2010)

Perustusrakenteet ympäröidään kapilaarikatkokerroksella, joka on tyypillisesti sivusuunnassa 200 mm ja alapuolella 300 mm. Tämä estää veden kapilaarisen nousun betonirakenteisiin ja ohjaa sen salaojiin. Jotkut yksittäiset rakenteet voidaan myös toteuttaa korvaamalla salaojitus eristyksellä. Tällaisia vedenpaine- ja vesitiiviiksi eristettyjä rakenteita ovat esimerkiksi väestönsuojat ja hissien pohjat. Tällöin käytetään yleisimmin vesitiiviitä betoneja sekä bitumikermieristystä. Perustusten ja perusmuurien kosteuden- ja vedeneristykset tehdään periaatteessa samoilla tuotteilla kuin vesikattojen vedeneristykset. Eristyksessä käytetään luokiteltuja ja yleensä hitsattavia kumibitumisia aluskermejä. Käytännössä kermien tuoteluokka on TL2, mutta myös tuoteluokan TL1 ja TL3 kermejä voidaan käyttää (TL1-luokan kermit ovat pintasirotteellisia kermejä, joten niiden käyttö ei yleensä ole tarkoituksenmukaista). Lisäksi tällaisissa kohteissa betonirakenteiden raudoituksissa on suojabetonimäärä kasvatettu. (RT 83-10955.)

Bitumikermieristyksissä betonirakenteen tulee olla kunnolla kuivunut, jotta levitettävä bitumiliuos eli primer-kerros tarttuu kunnolla. On syytä muistaa, että betonin kuivuminen hidastuu huomattavasti kun se pussitetaan eristeellä. (RT 83-10955.)

Epätasaisilla pinnoilla bitumiliuoksen päälle voidaan tehdä kuumabitumisively tartunnan parantamiseksi. Kuumasivelyn annetaan rauhasa kuivua ennen kermin liimausta. Itse kermi on yleisimmin tuoteluokan 2 bitumikermiä. Kermin tartunta on syytä testata kolmiokokeella (kuva 2), ja tällaisesta käytännöstä on hyvä sopia eristäjien kanssa aloituspalaverissa. (RT 83-10955.)



Kuva 2. Viiltokoe kermiin. (RT 83-10955.)

Viiltokokeessa kermiin tehdään kaksi noin 10cm:n mittaista viiltoa. Kermiä vedetään irti seinästä. Mikäli kermi on tarttunut oikein, pitää vedettäessä tuntua selvä vastus ja yli puolet irrotettavan kielekkeen bitumista jää kiinni betoniin. Testialue paikataan samalla kermillä siten, että peittävä pala ulottuu 10cm:n viiltokohdan yli joka suuntaan. (RT 83-10955.)

Kosteuden- ja vedeneristyksen alustan tulee olla kuiva, pölytön, tasainen (vastata vähintään puuhierrettyä betonipintaa) sekä jäätön ja lumeton. Kylmissä olosuhteissa tulee ottaa huomioon rakenteen kylmyydestä ja kosteudesta johtuva vedeneristyksen tartunnan heikkeneminen. Ulkoilman lämpötilan ollessa alle +10 °C eristettävän rakenteen tulee periaatteessa olla 3 °C ulkoilmaa lämpimämpi. (RT 83-10955.)

Alustassa ei saa olla 3 mm suurempia jyrkkäreunaisia hammastuksia eikä koloja. Yli 3 mm korkeat hammastukset tasataan laastilla vähintään 1:5 kaltevuuteen. (RT 83-10955.)

Vedeneristyksen alustan kulmien pyöristyssäteen tulee olla vähintään 30 mm. Perustuksen, perusmuurin ja anturan taitekohtiin tehdään viiste tai pyöristysvalu. Perustusten huolellinen suojaaminen on yksi tärkeimpiä keinoja estää kapillaarisen kosteuden nousu alapohjaan. (RT 83-10955.)

#### 2.2.4 Alapohjarakenteet

Alapohjarakenteet ovat usein kaikkein eniten kosteudelle alttiina huonon tuulettuvuutensa takia, ja juuri ne ovat se kaikkein työläin korjattava. Huolimattomasti toteutettu alapohjan kosteuseristys aiheuttaa valtavia vahinkoja rakenteille ennen kuin asukas välttämättä huomaa mitään. Kosteus leviää alapohjaa pitkin kaikkiin rakenteisiin betonia pitkin ja alkaa vasta aikojen kuluttua näkyä, kun lattioiden pintamateriaalit alkavat pullistua tai turvota. Tässä vaiheessa asunnossa on jo todennäköisesti mikrobien aiheuttamia terveyshaittoja, kuten hometta. (Koski, 2010.)

Oikein toteutettu maanvastainen alapohja tulisi sijaita 0,3 metriä maanpinnan yläpuolella. Mikäli tästä joudutaan erityisestä syystä poikkeamaan, on perusmuurin oltava suojattu erityisen hyvin ulkopuoliselta kosteudelta. Kapillaarikerrokseen on monilla paikkakunnilla asennettava radonkaasun takia imukanavisto, joka otetaan käyttöön, mikäli radonpitoisuus rakennuksen tiloissa ylittää sallitut raja-arvot. Alapohjan lämmöneristeet si-

joitetaan pääosin betonilaatan alapuolelle. Puurakenteet taas erotetaan betonista bitumikermillä. Lattiarakenteiden alle levitetään kapillaarikerros salaojasoraa tai muuta kärkeää pestyä maa-ainesta, jonka sekoittuminen muuhun maa-ainekseen estetään suodatinkankaalla. (Koski, 2010.)

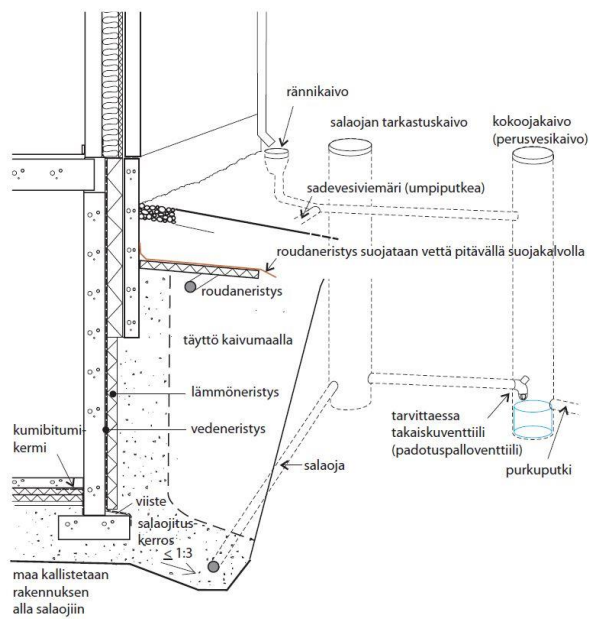
Päällystettävien betonilattioiden pinnoittamisella on yleensä kiire. Tällöin joudutaan usein tekemään kompromissi tehokkaan jälkihoidon ja nopean kuivumisen välillä. Kuivatusta ei kuitenkaan saa tehdä liian aikaisin tai liian rajusti eikä esim. voimakasta normaalin huoneenlämmön ylittävää lämmitystä tai voimakasta tuuletusta saa tapahtua ensimmäisten viikkojen aikana. Aikataulu tulee suunnitella sellaiseksi, että kuivumiselle jää riittävästi aikaa. (Koski,2010.)

### 2.2.5 Kellarin seinä

Maanpinnan alle jäävät kellarin seinät tulee pinnoittaa kosteuden katkaisevalla kerroksella kuten bitumikermi. Lisäksi maanvastaiset seinät on syytä lämmöneristää ulkopuolisella maanvastaisella lämmöneristeellä, jotta saadaan kasvatettua kantavan rungon lämpötilaa kosteuspitoisuuden alentamiseksi. (RT 83-10955.)

Perusmuuriin tehtävät putkien ja kaapelien läpiviennit tehdään mahdollisimman ylös, jotta ne eivät joutuisi vedenpaineen alaisiksi. (RT 83-10955.)

Läpiviennit tehdään tapauskohtaisesti rakennesuunnitelmien mukaan. Laipan yhteydessä käytetään vahvistuskermiä. Läpiviennit tiivistetään rakennesuunnitelman mukaan tarkoitukseen soveltuvilla läpivientitiivisteillä, joissa on vähintään 150 mm leveä laippa ja metallinen kiristysrengas. Kaukolämpöputkien yms. läpivientitiivisteinä käytetään metallilaippaa tai vastaavaa. Tiivistys tehdään ennen vedeneristyksen asentamista tai vedeneristystä asennettaessa. (RT 83-10955.)



Kuva 3. Periaatekuva kellarin seinän eristämisestä. (RT 83-10955.)

### 2.2.6 Eristetilat

Eristetiloja ovat kaikki rakenteiden sisään jäävät eristekerrokset. Tällaisia ovat esimerkiksi elementtien sisällä olevat villakerrokset tai betonilaattojen välissä olevat eristetilat. Näissä on huolehdittava, että ilma pääsee liikkumaan eristetilassa, jotta kosteutta ei pääse kondensoitumaan betonipinnasta eristeeseen. Lisäksi eristeen tulisi olla sellaista, ettei se kerää itseensä kosteutta. Mikäli höyrynsulkumuovia joudutaan tällaisissa paikoissa käyttämään, tulee kaikki mahdolliset puurakenteet sijoittaa muovin ulkopuolelle, jotta lahovaurioilta vältyttäisiin. Eristetilojen tarkoitus on katkaista mahdolliset kylmäsilat kahden betonirakenteen välillä. (RVP-S-RF-37.)



### 2.2.7 Väestönsuojankatto

Väestönsuojan katto on yksi tyypillisimpiä paikkoja, joissa uudiskohteissa esiintyy kosteusvaurioita. Väestönsuojan katon päälle tulee tyypillisesti asunto. Väestönsuojan ja asunnon lattian väliin saattaa tulla kymmeniä senttejä eristettä, mikä muodostaa eräänlaisen suljetun eristetilan. Väestönsuoja on suljetun ja tiiviin rakenteensa takia hankala kuivumaan, ja ainut suunta kosteudelle on ylös kohti seuraavaa asuntoa ja sen alla olevia eristeitä. Erinomainen tapa suojata ylemmän asunnon lattiaa kosteudelta on laittaa eristetilaan kerros ilmaa läpipäästävää materiaalia, kuten lekasoraa, ja asentamalla tuuletusventtiilit eristetilasta ulkoseiniin jotka voidaan avata mikäli kosteutta alkaa tiivistyä.

Jos rakennuksessa on kaksi kosteutta huonosti läpäisevää ainekerrosta, ei näiden väliin tule jättää kuivumista vaativia materiaaleja, ellei kosteuden haitaton poistuminen ole varmistettu erikseen. Rakennus suunnitellaan niin, että riski veden pääsystä ainekerrosten väliin jää vähäiseksi. (Ympäristöministeriö, 1998.)

### 2.2.8 Välipohjat

Osa välipohjien riskeistä on yllä jo käsitelty, mutta riski, joka on syytä mainita, on sellaiset välipohjat, joihin ei tule erillisiä pintavaluja. Tällaisten betonirakenteiden tulisi olla erittäin kuivia ennen kuin niihin voidaan pinnoitteita alkaa asentaa. Tyypillisesti materiaalityöntekijät ohjeissaan ilmoittavat pinnoitettavan pinnan suhteellisen kosteuden suosituksen, mutta tyypillisesti päällystemateriaalien vaatimus on 80–90 % luokkaa suhteellisessa kosteudessa mitattuna. Tämä tulee huomioida kun suunnitellaan aikatauluja, sillä rungon kuivumiseen pitää varata aikaa ennen kuin sisätyöt voidaan aloittaa. (Merikallio, 1998.)

### 2.2.9 Parvekkeet ja terassirakenteet

Mikäli parvekkeet toimitetaan työmaalle betonielementtinä, eivät ne itsessään tarvitse erityisiä kosteussuojauksia. Parvekeseinä on kuitenkin yleensä se avoin seinä, joka kannattaa suojata, jotta sade ei tuo vettä kerrokseen. Lisäksi on syytä tarkistaa, että parvekkeiden poistoputket ovat auki ja toimivat. (RT 14-11016.)

Liittymiset ulkoseiniin suunnitellaan siten, että kiinnitys- ja liitoskohdissa vesi ei pääse seinärakenteeseen, ulkoverhouksen taakse päässyt vesi pääsee poistumaan vahinkoa tuottamatta ja siten, että kosteuden ja lämpötilan muutosten aiheuttamat liikkeet eivät aiheuta haittaa. Hitsaamalla seinärakenteeseen kiinnitettävien parvekkeiden hitsauskohtien korroosiosuojaus vastaa ympäröivien pintojen suojakäsittelyä. (RT 14-11016.)

Liittymiset perustuksiin ja alapohjiin suunnitellaan siten, että perusmuurin ja rakennusosan välissä on riittävä kosteudeneristys. (RT 14-11016.)

Parvekkeissa ja terassirakenteissa on syytä muistaa, että mikäli betonipinta on lopullinen, sen päälle pitää asentaa suojavaneri tai pahvi. Amalla kun betonipinnat imevät itseensä vettä, kulkeutuu veden mukana likaa, joka ei enää lähde pois. Usein holvien raudoittamisen yhteydessä harjaterästä ja muuta romua nostetaan valmiiksi asennetuille parvekkeille. (RT 14-11016.)

### 2.2.10 Vesikatto

Tärkeintä on varmistaa vesikatton riittävä kaltevuus. Lisäksi katsotaan, että kaikki vesikattoon tehtävät läpiviennit sijaitsevat mahdollisimman lähellä talon harjaa eli korkeinta kohtaa. Läpivientien eristämisessä ja suojaamisessa on syytä noudattaa erityistä tarkkaavaisuutta. Vesikattoon käytettävän materiaalin tulee olla kuivaa ja asennuksen on tapahduttava kuivana aikana tai suojattuna, sillä vesikattoon tuleva höyrynsulku aiheuttaa riskin kosteuden kondensoitumiselle. Vesikatton alusmateriaalien tuuletus voidaan järjestää hyvin sijoittamalla tuuletusaukot tuulelle alttiille seinustalle tai sijoittamalla vastakkaisten seinien tuuletusaukot eri korkeuksille ja näin käyttämällä lämpötilaeroja hyödyksi. (Ratu 0423.)

### 2.3 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Ajallisella suunnittelulla tarkoitetaan niin vuodenaikojen huomioimista yleisaikataulussa kuin myös kuivumisaikojen huomioimista työvaiheiden jaksotuksessa. Ajallisella suunnittelulla minimoidaan luonnonvoimien rasituksesta johtuvat viivästyksset ja kustannukset.

Ideaalista olisi sijoittaa runkovaihe kesälle, jolloin rakenteet saadaan kuiviksi ennen sätöiden aloittamista. Näin saadaan talo niin sanotusti säältä suojaan ennen talvea.

Runko tulisi saada ylös mahdollisimman nopeasti, jolloin seuraava kerros toimii aina edellisen suojana. Kerrosten edetessä puutavarat ja ikkunat voidaan toimittaa kerroksiin kuiviin olosuhteisiin. Lisäksi pakkanen saattaa pysäyttää koko betonin lujuuden kehityksen, kun taas syksyinen ilman kosteus estää rakenteiden kuivumisen ja altistaa materiaalit kosteudelle. (Merikallio, 1998.)

Ajallisessa suunnittelussa huomioidaan massiivisten betonivalujen kuivumisajat ja jaksotetaan työtehtävät sen mukaan. Esimerkiksi märkätilojen sekä muiden hengittämättömiä pinnoitteita vaativien kohteiden betonin tulee saada kuivua rauhassa. Hyvää valvontaa on aikataulujen jatkuva seuraaminen ja päivittäminen. (Merikallio, 1998.)

Kosteuden poistumiseen rakenteista vaikuttaa merkittävästi lämpötila ja rakennetta ympäröivän ilman suhteellinen kosteus. Ilman suhteellisen kosteuden tulee olla riittävän alhainen, jotta ilma pystyy ottamaan vastaan rakenteista poistuvaa kosteutta. Betonirakenteiden kuivattamisen kannalta riittävänä ilman kosteutena pidetään 50 % RH:ta. Tätä alhaisempi kosteus ei merkittävästi nopeuta kosteuden poistumista rakenteesta. Kun ilman suhteellinen kosteus nousee yli 70 prosenttiin, kuivuminen hidastuu. Jos kosteus on erittäin korkea, rakenne ei kuivu vaan kostuu. Lämpötilan nostaminen on tehokkain tapa nopeuttaa rakenteiden kuivumista. Sisäilman lämpötilaa nostamalla saadaan paitsi ympäröivän ilman RH laskemaan (jolloin sen kyky vastaanottaa kosteutta kasvaa), myös rakenteiden lämpötila nousemaan, jolloin niiden kosteutta siirtävä voima kasvaa. Kun lämpötila nousee kymmenellä asteella, betonin kosteutta siirtävä voima kasvaa 1,5-kertaiseksi. Tällöin kosteus poistuu rakenteesta huomattavasti nopeammin ja kuivuminen nopeutuu. Esimerkiksi betonin lämpötilan noustessa 10 °C:sta 30 °C:een betonin kuivumisaika lyhenee puolella. Rakenteita kuivattaessa sisäilman lämpötilan olisi hyvä olla vähintään 20 °C ja RH 50 %. (Merikallio, 1998.)

## 2.4 Hankinnat ja logistiikka

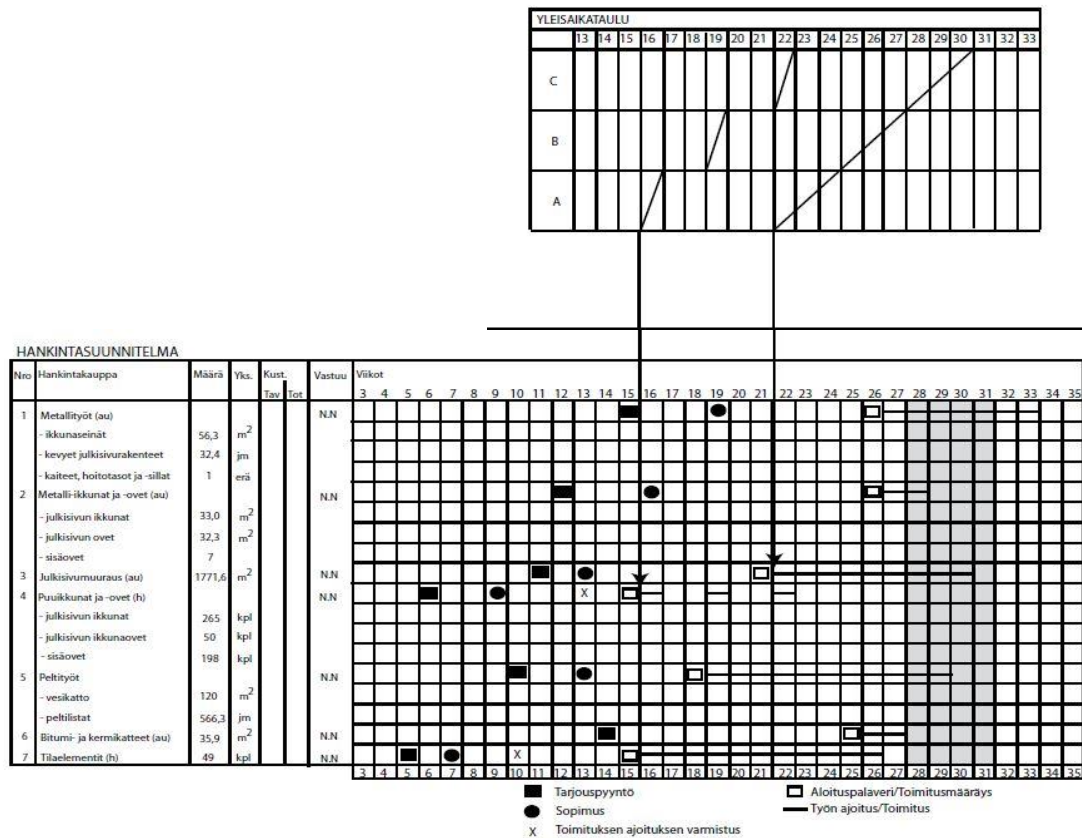
Hankintatoimen tehtävien hoitoon osallistuu yrityksen hankintaosasto ja/tai hankkeen työmaaorganisaatio. Tyypillisesti hankintaosasto osallistuu hankkeen taloudellisesti merkittävimpiin hankintoihin. Suurissa ja vaativissa hankkeissa työmaalle voidaan nimittää oma ostajansa, joka hoitaa itsenäisesti työmaalta käsin hankkeen hankinnat. (Ratu S-1227. )

Työmaaorganisaatiolle kuuluu normaalisti hankinnan tekninen valmistelu. Työmaaorganisaatio määrittelee työpiirustusten perusteella hankittavat materiaalit ja niiden määrät sekä ostettavan alihankintatyön laajuuden ja aikataulun. Tavallisesti työmaalla hankinnoista vastaa vastaava työnjohtaja apunaan työmaainsinööri. (Ratu S-1227. )

Toimitusten saapuminen oikea-aikaisesti työmaalle ja toimitusten aikataulussa pysyminen edellyttävät tarjous- ja toimitusajat huomioonottavaa hankinta-aikataulua sekä suunnitelmien saamista ajoissa. Rakennushankkeelle tehdään hankintasuunnitelma heti projektin aikataulutuksen jälkeen. (Ratu S-1227. )

Hankintasuunnitelma sisältää hankintakokonaisuuksien ja hankintavastuiden määrittämisen sekä hankintatapahtumien ajoittamisen hankinta-aikataululle. Hankintakokonaisuuden muodostavat ne materiaalierät ja työkokonaisuudet, jotka ovat sopivimmat kilpailuttamisen, toimittamisen ja rakentamisen kannalta. Hankintasuunnitelma on alisteinen muulle suunnittelulle. (Ratu S-1227. )

Hankinnasta vastaavien henkilöiden tehtävä on pitää tavarantoimittajat tietoisina aikataulusta ja informoida tavarantoimittajaa materiaalien suojaamisesta kosteudelta. Myös tavaran toimitus ja muu logistiikka on suunniteltava niin, että tavaralle joko järjestetään kuivat olot tai ne toimitetaan työmaalle juuri, kun niitä tarvitaan. (Ratu S-1227. )



Kuva 4. Hankintasuunnitelman sovitus yleisaikatauluun (Ratu S1227).

Suunnittelussa pyritään ottamaan aina huomioon työmaalla vallitsevat olosuhteet. Materiaalit valitaan niin, että ne soveltuvat helposti käytettäviksi kyseiseen rakenteeseen ja ne kestävät työmaalla vallitsevat olosuhteet vaurioitumatta ilman vaikeita suojaustoimenpiteitä. Jos materiaaleilta vaaditaan rakennusaikana pitkäaikaista säänkestoa, valitaan materiaaleiksi säänkestäviä materiaaleja. (Ratu S-1227.)

Logistiikkaa suunniteltaessa tulee työmaata miettiä kokonaisuutena. Logistiikkasuunnitelmassa kuvataan materiaalin fyysiseen käsittelyyn liittyvät työvaiheet, kuten kuljetukset, kuorman purku, varastointi, siirrot, siivous ja suojaus. Työmaan sisäisten siirtojen minimoimiseen tulee pyrkiä. Logistiikkaa mietitään tarvittaessa osissa: maarakennus, perustus-, runko- ja sisävaiheessa. Runkovaiheessa tulee tarkastella niitä sisärakennusvaiheen materiaaleja, jotka ovat raskaita tai jotka kannattaa nostaa holville rungon rakentamisen aikana. Helposti vaurioituvat materiaalit kannattaa tuoda työmaalle juuri ennen asennusta ja siirtää suoraan asennuspaikalle. (Ratu S-1227.)

## 2.5 Rakennustyömaan olosuhteiden hallinta

Olosuhdehallinnan tavoitteena on luoda työmaalle sellaiset olosuhteet, että rakennuksen kosteusriskit voidaan minimoida ja työmaa voidaan toteuttaa suunnitellussa aikataulussa erilaisissa olosuhteissa. Käytännössä olosuhdehallinta tarkoittaa rakenteiden ja materiaalien työmaa-aikaisen kastumisen minimointia sekä rakenteiden kuivumisen kannalta optimaalisten sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden luomista. (Merikallio, 1998.)

Rakenteet ja materiaalit tulisi suojata sateelta mahdollisuuksien mukaan, sillä kastuminen lisää merkittävästi sekä kuivatustarvetta että materiaalihukkaa. (Merikallio, 1998.)

Kastuneen materiaalin tai rakenneosan käyttö voi myös myöhemmin aiheuttaa terveyshaitan rakennuksen käyttäjälle. (Merikallio, 1998.)

Rakennuksen rungon kastumista voidaan vähentää mm. seuraavilla toimenpiteillä:

- nostamalla runko ylös mahdollisimman nopeasti, jolloin seuraava kerros toimii edellisen kerroksen katteena
- estämällä veden valuminen ylemmiltä holveilta alemmille sulkemalla holvilla olevat aukot vesitiiviiksi sekä estämällä veden valuminen esimerkiksi ulkoseinän eritetilaan ja sisälevytyksiin
- tekemällä elementtivälipohjien saumavalut tiiviiksi ja valamalla pintabetonilaatta mahdollisimman varhaisessa vaiheessa
- tekemällä välipohjiin väliaikainen viemäröinti esimerkiksi märkätilojen lattiakaivojen kautta (sovittava ajoissa kohteen LV-urakoitsijan kanssa)
- suojaamalla rakennusrungon sivut varhaisessa vaiheessa asennettavilla ulkoseinillä. Mikäli tämä ei ole mahdollista, käytetään suoja- tai eristepeitteitä. Ulkoseiniin on myös asennettava ikkunat ja ovet mahdollisimman pian tai aukot tulee sulkea suojapeitteillä
- poistamalla holville päässyt lumi mekaanisesti, ei sulattamalla
- poistamalla holville päässyt vesi mahdollisimman pian esimerkiksi vesimurilla. (Merikallio, 1998.)

Työmaalle tulevien rakennusmateriaalien ja -tuotteiden kostumista ja kastumista voidaan vähentää

- edellyttämällä toimittajilta kuljetuksen aikaisesta suojausta
- noudattamalla valmistajan antamia ohjeita varastoinnin suhteen
- oikea-aikaisella toimituksella (JOT)
- suunnittelemalla varastointialueet ja –menetelmät ajoissa
- käyttämällä sääsuojia työmaan yleisvarastona
- käyttämällä sääsuojia keskeneräisten rakenteiden suojauksessa
- suunnittelemalla työsuoritus huolellisesti ja toteuttamalla se pienissä pa-loissa, jotta keskeneräiset rakenteet ehditään suojaamaan saman työvuor-on aikana. (Merikallio, 1998.)

Suojaustoimenpiteissä tulee huomioida, mitkä materiaalit voivat itse vaurioitua kosteu-den vaikutuksesta ja mitkä voivat kastuessaan välillisesti aiheuttaa kosteusvaurion. Esi-merkiksi kipsilevy on tuote, joka voi jo korkean ilman suhteellisen kosteuden vaikutuk-sesta turmeltua. Tiilet, kevytsoraharkot ja betonituotteet puolestaan voivat kastuessaan imeä itseensä huomattavia määriä kosteutta (jopa 300–400 litraa/m<sup>3</sup>) vaurioitumatta. Kosteus voi kuitenkin aiheuttaa vaurion, kun nämä materiaalit pinnoitetaan tai päällyste-tään. Kun varastoidaan rungon valmiiden osien sisälle, on huolehdittava, etteivät mate-riaaliniput ja -pakkaukset estä rakenteiden, esimerkiksi betonirungon kuivumista. Jos sattuu vesivahinko, on rakenteisiin päässyt vesi poistettava välittömästi. (Merikallio, 1998.)

Työmaalla sattuviin vesivahinkoihin, esimerkiksi patteriverkoston vuotoon, vesiletkun katkeamiseen tai vesisäiliön kaatumiseen tulee varautua

- valistamalla työmaahenkilökuntaa veden ”vaarallisuudesta”, jotta kukin osaltaan huolehtisi, ettei oman työsuorituksen seurauksena rakenteisiin pääse ylimääräistä kosteutta
- varmistamalla painevesiverkoston liitokset ennen verkoston käyttöönot-toa (tilapäiset liitosten avaukset pattereilla yms.)
- sulkemalla työmaan käyttövesijohdot yöksi ja viikonlopuiksi

- varmistamalla, että työmaalla on nopeasti saatavilla vesi-imuri
- varmistamalla kuivatuslaitteiden nopea saatavuus. (Merikallio, 1998.)

## 2.6 Laadunvarmistus

Rakennuttajan oman toiminnan rakentamisvaiheen laadunvarmistukseen vaikuttavat em. viranomaisten vaatimukset sekä rakennuttajan oma laatujärjestelmä. Rakennuttaja laatii hankekohtaisen rakennuttajan laatusuunnitelman ja siihen liittyvänä laadunvalvontasuunnitelman. Laatusuunnitelma on tarkoitettu ensisijaisesti palvelemaan rakennuttajan omaa toimintaa. Rakennuttajan laatusuunnitelma voidaan yhdistää jo hankkeen alussa sille laadittuun projektisuunnitelmaan. Laatusuunnitelmista on käytössä useita erilaisia sisällöltään ja muodoltaan eroavia versioita. (Junnonen, 2010.)

Ennen jokaista työtehtävää pidettävässä aloituspalaverissa tai perehdytyksen yhteydessä on syytä työntekijöille kertoa, mitä asioita tullaan valvomaan ja mahdollisesti tarkastamaan. Hyvä keino varmistaa työn laatu on pelkkä työnjohdon läsnäolo työmaalla. (Junnonen, 2010.)

Rakennuttajan pääasiallisena laadunvarmistustoimenpiteenä rakentamisvaiheessa on työmaavalvonta. (Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998, 59.–62. §).

Betonin laatua voidaan valvoa kosteusmittauksilla, lämpötila-anturoilla ja koepaloja ottamalla. Toinen kosteuden kannalta merkittävä laadunvalvontatoimenpide on kosteuseristysten hyvä kiinnittyminen ja peittävyys. (Junnonen, 2010.)

Työmaalle laaditaan ennakkoon kosteusmittaussuunnitelma. Suunnitelmasta tulee käydä ilmi mittausmenetelmä ja laitteisto, mittauksen aikataulu, laajuus ja tarvittavien mittauspisteiden sijainti. (Junnonen, 2010.)

Työmaan sisäilman lämpötila- ja kosteusmittausten tulosten perusteella päätetään tapauskohtaisesti, onko kohteen lämpötilaa nostettava vai laskettava, ilmanvaihtoa lisättävä vai voidaanko sitä vähentää vai tarvitaanko sisäilman kosteuden alentamiseksi jopa ilmankuivaajia. Rakenteista tehtävien seurantamittausten avulla todetaan rakenteiden kuivumisen edistyminen suunnitellussa aikataulussaan tai siihen liittyvät poikkeamat. Mikäli mittaustulokset osoittavat, että kuivuminen ei ole edennyt suunnitelmien mukaan, voidaan lisäkuivatustoimenpiteisiin ryhtyä ajoissa ilman aikatauluviivytyksiä. (Merikallio, 1998.)



Materiaalien laatua tulee myös valvoa ja tarkistaa niiden kunto otettaessa niitä vastaan työmaalla. Suojaavien pakkausten tulee olla ehjiä. Tuotetietojen tulee olla näkyvissä ja vastata tilausta. Kaikki vauriot tuotteissa, niin tehtaalla kuin kuljetuksessa syntyneet, tulisi tarkistaa ja raportoida tässä vaiheessa. (Junnonen, 2010.)

## 2.7 Itselleluovutus

Ennen varsinaista rakennuskohteen luovutusta, tai vaikka yksittäisen työn luovutusta, pidetään itselleluovutus. Tässä pääurakoitsijan edustaja, kuten rakennusmestari, käy kohteen läpi mahdollisesti aliorakoitsijan kanssa. Itselleluovutuksessa tarkastetaan kohta kerrallaan suunnitelmista, että työn jälki vastaa suunnittelijan vaatimuksia. Tarkastuksen yhteydessä tehdään tarvittaessa laadunvarmistus sovittuihin kohtiin. Sekä kirjataan mahdolliset korjauskehotukset ja virheet ylös ja liitetään raportti osaksi luovutus-pöytäkirjaa. Itselleluovutuksia voidaan pitää vaikka kaikista yksittäisistä työkokonaisuuksista. Näin voidaan ratkaisevasti vähentää myöhempää riitelyä takuukorjauksista ja niiden vastuista. Samalla yhdessä tarkistetaan, että mesta on siinä kunnossa, että seuraava työvaihe voidaan kohteessa aloittaa. (Junnonen, 2010.)

## 3 SUUNNITELMAN TOTEUTUS JA VALVONTA

### 3.1 Kosteusriskien kartoitus

Työmaalla kosteusriskien kartoitus on jatkuvaa työtä, jota käydään läpi samalla, kun työ etenee. Tämä johtuu osittain siitä, että lopullisia suunnitelmia ei kaikkia ollut saatavilla työmaan alkaessa. Osa kosteusriskeistä on voitu havaita vasta työn edetessä.

Osana kosteusriskien kartoitusta toimii ennen runkovaiheen aloitusta tehty kosteudenhallintasuunnitelma, joka on tehty käsiteltävään kohteeseen. Liitteessä 4 on kosteudenhallintasuunnitelman tarkastusosa, jossa on mainittu lista tarkistettavista asioista, joita talon edetessä käydään läpi.

### 3.2 Tuotantotekniikka

Merkittävimpiä tuotantoteknisiä muutoksia tässä kohteessa, ja erityisesti kosteudenhallintaan vaikuttavia, on ollut väliseinien vaihtaminen elementtiseinistä paikalla valettaviin. Tämä johtui elementtitoimittajan viivytyksistä, mikä toi omat haasteensa kosteuden hallintaan. Kuivumisajat tietysti vaikuttavat myös koko työmaan aikatauluun. Tämä tarkoittaa myös lisää betonipintaa, jonka kuivumisesta pitää valvoa. Seinien paikallavalut liitettiin osaksi runkourakkaa ja toteutettiin suurmuottivaluina.

Koko talon eristys tehtiin paikan päällä jälkiasennuksena. Näin esimerkiksi villat eivät ulkoseinissä joudu sään armoille liian pitkiksi ajoiksi.

### 3.2.1 Pintavesien ohjaaminen ja kuivatusjärjestelmät

Kohteen pintavesien ohjaaminen on erittäin tärkeä osa kosteudenhallintaa, koska lähes koko tontti peittyy betonikantisella parkkihallilla. Liitteessä 5 on asemakuva, josta parkkihallin laajuus käy ilmi. Kannelle satava vesi ohjataan ränneillä ja viemäreillä parkkihallin läpi maanalaisiin sadevesikaivoihin. Parkkihallin ulkopuolelle jäävä vesi imeytetään salaojakaivoihin ja viistetään Helsingintien puoleiseen ojaan.

Betoninen autokansi pinnoitetaan bitumilla ja valetaan siten, että vesi ohjautuu tasaisin välein viemäriin. Reunakivetyksillä ohjataan myös kasaantuvaa vettä. Osa betonisesta autokannesta rajoittuu parkkihalliin viettävään ajoluiskaan. Ajoluiskan alimpaan kohtaan sijoitetaan iso hiekan ja veden keräävä erotuskaivo, joka myös kytketään kaupungin verkkoon.

Katolta valuvat ja seinän viereen kertyvät vedet imeytetään sorakerroksen läpi salaojaverkostoon.

### 3.2.2 Salaojitus

Salaojitukselta työmaalla vastasi Isoniityn Kone Oy, joka oli maanrakennuksesta vastaava urakoitsija. Salaojitus toteutettiin LVI-suunnitelmien mukaisesti. Kaikki peittoon jäävät putket tarkistettiin ja kuvattiin tietopankkiin.

Salaojien asentamisessa pyrittiin huomioimaan muu ympärillä tapahtuva perustustyö ja oikea työjärjestys. Näin vältettiin turha työkoneiden liikenne asennettujen putkien päällä ennen suojaavia maakerroksia, jotta salaojaputket eivät vaurioitu.



Kuva 5 Salaojitusta

### 3.2.3 Perustusrakenteet

Perustukset ovat kyseisessä kohteessa raskaat johtuen parkkihallista ja siitä, että talo sijaitsee paksujen pilareiden varassa parkkihallin päällä. Myös paikoitellen yli 20-metrinen savipatja vaati runsaasti paaluja. Tämän savisen maaston takia oli tärkeää, että anturoiden suojabetonit tarkastettiin raudoittamisen jälkeen ja että anturan ympäriltä korvataan savimaa vettä läpäisevällä soralla.



Kuva 6 Hissikuilun pohjan lautamuotti ja raudoitus.

Kuvassa näkyvä hissikuilun pohja sijaitsee tyypillisesti muita perustusrakenteita alempana ja on muotonsa vuoksi altis kosteudelle. Umpinaiseksi valettu kuilun pohja on kuin allas, joka sijaitsee lähes metrin muuta lattiapintaa alempana. Hissin pohjatyöt tehtiin huolellisesti ja raudoituksen tarkastukseen kiinnitettiin erityistä huolellisuutta. Itse valu toteutettiin kahdessa osassa. Pohja valettiin ensin ja sen jälkeen seinien nostot. Pohjan ja seinien saumaan tulee tehdä pontti ja varmistaa, että saumassa ei ole betoniliimaa häiritsemässä tartuntaa. Valun jälkeen betonin annettiin rauhassa kuivua ennen kuin hissien pohja voitiin eristää kosteudelta bitumilla ja bitumikermillä.



Kuva 7 Hissikuilun vedeneristys.

### 3.2.4 Alapohjarakenteet

Anturoiden valamisen jälkeen päästiin tekemään alapohjan täyttöjä. Anturoiden ympäristät kierrettiin kapillaarisoralla. Pohja tärytettiin vaadittuun korkoon ja pohjan eristekerroksen alle asennettiin vaadittu määrä kapillaarisoraa. Myös viemärit ja lattiakaivot asennettiin kuvanmukaisin kaadoin ennen pohjan valamista. Viemärit kannakoitiin pohjalaataan ja alle tehtiin arina painekyllästetystä pattingista.

Pohjalaatta valettiin kolmessa osassa. Ensimmäisenä valettiin väestönsuoja, seuraavaksi kellari ja viimeisenä parkkihalli. Parkkihalli valuna oli kaikkein vaativin, sillä lattiakaivoja oli useita ja kaatojen teko niihin erittäin tarkkaa. Lisäksi autohalliin ei tule enää pintavalua, joten työn pitää onnistua kerralla.



Kuva 8 Pohjalaatan kapillaarikatko ja eristys



### 3.2.5 Kellarin seinä

Kellarin seinä ja varsinkin maanvastaiset sellaiset ovat jatkuvasti kosteudelle alttiina. Olympian kellarin seinä on samalla väestönsuojan seinä, siksi niiden kosteuden eristyksen tulee olla jatkuvaa. Olympiassa kosteuden eristyksen asensi Icopal. Kosteuden eristyksenä toimi bitumisively ja kermi. Koko seinän annettiin rauhassa kuivua ja vielä ennen ensimmäistä primer-sivelyä seinä puhallettiin kosaanilla, jotta tartuntapinta olisi lämmin ja varmasti kuiva. Primer-sively sai kuivua yön yli, ja seuraavana päivänä asennettiin kermit. Kermit päällystettiin vielä bitumilla. Viiltokokeen teko osoittautui hankalaksi, koska kermi oli niin piukassa, ettei sen repiminen ollut järkevää, joten voidaan todeta kokeen onnistuneen, sillä tartunta oli vähintäänkin hyvä.



Kuva 9 Kellarin seinän kapilaarikatko ja eristys

Kermin päälle suunnittelija oli vaatinut 180 mm:n EPS 120 -eristettä. Alemman kerroksen laittoi Icopal samalla, kun he sivelivät seinän bitumilla. Seuraavan kerroksen asensi maanrakentaja samalla, kun hän teki seinän viereisiä täyttöjä. Seinään, johon ei asenneta sokkelikiviä, tehtiin 300 mm:n kapillaarisoratäyttö, joka erotettiin kankaalla viereisestä täyttömaasta. Näin tehtiin siksi, siksi ettei raakana täyttömaana käytetyn maan aineksen hienot ainesosat liukene sadeveden mukana kapillaarisoran joukkoon ja aiheuta maan painumia ja kosteusriskejä.

### 3.2.6 Eristetilat

Kaikkien eristetilojen ilmanvaihto tarkistetaan ennen lopullisia peittämiä. Varmistetaan, etteivät valuroiskeet tai uretaanivaahdot ole päässeet ilma-aukkoja tukkimaan. Seinissä eristetiloja on esimerkiksi sokkelikiven takana oleva EPS 120 -eriste joka jää piiloon. Sokkelikiven ja eristeen väliin tulee jäädä 50 mm:n tuuletusrako. Lattiassa taas väestönsuojan kattoon suunnittelija oli vaatinut 300 mm:n EPS 100 -eristettä ja kellarin kattoon 500 mm:n eristeen. Nämä eristeet olisivat estäneet ympäröivän betonin kuivumista ja keränneet itseensä kondenssivettä, jollei niille olisi asennettu tuuletusrakoja. Käytännössä tämä toteutettiin siten, että eristeeksi valittiin uritettua EPS -levyä betonia vasten. Reunoille seiniin porattiin tuuletusreiät. Viemäriputket otettiin pois alemmasta lattiavälusta ja siirrettiin tämän eristeen sisään. Viemäriputkien yhteyteen laitettiin myös tuuletus eristetilalle. Viemäriputkien asennus eristeeseen on myös mahdollisten korjausten kannalta paljon halvempi ja helpompi vaihtoehto.

### 3.2.7 Väestönsuojan katto

Väestönsuojan katto vaati myös rakentamisvaiheessa erityistä huomiota, sillä väestönsuojan päälle tulevan asunnon seiniä varten väestönsuojien kattoon tehdään usein niin sanotut seinänostovalut. Nuo valut tekevät väestönsuojan päälle umpinaisen altaan, johon esimerkiksi sadevesi alkaa välittömästi kerääntyä. Hyvä käytäntö on porata valun jälkeen muutama viisto reikä, joista sadevesi pääsee rakentamisen aikana valumaan pois. Nämä toimivat myös tuuletusrakoina, kun yllä mainitut eristeet asennetaan katon ja ensimmäisen kerroksen lattian väliin. Monessa paikassa alimmainen kerros eristeestä on korvattu lekasoralla, mutta valitsimme uritetun EPS 100 -levyn sen asentamisen helpouden takia.



### 3.2.8 Välipohjat

Välipohjien valuissa tarkastettiin, että suojabetoni täytti rakennesuunnittelijan vaatimukset ja kaikki putkitukset ja raudoitteet kuvattiin. Jokainen kerros tarkastettiin ennen valua. Kohteen välipohjat toteutettiin paikallavaluna pumppaamalla. Betonin toimittajana toimi MBR, joka myös toimittaa lämpötilaseurannat ja purkulujuudet.

### 3.2.9 Parvekkeet ja terassirakenteet

Parvekkeiden ja terassien liitokset välipohjiin ja kantaviin rakenteisiin toteutettiin ruostumattomalla teräksellä. Myös nämä liitokset välipohjiin kuvattiin ennen valua. Parvekkeiden ulkosyrjällä sijaitsevat syöksyputket tarkastettiin ja niiden vaurioitumista varottiin asennusten ja siirtojen aikana.

### 3.2.10 Vesikatto

Vesikattoa päästiin tekemään marraskuussa. Vuodenajasta johtuen materiaalien kastuminen oli suuri kosteusriski. Puiset kattoristikot toimitettiin työmaalle samana päivän kun niitä alettiin asentaa. Varastointi järjestettiin siten, että puuristikot saatiin suoraan katolle betoniholville, alle laitettiin aluspuut. Kaikki materiaalit peitettiin asentamisen aikana ja sen jälkeen.

## 3.3 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Perustukset aloitettiin keväällä maaliskuussa ja samalla kuivatettiin tonttia maanvaihoilla ja pumpuilla. Tavoitteena on ollut alusta asti, että massiiviset valut saadaan suoritettua kesän ja syksyn aikana, jolloin olosuhteet betonin kuivumiselle ovat otollisimmat. Alkuperäisenä tavoitteena on ollut saada betonirunko ja vesikatto valmiiksi marraskuuhun mennessä. Tähän jouduttiin kuitenkin tekemään muutoksia matkan varrella. Aikataulussa on jatkuvasti ollut kantavana ajatuksena, että kaikille jää riittävästi työaikaa ja että laatu ei kärsi turhan kiirehtimisen takia. Myös betonin kuivumiseen on varattu riittävästi aikaa.

Taloudellisesti ei ole merkittävää eroa, tehdäänkö rungon kerros viidessä tai kymmenessä työpäivässä. Betonin kuivuminen vie kuitenkin oman aikansa, ja mikäli kerroksia halutaan nopeampaan tahtiin, tarkoittaa se lisää vuokrattavaa muottikalustoa, koska alempi kerros ei olisi ehtinyt vielä purkulujuuteen. Rungon kerroskierrossa yksi tai kaksi päivää on erittäin pieni osa koko talon aikataulua. Tietysti tavoite on koko ajan olla taloudellinen ja tehokas.

### 3.4 Hankinta ja logistiikka

Työmaan sijainnin takia varastointiin ei ole ylimääräistä tilaa, mikä taas kosteuden hallinnan takia on ollut hyvä asia, sillä tavarat tilataan työmaalle juuri silloin, kun niitä tarvitaan. Näin ei jouduta murehtimaan välivarastoinnista ja materiaalien sääsuojauksesta. Tässä säästetään materiaaleja sekä arvokkaita työtunteja.

Ikkunat ja ovet tulevat työmaalle, kun runko on nostettu ylös, ja ne nostetaan kurottajalla suoraan kerrokseen, jotka tuossa vaiheessa ovat jo lämmitettyinä ja säältä suojassa.

Kattotuolit tulevat työmaalle kun niiden asennus on ajankohtainen ja nostetaan suoraan vesikatolle. Näin katon esiteiden väliin jäävää vettä ei tule enempää märkien materiaalien mukana.

Hankinta tarkistaa alustavasti kaikkien tuotteiden CE-hyväksynät, ja työmaa tarkistaa nämä vielä materiaalien saapuessa työmaalle. Lisäksi erikseen tarkistetaan kaikkien tuotteiden sopivuus kyseiseen kohteeseen.

Esimerkkinä tuotteiden sopimattomuudesta on julkisivu villoitus. Mikäli olisi käytetty alkuperäistä villan toimittajaa, olisi voitu aloittaa villoitus vasta keväällä, sillä Parocin hyväksymä villan saumateippi ei kestänyt lainkaan pakkasta. Kun kysyttiin teipin vaihdosta, olisi se tarkoittanut valmistajan takuun raukeamista koko villan osalta. Näissä tulee työmaalla olla hyvin tarkkana.

### 3.5 Rakennustyömaan olosuhteiden hallinta

Työmaan kuivatus on aloitettu jo ensimmäisten kaivuutöiden yhteydessä. Ongelmaa tässä aiheutti maaperän routuminen ja sen myötä jäätä löytyi kaivettaessa vielä kesäkuussa. Työmaalle suoritettiin paljon massanvaihtoja ja savea ajettiin pois runsaasti ja tilalle ajettiin routimatonta materiaalia ja vettäläpäiseviä materiaaleja. Anturakuopista pumpattiin vettä uppopumpuilla ja työmaa salaojitettiin koko rakennusten alueelta.

Loppu runkovaiheesta ajoittui syksylle ja alkutalveen, ja on aivan selvää, että sääolot ovat tuohon vuodenaikaan hyvin kosteat. Runkovaiheessa vettä tulee väkisin sisälle ja kastelee betonirakenteet. Työmaalla oli jatkuvasti vesi-imurit käytössä, ja veden ei annettu jäädä makaamaan rakenteisiin turhan pitkäksi aikaa. Marraskuussa runkoa alettiin lyödä umpeen ja lämmittää.



Kuva 10 Maaperän kuivatusta uppopumpulla.

### 3.6 Laadunvarmistus

Laadunvarmistukseen on koko SRV:ssä kiinnitetty viime aikoina erityisen paljon huomiota, ja loppukesästä käyttöön otettiin uusi Congrid –ohjelmisto, joka mahdollistaa mobiililaitteella tarkastusraporttien tekemisen ja laatuhavaintojen dokumentoinnin. Turun Olympia olikin Helsingin Kalasataman jälkeen ensimmäinen, jossa Congrid otettiin käyttöön. Ohjelmassa on kaksi laatumatriisia, joista toinen pohjautuu Talo 80 -jaotteluun ja toinen Ratu 2014 -jaotteluun. Olympiassa otimme käyttöön Ratu 2014 -matriisin, joka antaa yhteensä lähes 400 erilaista laaduntarkastusraporttipohjaa ja valmiit tarkastuslistat niihin.

Osana laadunvarmistusta on myös kohteiden tarkastus ja dokumentointi valokuvaamalla aina tehtävän valmistuttua. Esimiehen läsnäolo työmaalla on erittäin tärkeää turkien virheiden ehkäisyn kannalta, ja tieto siitä, että valmis työ tullaan kuvaamaan yrityksen verkkolevylle, kannustaa huolelliseen lopputulokseen.



Kuva 11 Betonin lämpötilan seuranta

Isoimmissa valuissa kiinnitettiin erityistä huomiota betonin jälkihoitoon ja tilattiin lämpötilan seuranta, jotta betonin lujuuden kehitystä voitiin paremmin valvoa. Seurannan suoritti

MBR:n Naantalin laboratorio. Liitteessä 3 on kyseisten mittareiden eli loggereiden piirtämät kaaviot ja lujuuden kehitys. Mittalaitteiden lukemia ei lisätä liitteisiin, sillä molemmat mittalaitteet tulostivat arvoja kymmenen minuutin välein ja tuloksia on yli 50 sivua.

### 3.7 Itselle uovutus

Tyypillisesti urakoitsija tekee itselleluovutuksen ennen kuin luovuttaa kohteen rakennuttajalle, mutta tässä kyseisessä kohteessa pääurakoitsija ja rakennuttaja ovat sama yritys. Itselleluovutus tehtiin betonirungosta, josta omille työntekijöille oli tehty kokonaisurakka. Itselleluovutuksessa tarkistettiin kaikki urakkaan kuuluneet työvaiheet ja osa-alueet. Virheet kirjattiin ylös ja mahdollisten korjausten tekemisestä sovittiin. Mikäli kyseessä olisi ollut ulkopuolinen aliurakoitsija, tässä olisi myös ollut hyvä tehdä taloudellinen loppuselvitys ennen viimeisen maksuerän maksamista.

Itselleluovutuksessa käytiin pintapuoleisesti läpi kyseinen urakan käsittämä kokonaisuus ja kirjattiin ylös mahdolliset puutteet ja epäkohdat. Tässä kohteessa piiloon jääneet osa-alueet oli jo erikseen dokumentoitu, joten niihin ei puututtu enempää. Muutamia virheitä rakentamisessa oli sattunut, ja niistä suurin osa oli jo korjattu. Liitteenä 4 on lopullisen itselleluovutuksen pöytäkirja. Liitteestä käy ilmi tarkistettava kohde ja mahdolliset korjaukset ja korjausten vastuhenkilöt.

## 4 OMA OSAAMISTASO JA KEHITTÄMISTARVE

### 4.1 Kosteusriskien kartoitus

Kosteusriskejä on käsitelty laajasti niin koulussa kuin mediassakin. Koin että käytännössä tapahtuva kartoitus käynnissä olevalla työmaalla, ja mielellään etukäteen, oli erittäin haastavaa. Tässä korostuu se tietämys, jonka tuo kokemus mukanaan. Kosteusvahinkoja on helppo arvostella jälkikäteen, mutta kun työmaalla on useita henkilöitä tekemässä kaikki omia tehtäviään, on työnjohdolla valtava työ ennakoida jokaiseen työvaiheeseen liittyvät riskit ennakkoon.

Tässä näen itselläni ainakin tarvetta kehittymiseen ja uskon, että sitä voin saada juuri käytännön kokemuksen kautta. Suuri apu on myös vaihtoehtoisten työtapojen etsimisessä itsenäisesti ja keskustelemalla vanhempien rakennusmestareiden kanssa.

### 4.2 Tuotantotekniikka

Tuotantotekniikka on myös sellaista tietoa, jota oppii mielestäni parhaiten juuri kokemuksen kautta ja itse sain parhaan oppini juuri vanhemmilta mestareilta ja työnjohtajilta. Lisäksi avoin keskustelu eri alojen ammattihenkilöiden kanssa antaa paremman ymmärryksen juuri työn toteuttamiseen. Tähän itselläni oli melko hyvä pohja pitkän työhistorian puolesta.

Oli myös valtava määrä työvaiheita, joihin minulla ei ollut aikaisempaa kokemusta, ja siksi tämän kaltainen kohde, jota saa olla mukana tekemässä alusta asti, oli aivan mainio oppimisen kannalta.

### 4.3 Ajallinen suunnittelu ja valvonta

Ajallista suunnittelua harjoiteltiin paljon koulussa ja siihen koin omaavani hyvät valmiudet. Monesti kyllä sain huomata olevani melkoisen optimistinen aikataulutuksessa ja varsinkin kosteudenhallinnan kannalta tässä on vielä parannettavaa. Kesällä aikatauluja on

helppo valvoa ja noudattaa, mutta syksyn tuomat sateet ja sadevesien hallinta runkovaiheessa on haastavaa myös kokeneelle työnjohtajalle.

#### 4.4 Hankinnat ja logistiikka

Hankintoja käytiin koulussa läpi hyvin kattavasti. Toki suuremmat hankinnat meillä teki erillinen hankintaosasto, mutta sen aikataulut ja logistiikka jäi paljolti työmaalle. Aikataulut ei runkovaiheessa osoittautunut haastavaksi ja uskoin siihen osaamiseni riittävän mainiosti. Logistiikka ahtaalla ja savisella työmaalla toi omat vaikeutensa. Mielestäni tässä ei ollut suurempia tarpeita osaamisen kehittämiseksi.

#### 4.5 Rakennustyömaan olosuhteiden hallinta

Rakennustyömaan olosuhteiden hallinta oli vaikeaa varsinkin perustusvaiheessa. Tähän olisi mielestäni koulussa tarvinnut laajempaa opetusta. Olosuhteiden hallinnan kurssi kyllä oli, mutta sen niputtaminen maanrakennuksen kanssa on hankalaa.

Runkovaiheen muu olosuhtehallinta on myös pitkälti oikeiden toimintatapojen ja työkalujen löytämisestä ja niiden liittämistä työntekoon ilman, että työ turhaan siitä kärsii. Tämän uskon tulevan käytännön kokemuksen kautta nyt, kun mielestäni siihen olen saanut riittävän teorian.

#### 4.6 Laadunvarmistus

Laadunvarmistus helpottui huomattavasti, kun sain automaattisen ohjelmiston käyttööni. Kyseinen ohjelma listasi automaattisesti Ratu-korttien pohjalta tarkastuslistan jokaiseen työvaiheeseen. Tämän tarkastuslistan pohjalta sain laadunvarmistuspöytäkirjan ja automaattisesti liitettyä siihen valokuvia.

Ilman mainitun kaltaista ohjelmaa olisi laadunvarmistus erittäin työlästä. Tähänkin kyllä koulussa sain hyvän pohjan, jonka perusteella osasin hakea laadun tarkastukseen tietoa Rakennustiedon sivuilta.

#### 4.7 Itselleluovutus

Itselleluovutus oli minulle yllä mainituista kohteista kaikkein haastavin ja aiheena sellainen, johon koin minulla olevan vähiten tietoa ja kokemusta. Onneksi aiheeseen löytyi kattavasti tietoa ja sain runsaasti opastusta kollegoiltani ja työpäälliköltäni. Uskon, että jatkossa minulla on edellytykset selviytyä myös tällaisesta itsenäisesti.



## 5 YHTEENVETO

Runkovaiheen kosteudenhallinta oli aiheena erittäin laaja ja vaikeasti lähestyttävä. Tietoa oli valtavasti ja sen rajaaminen pelkkään runkovaiheeseen oli erittäin hankalaa, sillä monesti kosteudenhallinnassa mentiin jo sisävalmistuksen puolelle. Kokonaisuutena tämä oli opiskelun kannalta minulle todella hyvä ja ajankohtainen aihe. Opinnäytetyö seurasi talon rakentamisen rinnalla seitsemän kuukauden ajan. Koska aihe oli valtavan laaja, niin en millään voinut paneutua jokaiseen rakentamisvaiheeseen niin syväälle kuin materiaalien puolesta olisi ollut mahdollista. Lähteitä kertyi valtavasti, vaikka niitäkin rajasin tietoisesti.

Kirjoittaessani tätä lopputyötä julkaistiin uusi valtakunnallinen toimintamalli, joka kaikkien syyskuussa rakennusluvan saaneita rakennuskohteita suositellaan ottamaan käyttöön. Kyseessä on Kuivaketju10, joka velvoittaa kaikkia hankkeeseen osallistuvia ottamaan käyttöön raportointi- ja valvontakäytännön. Oma kohteeni oli alkanut sen verran aikaisin, että työmaani ei siihen liittynyt. En kuitenkaan usko sen laskevan tämän opinnäytetyön arvoa, sillä kosteutta käsittelevät ohjeistukset ja määräykset ovat silti samoja. Kuivaketju10 noudattaa aivan samaa teoriaa, mitä itse olen tässä opinnäytetyössä kirjoittanut, siihen on vain lisätty valvonta ja raportointi yhtenäisellä tavalla.

Kehittämiskelpoisia ideoita tuli matkalla paljon niin materiaalien valmistajiin kohdistuen kuin myös rakennusliikkeille yleisesti. Huomasin tutkiessani kosteudenhallinnan työkaluja, että kerrostaloja ei ole tapana huputtaa. Tämä on käytäntö koko Suomessa ja kaikissa rakennusliikkeissä. Kustannukset eivät ole millään tasolla merkittäviä, sillä julkisivussa on vielä niin monia työvaiheita, joissa huputuksesta ja siihen liittyvistä telineistä olisi merkittävää hyötyä jo taloudellisesti. Kun verrataan huputetun rungon kuivatus- ja lämmityssäästöjä verrattuna nykyiseen käytäntöön, on siinäkin merkittävä ero. Tämän toivoisin muuttuvan tulevaisuudessa. Ja vaikka kuinka voitaisiin perustella, että käytetään materiaaleja, jotka eivät vaurioidu kosteudesta rakennusvaiheessa, on huputetulla talolla jo valtava vaikutus yrityksen imagoon ja ihmisten mielikuviin rakentamisen laadusta.

Kokonaisuutena aihe on ollut äärimmäisen kiinnostava ja olen kokenut oppineeni uutta paljon työn edetessä. Olen erittäin kiitollinen SRV Rakennus Oy Lounais-Suomen poru-

kalle mahdollisuudesta tehdä tämä opinnäytetyö heidän työmaallaan. Siitä tuesta ja ohjauksesta, mitä olen työhön liittyen saanut. Olen myös saanut erittäin vapaat kädet kokeilla uusia ideoita ja käyttää työhön liittyviä dokumentteja osana työtäni.

## LÄHTEET

Junnonen, J, -M. 2010. Pientalotyömaan valvonta ja tarkastusasiakirja. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Koski, H. 2010. Rakentamisen Tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

MaaRYL. 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Merikallio, T. 1998. Kosteuden hallinta rakennustyömaalla. Humitest Oy.

Merikallio, T. 1998. Rakennustyömaan kosteudenhallinta ja sen suunnittelu. Humitest Oy.

Ratu, S-1227. Työmaan toimitusten suunnittelu ja ohjaus, 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 81-11000, Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus, 2010. Helsinki: Rakennustieto Oy.

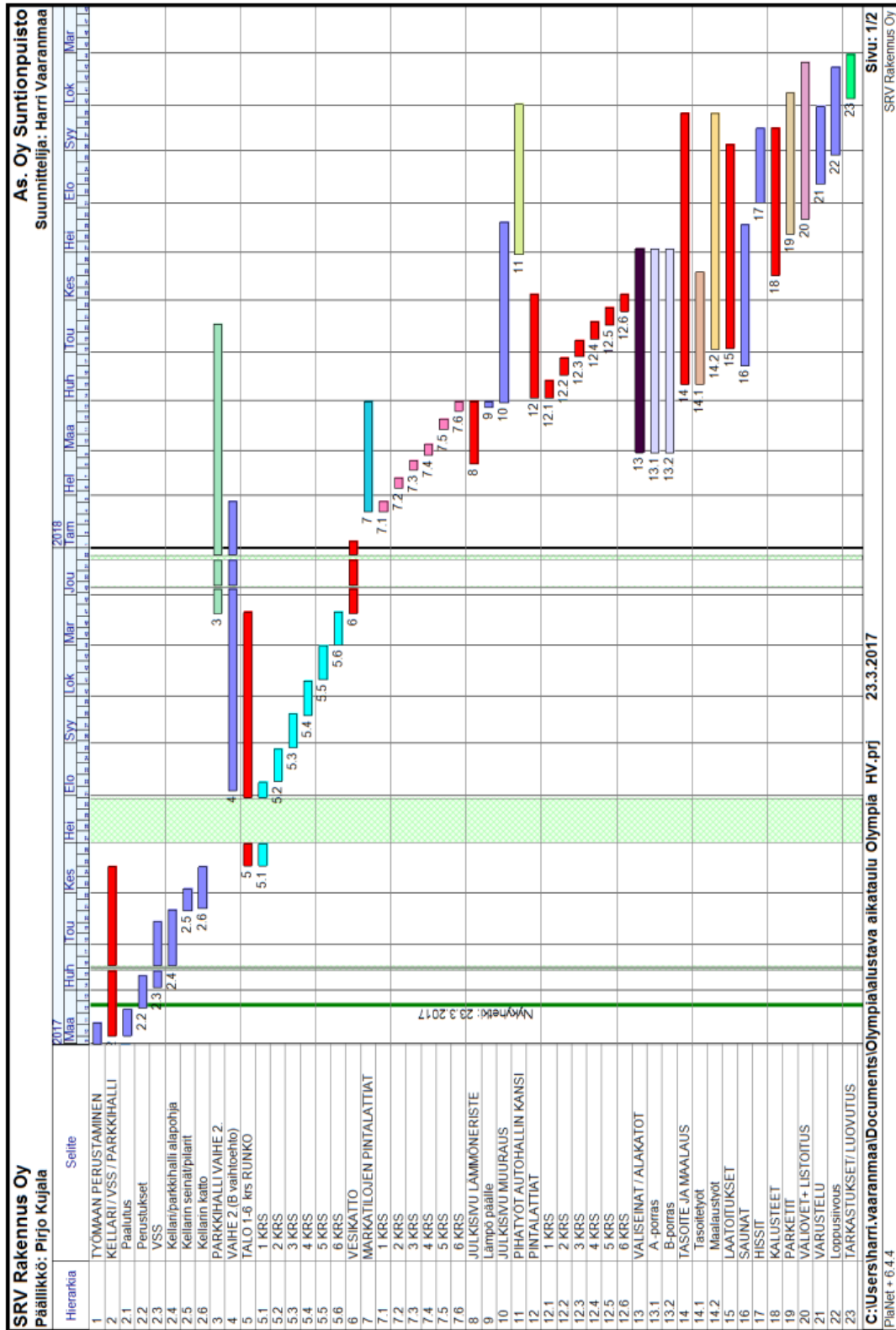
RT 83-10955, Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteudeneristys, 2009. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ympäristöministeriö, 1998. Suomen rakentamismääräyskokoelma, C 2 Kosteus, Määräykset ja ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö.

RT 16-10660, Rakennusurakan yleiset sopimusehdot, 1998 59 - 62§. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RVP-S-RF-37. 2016. FISE virhekortit, 2008. <http://fise.fi/virhekortti/paikallavaletun-kattorakenteen-vaestonsuojat-tms-kosteusvaurioriski/>

# Liite 1 Yleisaikataulu



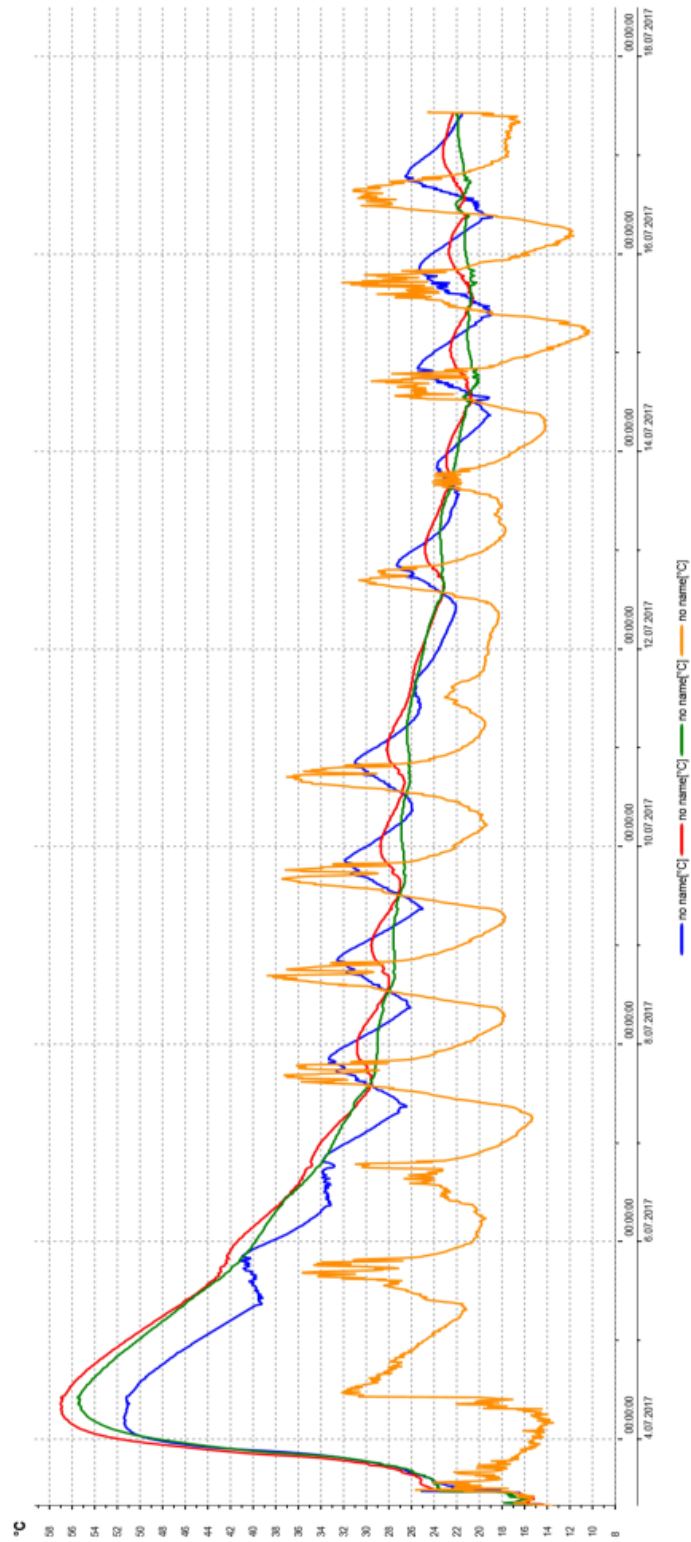
## Liite 2 Itselleluovutusprotokolla



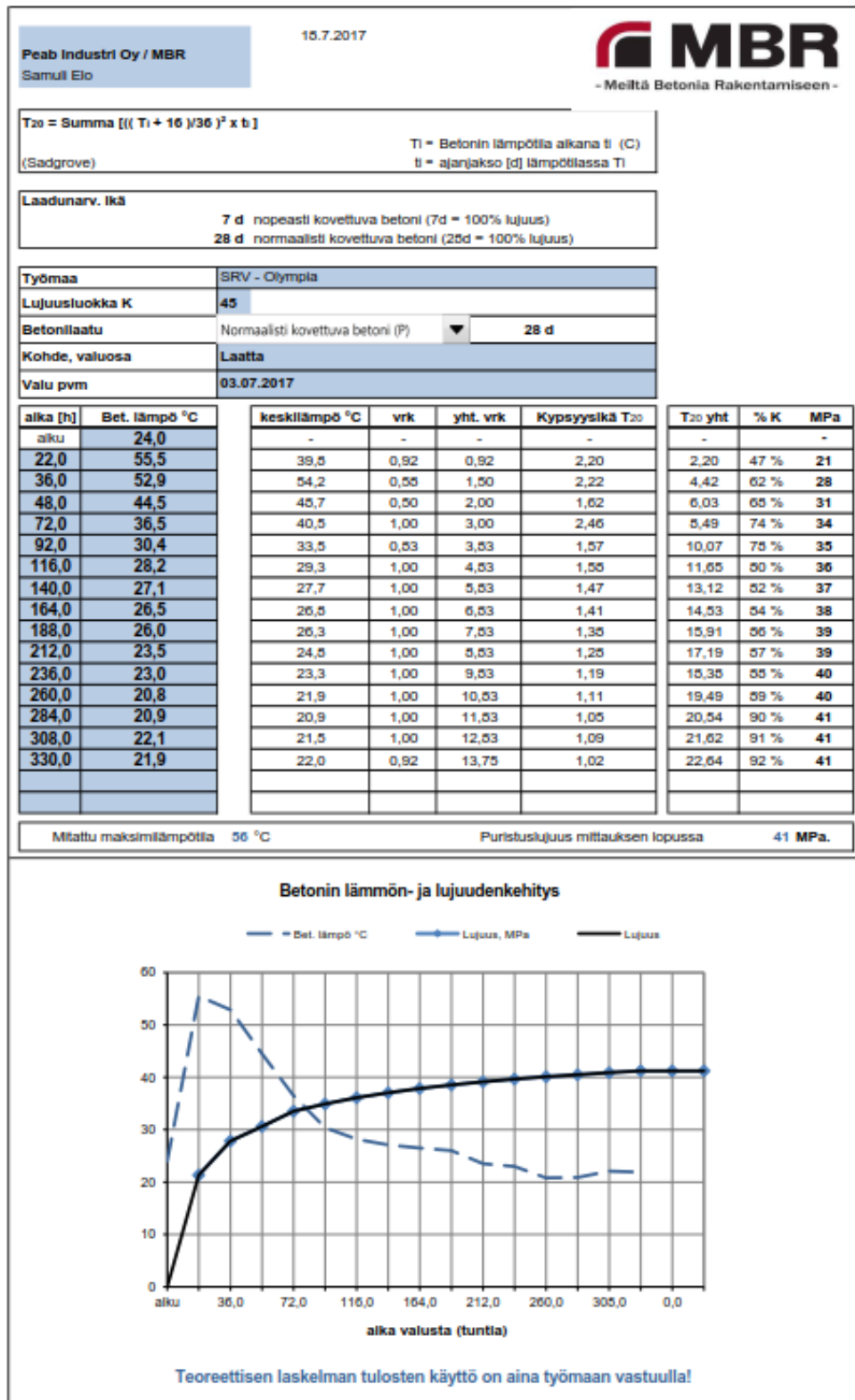
<b>ITSELLELUOVUTUKSEN HYVÄKSYNTÄ</b>		Päivämäärä:	<b>20.11.2017</b>
Kohteen nimi:	<b>Turun Olympia</b>	Työnumero:	<b>8182</b>
Luovuttava työvaihe	Betonirunko		
Urakoitsija	SRV Rakennus Oy		
Itselleluovutuksen laajuus	<b>Pintapuolinen</b>		
Itselleluovutus	<input checked="" type="checkbox"/> Hyväksytty	<input type="checkbox"/> Hyväksytty korjauksin	<input type="checkbox"/> Ei hyväksytty
Havaitut virheet ja puutteet	Kuudennen kerroksen silvous puutteellinen. Elementtien kuljetustuet poistamatta viidennestä ja kuudennesta kerroksesta. Elementtikannakkeen ruuvi puhkaissut neljännen kerroksen viemärin.		
Sovitut korjaustoimenpiteet ja suorittaja	<b>Mainitut epäkohtien korjaukset suorittaa urakasta vastannut työryhmä.</b>		
Korjaustoimenpiteet suoritetaan päivämäärään mennessä	08.12.2017 Mikäli sovittuja korjaustoimenpiteitä ei ole suoritettu edellä mainittuun määräpäivään mennessä, voi pääurakoitsija toteuttaa kolmannella osapuolella vähentäen kustannukset laiminlyöneen aliurakoitsijan laskuista ja urakka-summasta.		
Itselleluovutuksen maksuerä	<input checked="" type="checkbox"/> Saa laskuttaa	<input type="checkbox"/> Ei saa laskuttaa	
Itselleluovutus hyväksytty tämän protokollan huomautuksin	Allekirjoitus	Allekirjoitus	
			
	Antti Uusikartano	Harri Vaaranmaa	

## Liite 3 Lujuuden kehityksen seuranta

Instrument name:		18.7.2017 11:58:38		Page	1/1
Start time: 3.7.2017 7:51:50	no name [°C]	Minimum	14,00	Mean value	29,049
End time: 18.7.2017 11:51:50	no name [°C]	Maximum	51,40	Limit values	-195,0/1000,0
Measurement channels: 4	no name [°C]		14,10		29,977
Measured values: 2185	no name [°C]		14,20		29,144
SN 40712239	no name [°C]		10,30		21,855



## Liite 3 Lujuuden kehityksen seuranta



# Liite 4 Kosteudenhallintasuunnitelman tarkastuskortti



Sivu 1/6

## Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma

Kohde: **Turun Olympia** Työnumero:8182  
Kirkkotie 2 , 20540 Turku

Suunnitelman  
laatijan yhteystiedot: Antti Uusikartano 0440454456

Työmaan yhteyshenkilö: Antti Uusikartano

1. KOSTEUSRISKIEN KARTOITUS		
Kohta	Työmaalla huomioitavat vaatimukset sekä sovitut ratkaisut ja toimenpiteet	Käyty läpi Päivämäärä ja kuittaus
<b>1.1 Salaojat</b>	<p>Huolehditaan, että salaojaputkien asennus on suunnitelmien mukainen. Laaditaan tarkekuvat.</p> <p>Salaojituskerros tehdään maa-aineksesta, joka läpäisee vettä ja jossa veden kapillaarinen nousu on vähäistä. Anturan läheisyydessä sekä maanvaraisen laatan alle tulee kapillaarisen vedennousun katkaisevaa maa-ainesta, esim. sepeli 6-30 mm.</p> <p>Salaojaputkea ympäröivän salaojituskerroksen tulee olla putken alla ja sivuilla vähintään 0,1 m ja päällä vähintään 0,2 m. Kellarin seinää vasten olevan kerroksen tulee olla vähintään 0,2 m.</p> <p>Tarkastuskaivot puhdistetaan ennen rakennustöiden loppukatselmusta. Salaojaputkien toiminta tarkistetaan kuvaamalla ne</p>	<p>Käyty läpi Päivämäärä ja kuittaus</p> <p>Korot työmaalla tarkastettu. +</p> <p>Maa-aineksen laatu tarkastettu +</p> <p>Salaojituskerroksen paksuus tarkastettu +</p> <p>Tarkastus ja puhdistus tehty.</p>
<b>1.2 Perustus- rakenteet ja maanpain eseinät</b>	<p>Maata vasten olevien seinien ulkopintaan tulee vedeneriste (kumibitumimatto). Vedeneristystyössä kiinnitetään erityistä huomiota saumakohtien tiivyyteen ja koko eristeen eheyteen. (Ainoastaan hissimonttu)</p> <p><b>Anturan ja perustusrakenteiden välissä tulee olla kapillaarikatko</b> (esim bitumisively) erityisesti, jos salaojaputken ja kapillaarisen vedennousun katkaisevan maa-aineksen sijoittamien anturan alapuolelle ei käytännössä toteudu. Jos anturan alle ei tule salaojituskerrosta, anturan läpi tulee tehdä poikkisuunnassa reikiä, jotta vesi rakennuksen alta pääsee virtaamaan salaojaputkiin.</p> <p>Kellarin seinärakenteen ja sokkeleiden <b>vedenpoiston tulee toimia myös rakennuksen käytönaikana</b> (ei saa tukkia esim. vedeneristystyössä). Vedenpoistoreikien eteen asennetaan yhtenäinen patolevy, ettei painevesi pääse tunkeutumaan reikiä pitkin seinään. Veden pääsyn estämiseen elementtien eristetilaan tulee myös työaikana kiinnittää erityistä huomiota (sääsuojaus). Myös esitetilan tuuletuksen tulee toimia (ei saa täytyä työaikana)</p> <p>Seinien sisäpintoihin suositellaan hyvin vesihöyryä läpäiseviä materiaaleja. (poikkeus pesuhuoneen vedeneritys)</p> <p>Rakennekosteuden tulee poistua riittävästi ennen seinien päällystämistä tai pinnoittamista.</p>	<p>Vedeneristeen tiiviyys tarkastettu.</p> <p>Veden kapillaarinen nousu perustusrakenteisiin estetty.</p> <p>Seinärakenteen vedenpoisto varmistettu.</p> <p>Vedenpääsy seinärakenteeseen minimoitu.</p> <p>Rakenteiden kosteusraja-arvot selvitetty +</p>

(Revisio: 21.6.2011)

LUOTTAMUKSELLINEN



<p><b>1.3 Alapohjat</b></p>	<p><b>Kantavan laatan</b> alla tulee olla vähintään 300 mm kapillaarisen vedennousun katkaisevaa <u>sepellä</u> (6-30 mm). Laatan alla tulee lisäksi olla kauttaaltaan lämmöneriste. Laatan alla menevät mahdolliset putket tulee eristää niin, etteivät ne lämmitä maaperää.</p> <p>Laattaa ei saa valaa kiinni seinärakenteeseen. Rakennetta ei suositella päällystettävän tiiviillä kosteusherkällä materiaalilla. Rakennekosteuden on poistuttava riittävästi ennen lattian päällystämistä. Koska lattiaan tulee lattialämmitysputkia, kosteusmittauspisteet tulee merkitä etukäteen.</p>	<p><i>Kantavan laatan kosteustekninen toimivuus varmistettu.</i></p> <p><i>Kantavan lattiarakenteen kuivattaminen huomioitu (kohta 2 )+.</i></p>
<p><b>1.4 Julkisivut</b></p>	<p>Veden pääsyn estämiseksi rakenteisiin, betoniulkoseinien saumaustyöhön ja liitosrakenteisiin tulee kiinnittää erityistä huomiota.</p> <p>Työaikaisen kastumisen estämiseksi seinärakenteet tulee suojata kuljetuksen ja asennuksen aikana. Erityistä huomiota tulee kiinnittää kevyiden seinien sääsuojaamiseen asennusaikana.</p> <p>Varmistetaan, että betoniulkoseinän ja tiiliseinän liittymässä on kauttaaltaan vedenpoistohuopa.</p> <p>Ulkoseinien eristeet varastoidaan työmaalla pressulla peitettynä vaikka eristelavat on jo tehtaalla muovilla suojattu. Irtopaketit on aina suojattava kastumiselta.</p> <p>Tiilimuuratuissa seinissä huolehditaan, ettei muurauslaasti tuki tiilimuurauksen takana olevaa tuuletusrakoa sekä varmistetaan, että toiseksi alimmalla tiilirivillä joka kolmas pystysauma on auki. Kevyissä ulkoseinissä huolehditaan, että höyrysulku on tiivis ja mahdollisesti vaurioituneet (esim. kastumisen seurauksena) kipsilevyt korvataan uusilla.</p> <p>Tuulensuojavillalevyt asennetaan tiiviisti ja limitetään kerroksittain.</p> <p>Julkisivun seinien ja ikkunoiden yksityiskohdissa (vesipellitusten kaltevuus, kittaukset jne.) tulee olla erityisen huolellinen, ettei viiltoisade pääse tunkeutumaan rakenteisiin.</p>	<p><i>Saumat ja liitokset tarkistettu. +</i></p> <p><i>Kevyiden seinien kastumisriski huomioitu +</i></p> <p><i>Julkisivun tuuletusrako suunnitelmien mukainen, ei laastipurseita. +</i></p>

<b>1.5 Yläpohja ja vesikatto</b>	Tarkastetaan, että höyrynsulkuhuopa on ehjä.  Yläpohjan puhallusvilla asennetaan vasta kun ullakon iv-kanavat on asennettu ja eristetty ja tarkastettu. Ennen asennusta varmistetaan että höyrysulun päällinen on kuiva ja silvottu  Vesikattotöitä ei tule tehdä sateessa. Keskenkäiset rakenteet tulee suojata kastumiselta. Pohjahuopa asennetaan mahdollisimman pikaisesti.	<i>Yläpohja tarkistettu. +</i>
<b>1.6 Väli- pohjat</b>	Väli- pohjarakenne : 270 mm paikalla valuholvi + 95 mm pintalattiarakenne (Knauf FE 80 pumpattava lattiassa + Warmia Silent asennuslevy/lattialämmityspotket) Rakenteen kuivattamisesta tarkemmin kohdassa 2.  <b>Kosteiden tilojen</b> kohdalla kallistusvalu (50-80mm) tehdään suoraan kantavan laatan päälle kultubetonista. Rakenteeseen tulee lattialämmitys Rakenteen tulee kuivua vedeneristeen edellyttämän RH arvon alapuolelle ennen vedeneristeen levitystä. Kosteusmittauskohdat merkitään ennen pintavalua Rakenteen kuivattamisesta tarkemmin kohdassa 2.	<i>Pintabetonin kosteus alle 85 % ennen parketin asennusta. +  Betonin kosteus alle 90 % ennen vedeneristemassan asennusta. +</i>
<b>1.7 Märkätila t</b>	Seiniin ja lattioihin tulee siveltävä vedeneriste ja keraamiset laatat. Varmistetaan vedeneristeen pitkäaikaiskestävyys ja hyväksyntä. Ennen vedeneristeen asennusta betonin tulee kuivua vedeneristemateriaalin edellyttämän RH arvon alapuolelle (90%). Lattialämmitystä tulee käyttää ennen vedeneristeen asennusta. Lämpö suljetaan ennen asennusta ja asennuksen jälkeen kytketään uudelleen päälle lisäksi lämpöä vähitellen.  Varmistetaan että lattioiden kallistukset ovat vähintään 1:100, lattiakaivon läheisyydessä 1:50. Vedeneristeen ja lattiakaivon yhteensopivuus tulee varmistaa. Lattiakaivon korokerenkaiden rakenteeseen ja liitoksen tiiviyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Rakenteiden nurkat, kulmat ja läpiviennit vahvistetaan ja tiivistetään hyväksytyllä vedeneristysvahvistuksella ja massalla.  Keraamisten laattojen kiinnittämiseen tulee käyttää muodonmuutoskykyistä laastia. Laattojen nurkasaumoihin sekä seinä- ja lattialaatoituksen välisiin saumoihin käytetään saniteettisilokonia.  Vedeneristystyön suorittamiseen kiinnitetään erityistä huomiota (pätevä työntekijä)  Varmistetaan, että suihkun läheisyydessä on poistoilmaventtiili ja että kylpyhuoneeseen saadaan korvausilmaa.	<i>Aineiden yhteensopivuus varmistettu. +</i>
<b>1.8 Parvekke et</b>	Parvekkeen työaikaiseen veden poistoon kiinnitetään erityistä huomiota, ettei vettä pääse kulkeutumaan seinärakenteisiin.  Lopullisen vedenpoistojärjestelmän toimivuus tulee varmistaa.	
<b>1.9 Pintavesi- en ohjaa- minen ja kuivatus-</b>	Varmistetaan, että pintavedet ja kattovedet ohjautuvat pois rakennuksen vierustoilta <u>eikä niiltä ohjata salaojaverkostoon</u> ja että rakennuksen seinustoilla on <u>yettä pidättävä seinästä poispäin</u> kalteva kerros.	

järjestelmät	
--------------	--

2. RAKENTEIDEN KUIVUMISAIKA-ARVIOT / PÄÄLLYSTÄMINEN				
Rakenne	Sijainti	Päällystämateriaali	Tavoite-Kosteus RH (%)	Kuivumisaika-arviot ja toimenpiteet
<b>VP2</b>	Kosteat tilat	Sertifioitu vedeneriste +keraamiset laatat	90%	<i>n. 80 mm paksu betonirakenne. Olosuhteet: 2 viikkoa kosteassa, ei kastu, sitten n.50%RH ja T 20°C. Normaali betoni K30 (v/c= 0,7), kuivuminen 90%RH:n noin 7 viikkoa, 85%:n RH:n noin 12 viikkoa. Nesteytetty kuitubetoni, jonka v/c =0,5 kuivuminen 90%RH arviolta 4 viikkoa ja 85%:n RH:n noin 7 viikkoa, =&gt; lattiarakenteilla on aikataulun puitteissa hyvät mahdollisuudet kuivua tavoitekosteuteen, kun huolehditaan, että kohteessa on riittävästi lämpöä (n.20°C) ja riittävän alhainen sisäilman RH (n.50 %). Lattialämmityksen mahdollisimman varhaisella käytöllä otolla edistetään kuivumista. Lattialämmitystä tulee käyttää ennen vedeneristeen asennusta betonin asianmukaisen jälkihoidon jälkeen.</i>
<b>VP1</b>	Asuinhuoneet	Parketti	Runko 90%, pintalaatta 85%	<i>Kantavanlaatan RH:n tulee olla alle 90% (Max 7 cm syvyydeltä mitattuna) ja pintojen tulee olla puhtaat ennen lattiatasoitteiden tekoa. Kosteustason saavuttaminen aikataulun mukaisesti edellyttää, että ennen viikkoa 37 laataalla mahdollisesti oleva vapaa vesi poistetaan ja lisäveden pääsy estetään sekä että kuivatusajaksi kohteeseen saadaan riittävä lämpö (n.18°C) ja noin 50-60% RH..  <i>Mikäli runkolaatta täyttää edellä mainitut ehdot, pintalaatan kuivumisessa tavoitekosteuteen ei pitäisi tulla aikatauluongelmia.</i></i>
<b>AP2,AP3</b>	Vss	Muovimatto, maalaus	pintalaatta 85%	<i>200 mm paksun kantavan laatan kuivuminen K30 betonista valettaessa ja olosuhteiden ollessa 50%RH ja T 20°C (ei kastumista) kestää 90%:n RH noin 20 viikkoa ja 85%RH:n yli 30 viikkoa. Rakennetta ei suositella päällystettäväksi kosteusherkällä materiaalilla.</i>



<b>3. OLOSUHDEHALLINTA</b>		
<b>3.1 Kastumisen estäminen / suojaukset</b>		
<i>Osa-alue</i>	<i>Työmaalla huomioitavat vaatimukset sekä sovitut ratkaisut ja toimenpiteet</i>	<i>Vastuuhenkilö / kuittaus</i>
Rungon suojaaminen kastumiselta	Elementtien saumavalut tehdään mahdollisimman pian tiiviiksi Tiivistetään yläpuolisen holvin aukot	
Materiaalinen kastumisen estäminen	Sovitaan toimitusten oikea-aikaisuus. Edellytetään kuljetuksen aikaista suojausta. Suunnitellaan varastointipaikat ja menetelmät ajoissa. Noudatetaan valmistajan antamia ohjeita varastoinnin suhteen.	
Keskeneräisten rakenteiden suojaus	Suojataan keskeneräiset rakenteet kastumiselta. Erityistä huomiota tulee kiinnittää kevyiden ulkoseinien suojaamiseen.	
Vesivahingot	Vesivahingon sattuessa rakenteisiin päässyt vesi poistetaan välittömästi. Työmaalle hankitaan vesi-imuri. Varmistetaan kuivatuslaitteiden nopea saatavuus. Valistetaan työmaahenkilökuntaa ja aliurakoitsijoita veden "vaarallisuudesta", jotta he kukin osaltaan huolehtisivat, ettei heidän työsuorituksensa seurauksena rakenteisiin pääse ylimääräistä kosteutta (esim. timanttikoraukset).	

<b>3.2 Rakenteiden kuivatus</b>		
<i>Osa-alue</i>	<i>Työmaalla huomioitavat vaatimukset ja reunaehdot sekä sovitut ratkaisut ja toimenpiteet</i>	<i>Vastuuhenkilö / kuittaus</i>
Tavoiteolosuhde (sisäilman T ja RH)	Kun rakennuksen valppa on tiivis, pyritään saamaan huonetiloihin noin + 20°C:n lämpötila ja alle 50% ilman suhteellinen kosteus	
Ulkoilman olosuhteiden vaikutus	Kuivatusjakso ajoittuu touko-syyskuulle (rungon kuivatusjakso huhti-kesäkuulle). Ajanjakso on rungon kuivattamiselle edullisin. Ulkoilman suuren kosteussisällön vuoksi sisäilman RH voi olla vaikea saada tavoitetasolle ilman erityistoimenpiteitä. Ulkoilman viilentyessä myös sen kosteussisältö pienenee, jolloin sisäilman suhteellinen kosteus saadaan usein riittävän alhaiseksi huolehtimalla riittävästä lämmityksestä ja ilmanvaihdosta.	
Rakennuksen oman lämmitysjärjestelmän hyödyntäminen	Oma lämmitysjärjestelmä pyritään saamaan toimintakuntoon mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Aikataulussa tammikuu 2016. Tarvittaessa asennetaan väliaikainen lämmönsiirrin. Sovitaan asiasta LVI-urakoitsijan kanssa.	
Lisälämmitys- ja kuivatuslaitteiden tarpeen määrittäminen	Kohteeseen tulee mittauksin seurata sisäilman RH:ta ja lämpötilaan. Mikäli tavoitetasoa ei saavuteta normaali toimenpiteillä, käytetään tarvittaessa lisälämmitys- ja kuivatuslaitteita. Lisälämmitystarvetta voi olla myös kesällä. Ilman kiertoa voidaan lisätä erilaisilla puhaltimilla. Ilman kuivaustarvetta voi esiintyä erityisesti 1. kerroksessa (kylpyhuoneissa). <u>Ilmankuivaajia käytettäessä on ehdottoman tärkeää huolehtia, että kuivatettava tila on tiivistetty huolellisesti</u> (ettei kerätä kosteutta ulkoa). Kuivaajien käyttötarve määritetään sisäilman kosteusmittaustulosten perusteella (jos RH: ta ei muuten saada lähelle tavoitetta)	
Kuivatussuunnitelma	Kohteeseen ei tarvita erillistä alueellista kuivatussuunnitelmaa. Kuivatustoimenpiteistä päätetään tapauskohtaisesti kosteusmittaustulosten perusteella.	

4. KOSTEUSMITTAUSSUUNNITELMA		
Toimenpide		Vastuuhenkilö/kuittaus
Suoritettavat mittaukset	Sisäilman suhteellinen kosteus RH(%) ja lämpötila tavoiteltavien kuivumisolosuhteiden saavuttamisen varmistamiseksi. Ontelolaattojen kosteus ennen ääneneristyslattian tekoa. Kosteiden tilojen lattian kosteus noin 4 viikkoa ennen arvioitua vedeneristystyön aloitusta (seurantamittaus) sekä päällystettävyyssmittaus ennen vedeneristystyön aloitusta. Kosteiden tilojen betoniseinät ennen vedeneristystyön aloitusta. Väestösuojan kattorakenteen kosteusmittaukset Mahdollisesti kastuneiden ulkoseinärakenteiden mittaukset.	
Mittausmenetelmän ja laitteiston valinta	Sisäilmamittaukset ja rakennekosteusmittaukset tehdään suhteellisen kosteuden mittaukseen tarkoitetuilla laitteilla. <b>Päällystettävyyssmittauksia ei tehdä pintakosteudenosoittimilla.</b>	
Varmistetaan, että mittalaitteet on kalibroitu	Suhteellisen kosteuden mittalaitteilla tulee olla enintään kuuden kuukauden ikäinen todistus kalibroinnista	
Valitaan mittaustyöntekijä	Mittaajalla tulee olla riittävät tiedot mittalaitteiden toimintaperiaatteista ja niihin vaikuttavista tekijöistä, mitattavan rakenteen toimivuudesta sekä mitattavan materiaalin ominaisuuksien vaikutuksesta mittaukseen.	
Suunnitellaan mittausten laajuus ja ajankohta	Ensimmäinen rakennekosteusmittaus tehdään pian sen jälkeen kun kohteen valppa on ummessa ja lämpöpäällä, jolloin saadaan käsitys rakenteiden kosteustilasta ja kuivatustarpeesta. Seuraava mittaus vähintään 2 viikkoa ennen aloitusta päällystystyön aloitusta ja viimeinen (kattavampi) mittaus vähän ennen päällystystyötä	
Tulosten käsittely	Mittaus tulosten perusteella todetaan rakenteiden riittävä kuivuminen. Varmistetaan, että päällystettävät betonirakenteiden kosteus alittaa päällystämateriaalin edellyttämän suhteellisen kosteuden arvon. Mittausraportit liitetään työmaa-asiakirjoihin. Mittausraporteissa tulee tulosten lisäksi olla tarkka mittausmenetelmäkuvaus (mittalaitteet, mittausajat, mittauspisteet jne.)	

5. TAKUUNANTAJIEN HYVÄKSYNTÄ		
Takuunantaja	Toimenpide	Kuittaus
	Suunnitelmat ja ratkaisut käyty läpi ja hyväksytyt	

© Humittest /TMe/21.9.2001

### Kosteudenhallintasuunnitelman hyväksyntä

1.6.2017 Turku

Päiväys ja paikkakunta



Harri Vaaranmaa

Vastaava mestari

(Revisio: 21.6.2011)

LUOTTAMUKSELLINEN



# Liite 5 Asemakuva

