



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Eero Meriö

KOSTEUDENHALLINTA
RAKENNUKSEN
RUNKOTYÖVAIHEESSA

Tekniikka ja liikenne
2014

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Eero Meriö
Opinnäytetyön nimi	Kosteudenhallinta rakennuksen runkotyövaiheessa
Vuosi	2014
Kieli	suomi
Sivumäärä	43 + 3 liitettä
Ohjaaja	Martti Laaja

Kosteudenhallinta on ajankohtainen ja tärkeä aihe rakennusalalla, koska esimerkiksi Työterveyslaitoksen tilastojen mukaan korjausta vaativia kosteusvaurioita asuin- ja koulurakennuksissa on merkittävästi

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on tarkastella rakennusprojektien kosteudenhallintaa. Tutkimus on rajattu uudisrakentamisen runkotyövaiheeseen, koska tässä vaiheessa mahdollisiin kosteusongelmiin voidaan vaikuttaa eniten.

Kosteushallintaa rakennuksen runkotyövaiheessa tutkitaan kirjallisuuden ja teemakyselyn avulla. Kirjallisuudesta selvitetään kosteuden haittoja ja keinoja sen hallintaan. Teemakyselyssä kysellään rakennusprojektin eri osapuolten rakennuttajien, suunnittelijoiden ja vastaavien mestareiden mielipiteitä kosteudenhallintaan runkotyövaiheeseen liittyen.

Kyselyssä kävi ilmi, että rakennusvaiheessa syntyneet kosteusongelmat johtuvat huolimattomasta työstä, huonosta suunnittelusta, aikataulujen kireydestä ja huonosta valvonnasta. Yhteistyötä eri osapuolien välillä pitäisi parantaa ja alalla tarvittaisiin asenne muutosta.

ABSTRACT

Author	Eero Meriö
Title	Moisture Control in the Framework Stage of the Building
Year	2014
Language	Finnish
Pages	43 + 3 Appendices
Name of Supervisor	Martti Laaja

Moisture control is a topical subject and important subject at the moment in the building trade. According to the study by the Institute of Occupational Health there is a significant number residential buildings and schoolhouses which have moisture problem that need repairing.

The objective of this thesis was to study moisture control in the building project. The study was restricted to the frame work stage in new construction, because that is where the builder can influence most.

Moisture control in the frame work stage was studied by reading literature on the topic and by doing a theme survey. In the literary research different moisture problems were found out and ways to control moisture. In the theme survey different parties of building project, developers, construction planers and general foremen were asked, what they think about moisture control in the frame work stage.

In the survey it was found out that moisture problems at the building stage develop because of sloppy work, poor building plans, tight schedules and poor building supervision. Cooperation needs to be better between different parties and an attitude change is needed in the building trade.

Keywords Moisture control, framework, moisture problems, building project, cooperation

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Tutkimuksen taustat.....	8
1.2	Tavoitteet ja rajaukset.....	9
1.3	Tutkimusmenetelmät.....	9
2	KOSTEUSONGELMAT RUNKOTYÖVAIHEESSA.....	10
2.1	Kosteuslähteet.....	10
2.1.1	Sade.....	10
2.1.2	Ilman kosteus.....	11
2.1.3	Rakennuskosteus.....	12
2.2	Kosteudesta johtuvat ongelmat.....	13
2.2.1	Sisäilmaongelmat.....	13
2.2.2	Kosteuden aiheuttama rakenteiden heikkeneminen.....	14
2.2.3	Kosteuden aiheuttamat vauriot rakennuksen pintoihin.....	14
2.3	Kosteusongelmien syitä.....	14
2.3.1	Hankkeen kokonaishallinta.....	14
2.3.2	Suunnittelun puutteellisuus.....	14
2.3.3	Rakentamisaikainen kosteudenhallinta ei ole kunnossa.....	14
2.4	Määräykset.....	15
2.4.1	Rakennuksen kosteustekninen toiminta.....	15
2.4.2	Ulkoseinärakenteet.....	16
3	KOSTEUDENHALLINTA RUNKO RAKENTEISSA.....	17
3.1	Kosteudenhallintasuunnitelma.....	18
3.1.1	Riskien kartoitus.....	18
3.1.2	Kuivumisaikojen kartoitus.....	19
3.1.3	Olosuhteiden hallinta.....	20
3.1.4	Rakenteiden kuivatus.....	22
3.1.5	Kosteusmittaukset.....	23
3.1.6	Organisointi, seuranta ja valvonta.....	24
3.2	Sää- ja kosteussuojausmenetelmät.....	25

3.2.1	Suojausmenetelmät elementtirakentamisessa	25
3.2.2	Suojausmenetelmät paikalla rakentamisessa.....	28
3.3	Onteloporaukset	30
3.4	Kustannukset.....	30
3.4.1	Sääsuojaus	31
3.4.2	Rakenteiden kuivatus	31
3.4.3	Kosteusmittaukset	31
3.4.4	Onteloporaukset	32
4	TEEMAKYSELY.....	33
4.1	Nettikyselyn toteutus	33
4.2	Kyselyn kysymysrunko.....	33
4.3	Kyselyn vastauksia.....	34
4.3.1	Rakennussuunnittelijat	34
4.3.2	Rakennuttajat.....	35
4.3.3	Vastaavat mestarit	36
5	POHDINTA.....	39
	LÄHTEET.....	42
	LIITTEET	

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Rakennuksen yleiset kosteuslähteet.	s. 10
Kuva 2. Työmaan eri osapuolien kosteudenhallinnan vastuut	s. 17
Kuva 3. Rakennustyömaan kosteusriskien kartoitus	s. 19
Kuva 4. Rakenteen kuivumistarpeen ja kuivumisajan arvioinnin perusteet	s. 20
Kuva 5. Rakennekostelumittauksien kulku	s. 24
Kuva 6. Elementin muovihuputus	s. 26
Kuva 7. Tyvek-tuulensuojakangas sandwichelementin eristetilän suojana	s. 27
Kuva 8. Telinekatajan KH-sääsuoja	s. 28
Kuva 9. Telinekatajan tarjoama väliaikaisvarasto	s. 29
Kuva 10. Lainapeite Gibson-Tower	s. 29
Taulukko 1. Rakennusaineiden rakennuskosteuksia.	s. 12

LIITELUETTELO**LIITE 1.** Kysely suunnittelijat**LIITE 2.** Kysely rakennuttajat**LIITE 3.** Kysely mestarit**NETTIKYSÉLYN VASTANNEET**

Veijo Kujanen	Vastaava mestari	Peab oy
Jussi Sillanpää	Vastaava mestari	Wasacon Oy
Lepistö Jari	Rakennuttajapäällikkö	Seinäjoen kaupunki
Kimmo Autio	Rakennuttajapäällikkö	Senaatti-kiinteistöt
Outi Teirikangas-Lerssi	Hankepäällikkö	Kokkolan kaupunki
Minna Iisakka	Arkkitehtisuunnittelu	WasaPlan Oy
Timo Viitala	Arkkitehti	Vaasan Talotoimi

1 JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen taustat

Kosteusongelmat on yksi suurista laatu kysymyksistä rakennusalalla. Kosteudenhallinnan avulla kosteusongelmia voitaisiin vähentää, mutta se on nähty työtä hidastavana tekijänä ja aiheuttavan turhia kustannuksia. Kosteusongelmia aiheutuu rakennuksiin, joko rakentamisen aikana tai rakennuksen käytön aikana. Rakentamisen aikana syntyneet kosteusongelmat johtuvat kosteudenhallinnan laiminlyönneistä. Käytön aikana syntyneet kosteusongelmat johtuvat kosteusvahingosta, jonka korjausta ei olla hoidettu oikealla tavalla, tai rakennusta ei olla ylläpidetty kunnolla. Työterveyslaitoksen tilastojen mukaan 55 % pientalorakennuksissa, 45 % asuinkerrostalorakennuksissa ja 70 % koulurakennuksissa on korjausta vaativia kosteusvaurioita. Myös samoissa tilastoissa mainitaan, että vuosittain tulee keskimäärin 100 uutta ammattitautia, jotka homeet ovat aiheuttaneet. Terve talo –projektin mukaan kosteusvauriot aiheuttavat vuositasolla jo miljardin korjauskustannukset, ja allergian ja huonon sisäilman aiheuttamat sairauspoissaolot aiheuttavat yhteensä kahdeksanmiljardin kustannukset. Miten kosteusongelmat ovat päässeet näin pahaksi? (RIL 250 2011;Salmi&Kemoff 1996)

Ilmaston muuttuessa ja energiankulutuksesta aiheutuvien hiilidioksidipäästöjen vähentämisen halusta matalaenergiarakentaminen tulee olemaan vallitseva rakentamistrendi. Matalaenergia rakentaminen on vaikea rakennusfysikaalisesti katsottuna. Esimerkiksi ulkopinnasta kostuneet paksut eristeet eivät kuivu samalla tavalla lämpimästä sisäilmasta kuin vanhat kapeammat eristeet. Sisätilojen höyry- ja ilmatiivyyden merkitys kasvaa, jotta paksut eristeet pysyvät mahdollisimman kuivina. Tämä aiheuttaa sen, että ilmanvaihdon vaatimukset nousevat korkealle. (RIL 250 2011)

Rakennuksen suunniteltu käyttöikä on 50 – 100 vuotta. Olisi tärkeää, että rakentaessa otettaisiin huomioon tulevaisuuden mahdolliset muutokset ilmastossa ja rakentamisen vaatimuksissa tai mahdollistettaisiin rakennuksen muunneltavuus

tulevaisuuden vaatimuksiin. Tässä kosteudenhallinnalla on tärkeä osa, koska jos rakennus altistuu rakennusvaiheessa kosteudelle, on hyvin todennäköistä ettei sen käyttöikä ole 100 vuotta. (RIL 250 2011)

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tutkimustyön aihe valittiin siitä syystä, että kosteudenhallinta on laatua parantava toimenpide. Työ rajattiin koskemaan runkotyövaihetta, koska tässä rakennusvaiheessa voidaan vaikuttaa eniten kosteusongelmiin, uudisrakentamisessa. Työssä ei tutkita käytöstä tulevia kosteusongelmia, koska niihin ei rakentaja voi vaikuttaa muutoin kuin luovutusvaiheessa annettavilla käyttöohjeilla.

Työn tavoitteena on selvittää runkotyövaiheen kosteudenhallinnan menetelmiä ja niiden kustannuksia. Pää tavoitteena on selvittää, millaiset näkemykset rakennusalan eri osapuolilla on kosteudenhallinnasta painottaen runkotyövaihetta. Tarkoituksena löytää ristiriitoja suunnittelun ja käytännön väliltä, jotka aiheuttavat kosteusongelmia rakennuksen runkotyövaiheessa.

1.3 Tutkimusmenetelmät

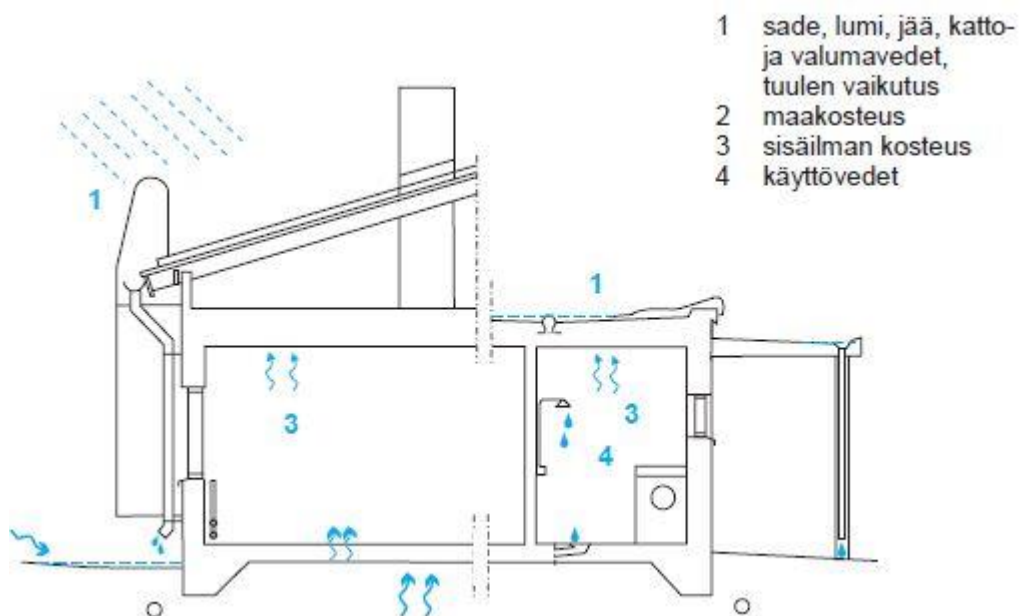
Tutkimus suoritettiin tutkimalla alan kirjallisuutta ja teemakyselyllä. Alan kirjallisuudessa paneudutaan kosteusongelmien syihin ja millä tavoin kosteutta voidaan hallita. Teemakyselyssä haastatellaan vastaavia mestareita, joilta saadaan urakoitsijan mielipide aiheeseen, rakennussuunnittelijoita joilta saa suunnittelun näkemyksen aiheeseen ja rakennuttajia joilta saadaan tilaajan näkemys aiheeseen. Kyselyn vastauksista etsitään ristiriitoja eri osapuolien näkemyksistä ja etsitään mahdollisia parannuksia kosteudenhallintaan.

2 KOSTEUSONGELMAT RUNKOTYÖVAIHEESSA

2.1 Kosteuslähteet

”Rakenteissa esiintyvä kosteus esiintyy näkyvänä vetenä, näkymättömänä vesihöyryinä tai rakenteeseen sitoutuneena rakennekosteutena.” (Siikanen 1996, 52)

Rakennuksen yleiset kosteuslähteet ovat sade, lumi, jää, kattovesi, valumavedet, maankosteus, sisäilmankosteus ja käyttövesi (Kuva 1.).



Kuva 1. Rakennuksen yleiset kosteuslähteet. (RT-10710 1999)

2.1.1 Sade

Sade voidaan jakaa kahteen osaan rakentamisen aikaiseen sateeseen ja rakentamisen jälkeiseen sateeseen. Sateen muotoja on lumi, vesi ja jää. Runkotyövaiheeseen vaikuttaa rakentamisen aikainen sade. (Björkholtz 1997,40)

Rakentamisen aikainen sateen vaikutus runkotyövaiheessa ei yleensä näy välittömästi runkorakenteissa vaan sen aiheuttamat vauriot on nähtävissä vasta myöhemmin. Runkorakenteet ovat yleensä joko puusta, teräksestä tai

kivipohjaisista materiaaleista ja niissä kosteuden aiheuttamat ongelmat näkyvät yleensä vasta ajan saatossa. Herkimpiä sateelle runkorakennemateriaaleista ovat puu ja puupohjaiset materiaalit, kuten lautatavara, ristikot, liimapuutuotteet, lastulevyt, kovat ja huokoiset kuitulevyt. (Björkholtz 1997,40)

Nykyään rakennetaan paljon elementeistä eli monissa tapauksissa rakennuksen rungossa on asennettaessa jo lämmöneristys ja sisäpintamateriaali valmiina. Osa lämmöneristysmateriaaleista on hyvin herkkiä rakentamisen aikaiselle sateelle, näitä ovat mineraalivilla ja selluvilla. Lämmöneristys materiaalit voivat jopa tuhoutua käyttökelvottomaksi kovassa sateessa. Yleisin haittavaikutus on se, että kosteat lämmöneristetyt materiaalit tuovat rakennuskosteutta rakennukseen. (Björkholtz 1997, 40)

Sade voi päästä rakenteisiin tai rakennusmateriaaleihin myös vuotojen kautta, joko rakennusvaiheessa tai rakentamisen jälkeen. Sade voi tulla myös niin viistossa, että se pääsee tunkeutumaan ulkoverhouksen halkeamista tai raoista rakenteen sisälle. (Siikanen 1996,52; RIL 155 1984)

2.1.2 Ilman kosteus

Kaikki rakennuksen rakennusmateriaaleista suurin osa on huokoisia. Näin ollen rakenne voi joko vastaanottaa kosteutta ilmasta tai luovuttaa sitä ilmaan. Tämä tapahtuu joko diffuusion, jossa vesihöyry siirtyy alemman vesihöyrypitoisuuden omaavaan materiaalin suuntaan vesihöyrynosapaine eron vaikutuksesta, tai konvektion aiheuttamana, jossa kosteus siirtyy ilmavirran mukana. Tietyissä lämpötilassa ilmassa oleva vesihöyry voi kondensoitua eli muuttua vedeksi rakenteeseen. Tämä tulee ottaa huomioon seinärakenteita suunniteltaessa. (Björkholtz 1997,43;Siikanen 1996,54-56)

Tämä ilmassa oleva kosteus on joko ulkoilman kosteutta, jonka vesihöyrypitoisuus vaihtelee vuodenaikojen mukaan tai sisäilman kosteutta, jonka kosteus määräytyy sisäilman lämpötilan, ilmanvaihdon, ulkoilman kosteuden ja

lämpötilan sekä sisätilassa eri lähteistä haihtuvan kosteuden mukaan. (RIL 155 1984)

2.1.3 Rakennuskosteus

Rakennuskosteudeksi kutsutaan kosteutta, joka lisääntyy rakenteisiin rakentamisen aikana ja ylittää rakennetta ympäröivän tasapainokosteuden. Rakennuskosteus joutuu rakenteisiin kuljetuksen, rakennusmateriaalien varastoinnin tai rakentamisen aikana. Tämän takia olisi ehdottoman tärkeää, että rakenteet saisivat kuivua tarvittavan ajan ennen kuin niitä esimerkiksi pintakäsitellään. (RIL155 1984)

Rakennusmateriaalit sisältävät rakennuskosteutta ja sen määrä vaihtelee eri materiaaleilla, koska materiaaleissa on kemiallisesti sitoutunutta kosteutta ja niiden valmistusvaiheessa niihin sitoutuu kosteutta. Tasapainokosteudet vaihtelevat eri materiaaleilla. Näin ollen poistuvan kosteuden määrä vaihtelee materiaaleittain (Taulukko1).

*Taulukko 1.
Rakennusaineiden rakennuskosteuksia. Arvot ovat suuntaa-antavia.*

Rakennusaine	Kosteus kg/m ³			
	Valmistus- kosteus	Kemiallisesti sitoutunut kosteus	Tasapainokos- teus, kun ilman RH = 50%	Poistuva rakennuskosteus, kun ilman RH = 50 %
Betoni				
K15	180	40	25	115
K25	180	60	30	90
K40	180	70	40	70
Kevytbetoni	100...200	-	20	80...180
Kalkkisementttilaasti	300	20	30	250
Tiili	10	-	10	0
Tiilimuuri	80	-	10	70
Puu	60	-	40	20

Taulukko 1. Rakennusaineiden rakennuskosteuksia. (RT-10710 1999)

2.2 Kosteudesta johtuvat ongelmat

2.2.1 Sisäilmaongelmat

Kosteudesta aiheutuvat sisäilman ongelmat johtuvat mikrobeista, ja home on yksi näistä mikrobeista. Mikrobit ovat selvästi suurin sisäilmaongelmien aiheuttaja kaikista sisäilmaongelmien aiheuttajista. (Salmi&Kemoff 1996)

Mikrobikasvustoa on vaikea havaita paljaalla silmällä, koska se on yleensä piilossa rakenteissa tai näkymättömänä pintamateriaaleissa. Tämän takia sen löytämiseen ja tutkimiseen tarvitaan aina ammattilainen.(Salmi&Kemoff 1996)

Mikrobit aiheuttavat seuraavia oireita:

- silmäoireilu (punoitus, tulehdukset)
- ylähengitysteiden limakalvojen ärsytys
- poskiontelontulehdus
- nenän tukkoisuus
- jatkuva nuha ja yskä
- äänen käheys
- päänsärky
- väsymys
- ihon kutina ja punoitus
- selittämätön kuumeilu
- selittämätön nivel-tulehdus
- astma (Salmi&Kemoff 1996,29)

Oireita aiheuttaa mikrobeista ilmaan päässeet itiöt, rihmastot tai muut osat ja myös mikrobikasvuston tuottamat haitta-aineet. Oireet ovat aina yksilöllisiä. (Salmi&Kemoff 1996)

2.2.2 Kosteuden aiheuttama rakenteiden heikkeneminen

Puisen rakenteen pitkä-aikainen altistuminen vedelle tai kosteudelle saattaa haurastuttaa rakennetta niin, että se aiheuttaa vaaratilanteen. Tämän aiheuttavat lahottajasisienet. (Salmi&Kemoff 1996)

2.2.3 Kosteuden aiheuttamat vauriot rakennuksen pintoihin

Kosteus voi aiheuttaa pintamateriaalien hylkimisen. Kosteus voi aiheuttaa maalin hilseilyn irti seinästä tai lattian pintamateriaalien irtoaminen. Kosteus voi aiheuttaa seinän pinnoitteen värimuutoksia. Kun kosteus tiivistyy esimerkiksi seinäpintaan se aiheuttaa värimuutoksen maalipinnassa.

2.3 Kosteusongelmien syitä

2.3.1 Hankkeen kokonaishallinta

Kosteusongelmien lähtökohtainen syy voi olla juuri hankkeen kokonaishallinnassa. Hankkeen tilaaja olettaa, että suunnittelijat ja urakoitsijat hoitavat kosteudenhallinnan automaattisesti virheettömästi. Näin ollen eri osapuolet eivät kiinnitä tarpeeksi huomiota kosteuden hallintaan ja virheitä syntyy. (RIL 250 2011)

2.3.2 Suunnittelun puutteellisuus

Suunnitteluun ei panosteta tarpeeksi kustannuksien karsimiseksi. Suunnittelulle ei anneta tarpeeksi tarkkoja ohjeita ja aikataulut ovat liian kireitä. Näin ollen voi olla, että kosteudenhallinnan kannalta kriittisten kohtien suunnitelmat ovat puutteelliset tai puuttuvat kokonaan. (RIL 250 2011)

2.3.3 Rakentamisaikainen kosteudenhallinta ei ole kunnossa

Kosteudenhallinnan tavoitteita ei ole aina määritelty toteutusvaiheessa ja valvontaan ei näin ollen panosteta. Rakenteiden, materiaalien ja rakenteiden osien sääsuojaus ja olosuhteidenhallinta voi olla puutteellista ja ne pääsevät kostumaan,

mikä nostaa kosteusvahinkojen mahdollisuutta. Vielä kosteita materiaaleja ruvetaan pinnoittamaan, koska pinnoitusmittauksia ei ole tehty, vaan luotetaan vanhoihin tapoihin tai kosteusmittaukset on tehty huolimattomasti väärillä laitteilla. Aikataulun takia kiireessä kosteita rakenteita ruvetaan pinnoittamaan. Kuivumisaikojen laiminlyönti aiheuttaa melkein poikkeuksetta kosteusvaurioita. Nämä johtuvat suurimmaksi osaksi kiireestä, mutta myös välinpitämättömyys ja ammattitaidon- ja tietämätön työvoima on syyllisenä. (RIL 250 2011)

2.4 Määräykset

Rakennusmääräyskokoelmassa C2 Kosteus on määrätty kohdassa 1.2 seuraavaa ”Rakennus on suunniteltava siten, ettei siitä aiheudu sen käyttäjille tai naapureille hygienia- tai terveysriskiä kosteuden kertymisestä rakennuksen osiin tai sisäpinnoille. Rakennuksen näiden ominaisuuksien tulee normaalilla kunnossapidolla säilyä koko taloudellisesti kohtuullisen käyttöiän ajan.” (RaMK 1998,3)

2.4.1 Rakennuksen kosteustekninen toiminta

Rakennusmääräyskokoelma määrittää tarkat määräykset kuinka rakennuksen kosteustekninen toiminta pitää olla suunniteltu ja rakennettu. Rakennuksen pitäisi pääsääntöisesti pysyä alipaineisena, että vaarallista konvektiota ei pääse tapahtumaan. Rakennuksen ulkopinnan pitää estää veden ja lumen tunkeutuminen rakenteisiin. Vesi ja lumi eivät saa päästä rakenteisiin tuulen vaikutuksesta. Haitalliset kapillaarivirtaukset rakenteisiin tai rakenteissa täytyy estää kosteuden- ja vedeneristyksillä ja salaojituksella. Vedelle altistuvien rakenteiden täytyy kestää veden vaikutus ja haitallinen veden pääseminen rakenteisiin täytyy estää. Rakennusaineet ja –tarvikkeet sekä rakennus osat pitää suojata kuljetuksen, varastoinnin ja rakentamisen aikana. Myös kosteiden rakenteiden ja rakennuskosteuden täytyy antaa kuivua tai kuivattava tarpeeksi ennen kuin niitä peitetään pintamateriaaleilla tai –aineilla. Rakennustyöt pitää suorittaa riittävän ammattitaitoinen henkilö, joka tuntee rakenteiden kosteustekniset suunnitelmat ja on perehtynyt työohjeisiin. Työ täytyy myös tarkistaa ja valvoa.

Rakennustuotteiden täytyy kestää asennus- ja käyttöolosuhteiden aiheuttama rasitus koko rakenteen käyttöiän tai korjausvälin ajan. (RaMK 1998)

2.4.2 Ulkoseinärakenteet

Ulkoseinään liittyvien liitosten täytyy estää, ettei seinän kosteudenpitoisuus sisäilman vesihöyryn diffuusion ja konvektion vuoksi muodostu haitalliseksi. Myös rakennuskosteuden ja seinän ulko- tai sisäpuolelta tuleva veden on päästävä poistumaan vahinkoa ja terveysriskiä aiheuttamatta. Seinät on liitettävä sokkeliin ja maanvaraiseen lattiarakenteeseen niin, että kosteus ei pääse kertymään tai siirtymään seinärakenteeseen sokkelista tai lattiarakenteesta ja seinän alareunalla on mahdollisuus kuivua. Tämä täytyy tehdä kosteuden siirtymisen estävällä kerroksella. (RaMK 1998)

3 KOSTEUDENHALLINTA RUNKO RAKENTEISSA

Kosteudenhallinnalla pyritään estämään kosteusvaurioiden synty rakennusvaiheessa, halutaan varmistaa rakenteiden riittävä kuivuminen sekä vähentää kuivattamisen tarvetta ja materiaalin hukkaa. Tämä kaikki pitäisi olla tietenkin mahdollisemman tehokasta, ettei aikatauluihin tule viivytyksiä ja kustannustehokkuus säilyy. (Merikallio 2002)

Tämä vaatii yhteistyötä kaikkien rakennustyömaan osapuolien kesken. Rakennuttajan täytyy päättää kosteudenhallinnan tasosta ja budjetoida siihen riittävästi rahaa ja aikaa. Suunnittelijoiden olisi hyvä laittaa kosteudenhallinta ohjeet suunnitelmiin ja tarkistuttaa piirustukset asiantuntijalla varmistaakseen kosteusteknillinen toimivuus. Urakoitsija täytyy varmistaa kosteudenhallinta käytännössä eli tehdä kosteudenhallintasuunnitelma, tehdä kosteusmittaukset ja pinnoitus mittaukset, varmistaa olosuhteiden hallinta ja kosteudenhallinnan käsittely kokouksissa (Kuva 2).

Tekijä	Rakennus-hankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja	Suunnittelijat, päärakennesuunnittelija koordinoi	Päätoteuttaja, päärakennesuunnittelija avustaa	Päätoteuttaja ja urakoitsijat
Hankkeen vaihe	Hankesuunnittelu	Suunnittelu	Työvaihesuunnittelu	Viikkosuunnittelu, rakentaminen
Toimenpiteet	Päätös vaaditusta kosteudenhallinnan laatutasosta Budjettivaraus toteutukselle Rakentamisen aikataulu	Rakenteiden rakentamis- ja käytönaikaisen toimivuuden suunnittelu Kosteudenhallinnan ohjeet suunnitelmiin Riskien arviointi Kosteustekninen suunnitelmien tarkastus ulkopuolisella asiantuntijalla	Kosteuden hallinnan suunnittelu osana koko työmaan toteutussuunnittelua Tehtäväsuunnitelmat Yleisaikataulu	Kuivanapidon toteutus, tarkastukset ja huolto Kuivanapidon käsittely kokouksissa ja palaverissa Olosuhteiden seuranta

Kuva 2. Työmaan eri osapuolien kosteudenhallinnan vastuut(Teriö,Palolahti& Koskenvesa 2012)

3.1 Kosteudenhallintasuunnitelma

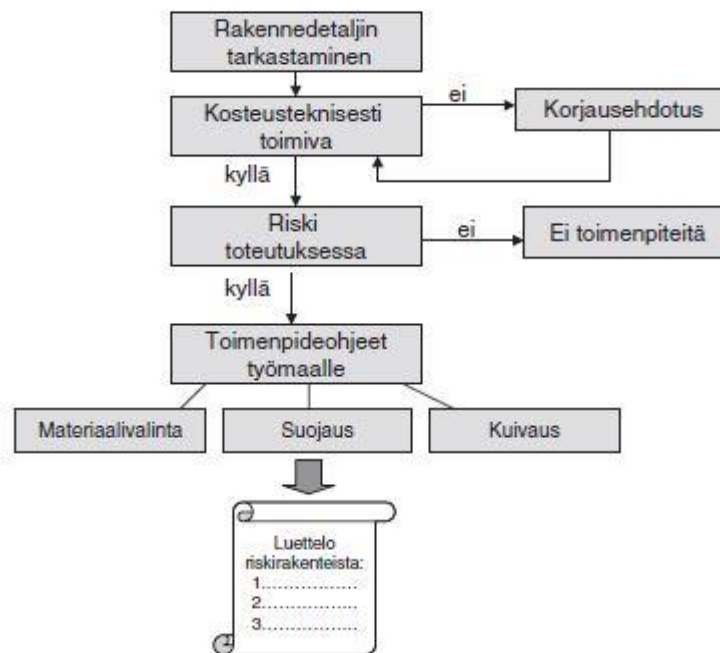
Tärkein menetelmä rakennustyömaan kosteudenhallintaan on kosteudenhallintasuunnitelma. Suunnitelman avulla pyritään estämään tai ainakin pienentämään rakennustyömaan kosteusvaurioita. Kosteudenhallintasuunnitelma tulee laatia jokaiselle uudisrakennuskohteelle ja niille korjausrakennus kohteille, jossa kuivutetaan rakenteita ja tehdään betonivaluja. Tämä suunnitelma laitetaan jokaisen urakkasopimuksen sopimusasiakirjoihin. Sen edistymistä seurataan työmaakokouksissa. Tämä vaatii valvonnalta tarkkaa seuraamista ja valvomista. (Merikallio 2002)

Kosteudenhallintasuunnitelmaan kuulu vähintään seuraavat kohdat:

- Riskien kartoitus
- Kuivumisaikojen-arviot
- Työmaan olosuhteiden hallinta
- Kosteusmittaus suunnitelma
- Organisointi, seuranta ja valvonta. (Merikallio 2002)

3.1.1 Riskien kartoitus

Riskien kartoitus kohdassa määritellään kyseiselle rakennuskohteella olevat kosteusriskit. Rakennusdetaljien tarkastamisen (kuva 3) avulla saadaan parhaiten selville mahdolliset rakenteen toteutuksesta johtuvat kosteusvauriot. Tämän avulla varmistetaan myös se, ettei rakennuksessa ole rakenteita, joissa on rakennusfysikaalinen suunnitteluvirhe. Luettelon perusteella työjohdolla ja työmaan valvojalla on helppo kiinnittää huomiota niihin detaljeihin, joihin riski liittyy. (Merikallio 2002)



Kuva 3. Rakennustyömaan kosteusriskien kartoitus. (Merikallio 2002)

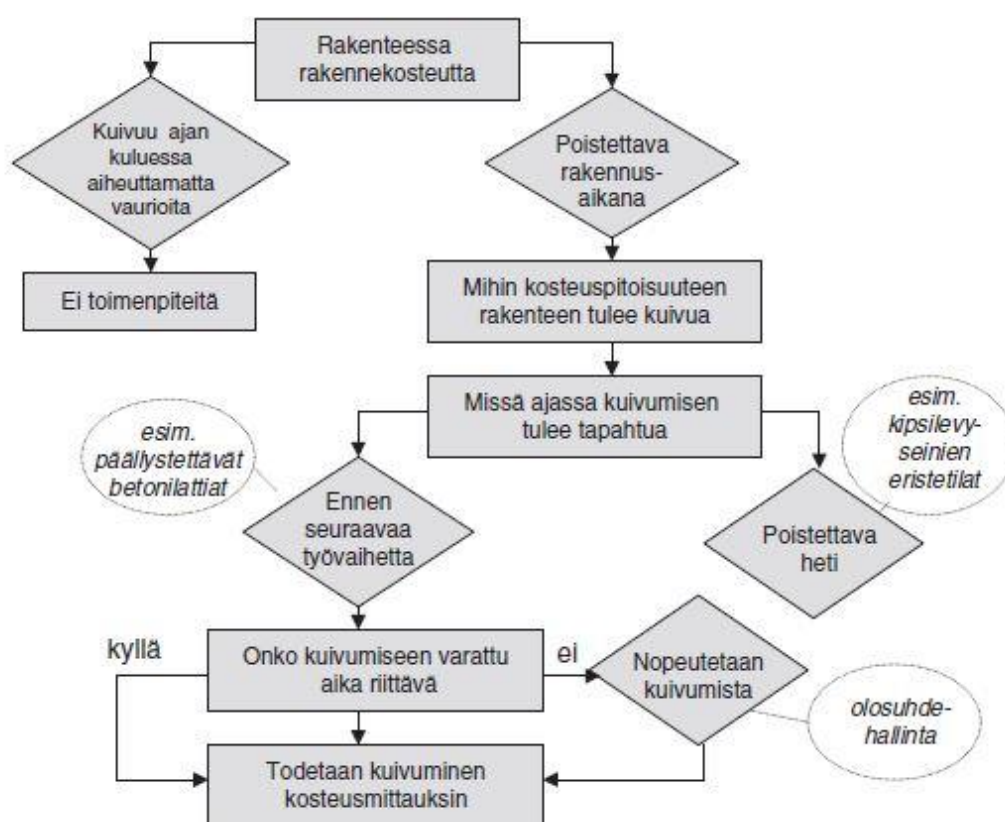
3.1.2 Kuivumisaikojen kartoitus

Osan rakenteiden materiaalien pitää ehtiä kuivua ennen kuin seuraavaa työvaihetta voidaan aloittaa. Nämä materiaalit sisältävät rakennekosteutta. Näitä rakenteita ovat yleisimmin betoniseinät ja -lattiat, joiden päälle tulee jokin kosteusherkkä materiaali. Päällystemateriaalien valmistajat antavat yleensä kriittisen kosteusarvon, jota ennen ei päällystämistä saisi aloittaa. Tämä luku on yleensä suhteellisena kosteuspitoisuutena (RH %). (Merikallio 2002)

Kuivumisaika-arvio luodaan kaikille rakenteille, jotka päällystetään kosteusherkillä materiaalilla tai kuivumisesta johtuvat muodon muutokset voivat aiheuttaa vaurioita (kuva 4). Kun rakenne on tiedossa, voidaan sen perusteella laskea rakenteen kuivumisaika. Hyvin tehdystä yleisaikataulusta nähdään paljonko rakenteella on aikaa kuivua ennen kuin voidaan aloittaa pinnoittaminen. Tämän aika katsotaan siitä, kun rakenteeseen ei enää pääse lisäkosteutta ja kohteessa on tarvittava lämpötila. Tämän perusteella voidaan myös katsoa, millaiset olosuhteet tulisi kohteeseen luoda, jotta rakenne kuivuu. Jos rakenteen

kuivumisaika ylittää aikataulussa varatun ajan, voidaan sitä nopeuttaa seuraavilla toimenpiteillä:

- kuivumisolosuhteiden parantaminen
 - pintamateriaalin vaihtaminen paremmin kosteutta kestäväksi
 - betoni rakenteissa betonin vaihtaminen nopeammin kuivuvaan betoniin.
- (Merikallio 2002)



Kuva 4. Rakenteen kuivumistarpeen ja kuivumisajan arvioinnin perusteet. (Merikallio 2002)

3.1.3 Olosuhteiden hallinta

Olosuhteiden hallinnassa pyritään estämään rakenteiden ja rakennusmateriaalien kastuminen ja luomaan hyvät olosuhteet rakenteiden kuivumiselle ylimääräisestä rakennekosteudesta. (Merikallio 2002)

Rakenteet ja rakennusmateriaalit tulee suojata sateelta, koska sade lisää huomattavasti kuivumisaikaa ja materiaalihukkaa. Kosteiden ja märkien materiaalien tai rakennusosien käyttö lisää myöhemmin aiheutuvan kosteusvaurion riskiä.

Runkotöissä voidaan kastumista estää seuraavilla keinoin:

- Rungon nostaminen mahdollisimman nopeasti, koska ylempikerros suojaa alempaa kerrosta
- Estetään veden valuminen alemmille holville suljetaan holvissa olevat aukot vesitiiviiksi ja estämällä veden valuminen rungon eristetilaan ja sisälevytyksiin
- Välipohjien saumavalut tehdään vesitiiviiksi. Tehdään pintabetonilaatat mahdollisemman aikaisessa vaiheessa
- Tehdään väliaikainen viemärinti välipohjiin, esimerkiksi lattiakaivojen kautta
- Suojaamalla rungon sivut varhaisessa vaiheessa suoja- tai eristepeitteellä ja peittämällä aukot suojapeitteellä.
- Lumen poistaminen mekaanisesti eikä sulattamalla
- Veden poistaminen holvista mahdollisimman nopeasti esimerkiksi vesimurilla. (Merikallio 2002)

Rakennustuotteiden ja materiaalien suojauksessa täytyy ottaa huomioon, mitkä materiaalit menevät käyttökelvottomaksi kosteudesta ja mitkä materiaalit voivat imeä paljon kosteutta ilman näkyvää vahinkoa, mutta voivat myöhemmin aiheuttaa kosteusvaurioita. On myös huomioitava varastoinnissa, etteivät materiaaliniput haittaa rungon osien kuivumista. Esimerkiksi jos materiaalinippu on varastoitu valmiin rungon osan päälle, niin se voi hidastaa osan kuivumista, kun kosteus ei pääse poistumaan vapaasti. Rakennusmateriaalien ja tuotteiden kostumisen ja kastumisen vähentämiseen vaadittavat keinot:

- Vaadittava materiaalin toimittajilta materiaalin suojaamista kuljetusvaiheessa
- Noudatettava valmistajan varastointiohjeita
- Toimitukset hoidettava oikeaan aikaan työmaalle, ei liian aikaisin eikä liian myöhään
- Varastointialueiden ja varastoinnin menetelmien suunnittelu ajoissa
- Varastojen sääsuojaus
- Keskeneräisten rakenteiden sääsuojaus
- Varmistettava että keskeneräiset rakenteet keritään suojaamaan ennen kuin työmaalta lähdetään. (Merikallio 2002)

Työmaalla täytyy myös varautua mahdollisiin vesivahinkoihin. Vahingot johtuvat yleensä patteriverkoston vuodosta, vesiletkun katkeamisesta tai vesisangon kaatumisesta. Tällöin rakenteisiin päässyt vesi täytyy poistaa heti. Näiden vahinkoihin on hyvä varautua henkilöstön koulutuksella, varmistamalla vesiverkoston liitokset ja sulkemalla työmaan vesi yöksi sekä viikonlopuksi. On myös tärkeää, että työmaalla on vesi-imuri ja muut kuivauslaitteet nopeasti saatavilla. (Merikallio 2002)

3.1.4 Rakenteiden kuivatus

Rakenteiden kuivatus kuuluu olosuhteiden hallintaan kosteudenhallintasuunnitelmassa. Rakenteiden kuivatuksen tarkoituksena on luoda optimit olosuhteet rakenteen kuivumiselle niin, että rakenne kuivuu aikataulun mukaisessa ajassa. Tämä tarkoittaa, että ympäröivän ilman suhteellinen kosteus (RH) täytyy olla tarpeeksi alhainen, että niin se ottaa vastaan kosteutta eikä luovuta sitä. Se millaiset näiden olosuhteiden täytyy olla riippuu siitä, kuinka paljon aikataulussa on aikaa rakenteen kuivumiseen, kuinka paljon rakenteet kasvavat rakentaessa, mistä materiaalista rakenne on tehty ja millainen rakenne on. (Merikallio 2002)

Työmaan kuivatusta suunniteltaessa täytyy ottaa rakennusajankohta huomioon, koska ulkoilman kosteussisältö vaihtelee paljon vuoden ajasta riippuen. Lämpimään ilmaan mahtuu enemmän kosteutta kuin kylmään ilmaan. Rakennuksen kuivatusta suunniteltaessa täytyy ottaa seuraavat asiat huomioon:

- Kuivattavaan tilaan ei saa joutua lisäkosteutta, tämä pitää varmistaa ennen kuivatuksen aloittamista
- Kuivatettavasta tilasta pitää poistaa irtovesi ja lumi, niitä ei saa sulattaa tai kuivattaa
- Rakennus pitää osastoida niin, ettei kosteus pääse siirtymään kuivatettavasta tilasta viereisiin tiloihin ja tiivistymään sen kylmempiin pintoihin
- Kuivatettavassa tilassa ei saa olla kylmiä pintoja, johon kosteus voi tiivistyä
- Hoidetaan kuivatus tilan omilla lämmitysjärjestelmillä heti, kun se on mahdollista, muuten käytetään lisälämmityslaitteita
- Kosteuden täytyy päästä hallitusti poistumaan, tämä varmistetaan riittävällä ilmanvaihdolla
- Jos kosteuden poistuminen vaati ilmankuivaimia, täytyy tilan olla tiivis, koska ulkoisen kosteuden kerääminen on turhaa
- Otetaan ulkoiset olosuhteet huomioon
- Suunnitellaan rakenteiden kuivatus ajoissa ja varsinkin kriittisten rakenteiden
- Seurataan rakenteiden kuivumista tiiviisti
- Varmistetaan että työmaalla on kuivaukseen tarvittavat välineet ja niiden toimivuus. (Merikallio 2002)

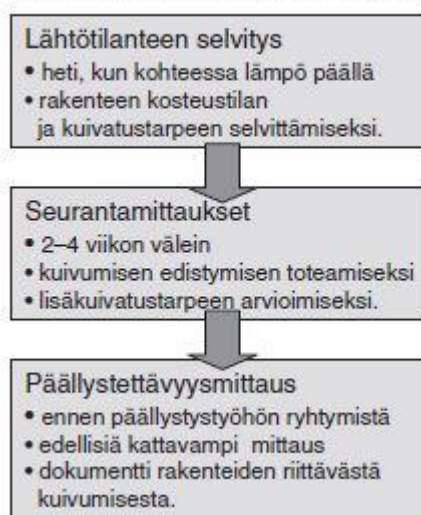
3.1.5 Kosteusmittaukset

Työmaalle laaditaan ennakkoon kosteusmittaussuunnitelma, jossa käy ilmi mittauslaitteisto menetelmineen, mittausaikataulut, sijainnit ja mittauksien laajuus. Lämpötilojen ja kosteusmittauksien perusteella voidaan tehdä

tapauskohtaisesti tarvittavat muutokset lämpötilaan ja ilmanvaihtoon sekä tarvittaessa käyttää ilmankuivaajia. (Merikallio 2002)

Rakenteiden mittauksista voidaan seurata, kuivuuko rakenne aikataulussa, vai poikkeako kuivuminen suunnitellusta aikataulusta. Näin voidaan reagoida ajoissa mahdollisiin kuivumisen muutoksiin ja tehdä tarvittavat muutokset ilman, että aikatauluun tulee muutoksia. Rakennekosteusmittaukset tehdään yleensä mittaamalla suhteellinen kosteus rakenteeseen poratusta reiästä, mutta mittaus voidaan tehdä myös rakenteesta otetulla näytteellä. Mittaukset pitää aloittaa heti, kun lämmöt ovat päällä, että saadaan selvitettyä lähtötilanne ja kuivatuksen tarve. Kuivumista pitää seurata vähintään neljän viikon välein, että pystytään seuraamaan kuivumisen edistymistä ja huomataan heti, jos kuivumista tarvitaan nopeuttaa. Ennen päällystämistä pitää tehdä kattavat mittaukset ja dokumentoida, että rakenteet ovat kuivuneet tarpeeksi (kuva 5). Mittauksen tekeminen vaatii huolellisuutta, ammattitaitoa ja laitteisto täytyy olla ajan tasalla. (Merikallio 2002)

Rakennekosteusmittaukset



Kuva 5. Rakennekostelumittauksien kulku. (Merikallio 2002)

3.1.6 Organisointi, seuranta ja valvonta

Työmaan kaikkien osapuolien pitää olla tietoisia oman osansa kosteusteknisistä seikoista ja ilmoittaa mahdollisista havaituista kosteusriskeistä tai –vaurioista.

Sopimusasiakirjoissa tulee käydä ilmi osapuolien tehtävät ja vastuut kosteudenhallinnasta. On myös tärkeää dokumentoida kaikki kosteudenhallinnan suorittaminen, mahdolliset vesivahingot, mittaustulokset ja rakenteiden päällystämispäätökset asianmukaisiin asiakirjoihin. (Merikallio 2002)

3.2 Sää- ja kosteussuojausmenetelmät

3.2.1 Suojausmenetelmät elementtirakentamisessa

Elementtirakentamisessa kosteudensuojauksessa tärkeintä on rajata vedenkulku kosteutta kestäville rakenteille, koska sääsuojien käyttö nopeassa asennustyössä haastavaa. Tärkeintä onkin, että sääsuojausta käytetään rakenteiden, rakennusmateriaalien ja työpisteiden suojaamiseen unohtamatta välivarastoinnin aikaista sää- ja kosteussuojausta. (Teriö 2003)

Välivarastoinnin aikainen suojaus ennen kuljettamista ja ennen asentamista voidaan hoitaa elementtirakenteen huputuksella (Kuva 6) tai suojaamalla rakenne peitteellä, mutta valkobetoniasta tehtyä elementtiä ei voida suojata huputtamalla, koska silloin elementinpintaan voi kondensoitua kosteutta ja se voi aiheuttaa kosmeettista haittaa elementille. (Teriö 2003)



Kuva 6. Elementin muovihuputus (Teriö 2003)

Kuljetuksessa elementtirakenne täytyy joko huputtaa muovilla (kuva 6) tai kuljetuksen aikainen suojaus hoidetaan kuljetuskalustolla.(Teriö 2003)



Kuva 7. Tyvek-tuulensuojakangas sandwichelementin eristetilän suojana. (Teriö 2003)

Elementtirakenteen suojaus säältä ja kosteudelta asennusvaiheessa ja sen jälkeen on vaikeaa, koska asennus tapahtuu nopeasti. Sen takia pysyvää huputusta ei voida jättää rakenteeseen. Kosteudelle arat osat rakenteesta tulee suojata kosteudelta ja kosteutta kestävät osista poistaa ylimääräinen kosteus tarvittaessa. Sandwichelementtien eristeiden suojaus on yleensä helpompaa tehdä tehtaalla kuin työmaalla ja siihen voidaan käyttää Tyvek-tuulensuojakangasta (kuva 7), joka on hengittävää mutta vettä eristävää. Vesikaton asennuksen jälkeen voidaan rakennus suojata kokorakennuksen kattavalla telinehuputuksella (kuva 8). (Teriö 2003)



Kuva 8. Telinekatajan KH-sääsuoja. (Telinekataja 2014)

3.2.2 Suojausmenetelmät paikalla rakentamisessa

Paikallaan rakentaessa sääsuojaus on elementtirakentamista helpompaa, koska sääsuojausta voidaan kasata sitä mukaan kuin rakennus etenee, mutta materiaalien välivarastoinnissa pitää olla tarkkana. Rakennusmateriaalit tulevat työmaalle asentamattomina, niissä ei ole sääsuojausta tai ne eivät ole suojassa rakenteen sisällä.

Materiaalien varastoinnissa pitää olla tarkkana, koska niihin ei saa imeytyä kosteutta maasta tai kastua sateessa. Tämän takia olisikin hyvä, että rakennusmateriaalit olisivat suojassa konteissa tai omassa varastossa, jossa on kosteuden pääsy materiaaleihin estetty (kuva 9). Materiaaleja voidaan myös varastoida rakennuksen valmiisiin osiin, mutta pitää ottaa huomioon, ettei se haittaa rakenteen mahdollista kuivumista.



Kuva 9. Telinekatajan tarjoama väliaikaisvarasto. (Telinekataja 2014)

Paikallaan rakentaessa voidaan rakenteita suojata huputtamalla rakennus (kuva 8) sitä mukaan kun sitä rakennetaan. Voidaan myös käyttää Gibson Tower (kuva 10) nimistä sähköistettyä sääsuojaa, joka nousee helposti samaan tahtiin kun rakennuskin. Siihen voidaan liittää myös torninosturi, jolla voi liikuttaa jopa 3200 kilon painoista kuormaa.



Kuva 10. Lainapeite Gibson-Tower (Lainapeite 2014)

3.3 Onteloporaukset

Ontelolaattojen sisällä saattaa olla ontelovettä, jonka takia ontelolaatoissa olevat vesireiät täytyisi porata auki. Veden pääsy ontelolaatan onteloon voidaan ehkäistä pitämällä laatat kuivana, tekemällä tiiviit valut ja tekemällä vastaanottotarkastus, mutta aina pitää varmistua ettei ontelovettä ole laatasta. (Järvinen 2012)

Ontelovedet voidaan paikantaa kosteusmittauksilla, joko poraamalla kosteusmittarin anturit laattaan sisälle tai tekemällä kosteusmittaukset pintakosteusmittarilla, mutta se on kovin epätarkka mittausmenetelmä. Tehokkain keino ontelovesien paikantamiseen on lämpökamera kuvaus, mutta tämä vaatii lämpötilaeron eli tilan täytyy olla vesitiivis ennen kuin se voidaan kuvata. (Järvinen 2012)

Ontelolaattojen porauksen suorittaa yleensä toimittajan oma porari, mutta sen voi tehdä myös aliurakoitsija. Laattojen toimittajalla on omat ohjeet poraukseen, mutta mestarin kanssa käydään läpi lisäporausta vaativat kohteet. Porari poraa ontelolaatoissa valmiina olevat vesireiät auki ja mahdolliset ontelovesien kohdat. (Järvinen 2012)

Ontelovedet kuivuvat yleensä porauksien jälkeen, mutta onteloihin voi jäädä vettä porauksista huolimatta. Nämä voivat ilmentyä vasta asukkaiden muuton jälkeen vaurioina tasoitetussa pinnassa. Tämän takia on tärkeää, että ontelolaatat kuvataan mahdollisten ontelovesien paikantamiseksi. Tällöin on hyvä käyttää ontelokuivainta, joka kuivattaa ontelon noin kolmessa päivässä uudelleen tasoitettavaksi, eikä rakennusaikataulut veny. (Järvinen 2012)

3.4 Kustannukset

Kosteudenhallinnan kustannuksiin on vaikea antaa tarkkaa summaa, koska se on riippuvainen vuodenajasta, säästä, rakennustyyppistä, materiaaleista ja rakennuspaikasta. Sille kuitenkin voidaan määritellä hintoja olosuhteidenhallinnan osalta ja mittauslaitteiston osalta.

3.4.1 Sääsuojaus

Sääsuojan kustannukset tulevat sääsuoja vuokratustannuksista, sen asennuksesta ja purusta, telineiden vuokratustannuksista, niiden asennuksesta ja purusta. Perustapauksissa näiden kustannukset ovat sääsuojan osalta asennuksesta 16 €/m^2 ja vuokrasta $0,16 \text{ €/m}^2 \times \text{vrk}$. Seinän viereen asennettavien telineiden vuokran osalta $0,12 \text{ €/m}^2 \times \text{vrk}$ ja asennuksen osalta 9 €/m^2 . Tämä on perustason hintaesimerkki, joten hinta voi vaihdella $\pm 50 \%$ riippuen halutusta sääsuojan tasosta. Hinta voi myös vaihdella eri puolella suomea ja eri aikoina. (Toivari 2011)

3.4.2 Rakenteiden kuivatus

Rakennuksen kuivattamisessa pyritään siihen, että rakennuksesta poistuu mahdollisimman paljon kosteutta mahdollisimman pienellä ilman lämmittämisellä. Tuuletuksen täytyy siis olla hyvin suunniteltua ja toteutettua, jotta kuivatuksen kustannukset eivät nouse liian korkeiksi. (Kokki&Mäkelä 1980,80)

Lämmitykseen ja kuivatuksen kuluu mittauksien mukaan $2 - 3 \text{ kWh} / \text{Rm}^3$ viikossa. Tämän osuessa kylmään vuoden aikaan ja yleensä rakennusta kuivatetaan noin $4 - 6 \text{ kk}$ sen kokonaiskustannukset nousevat noin puoleen rakennustyömaan koko energiakulutuksesta. Tämän takia on tärkeää että rakennuksen tuuletus toimii oikein. (Kokki&Mäkelä 1980,80)

3.4.3 Kosteusmittaukset

Kosteusmittauksien kustannukset määräytyvät kohdekohtaisesti riippuen rakennus paikasta ja palvelun tarjoajasta. Esimerkiksi Turun ammattikorkeakoulu veloittaa mittauksista $65 \text{ €/h} + 24 \%$ alv + muut kustannukset, mutta useamman porareian mittauksista pitää pyytää tarjous erikseen. (Turun Ammattikorkeakoulu 2014)

Toinen vaihtoehto on työnjohdon tekemät mittaukset omilla laitteilla. Sen tarkempia kustannuksia on vaikea määrittää tarkasti. Kustannuksia tulee laitteiden

hankinnasta, henkilöstön kouluttamisesta ja laitteiden ylläpidosta, mutta mittauksista ei tarvitse maksaa vaan ne voidaan suorittaa oman henkilöstön voimin.

3.4.4 Onteloporaukset

Esimerkiksi 100 kpl 50m² asunnon kohteen onteloporaus, jossa lämpökuvauksen tekee rakennusliikkeen oma mestari maksaisi noin 16000€. Lämpökuvaus lämpötilaeron tuottamisella maksaisi noin 1800€. Lisäreikienteko, kun jokaiseen ontelolaattaan tehdään viisi reikää päihin ja keskelle, maksaisi aliurakoitsijan tekemänä noin 2700€. Kuivatus, kun kuivaimet täytyy vuokrata, maksaisi asennuksineen ja siirtoineen noin 11500€. (Järvinen 2012)

4 TEEMAKYSELY

4.1 Nettikyselyn toteutus

Teemakyselyssä tutkittiin rakennusprojektin osapuolien mielipiteitä kosteudenhallinnasta. Tutkimuksessa haastateltiin seitsemää henkilöä, kolmea rakennuttajaa, kahta rakennussuunnittelijaa ja kahta vastaavaa mestaria. Kyselyyn tehtiin jokaiselle haastateltavalle alalle oma kysymyspaketti, mutta kysymysten runko oli kaikille sama. Kysymyspaketissa oli viisi tai seitsemän kysymystä koskien kosteudenhallintaa rakennustyömaalla. Haastateltaville lähetettiin kysymykset kyselylomakkeella sähköpostiin, koska näin he saivat vastata kyselyyn omalla aikataululla, kun työkiireiltään ehtivät. Kyselyyn pyydettiin vastaamaan tiivistetysti.

4.2 Kyselyn kysymysrunko

Kyselyn kysymysrungossa pyrittiin löytämään mahdollisimman hyvät kysymykset kosteudenhallintaa koskevista asioista painottaen runkotyövaihetta. Tällä pyrittiin saamaan näkemys erot ja ristiriitaiset näkemykset mahdollisimman hyvin esille.

Kyselyssä selvitettiin onko kosteudenhallinta suunnitelma rakennuttajan yhtenä vaatimuksena urakoitsijalle. Suunnittelijoilta kysyttiin, antaako rakennuttajat kosteusteknisiä vaatimuksia. Vastaavilta mestareilta ja rakennuttajilta painotettiin kysymyksissä kosteudenhallinta suunnitelmaa. Vastaavilta mestareilta ja rakennuttajilta selvitettiin, miten kosteudenhallintaa seurataan valvonnassa.

Kyselyssä selvitettiin, miten suunnittelijat ohjeistavat vai, onko ohjeita ollenkaan suunnitelmissa, suunnitelmissa kosteudenhallinnassa ja vaaditaanko sitä rakennuttajan puolesta.

Kyselyssä kysyttiin jokaisen mielipide siitä, minkä takia kosteusongelmia syntyy rakentamisen aikana.

Mestareilta kysyttiin, onko heidän mielestä rakentamisaikataulut liian tiukkoja, ja jos on, miksei niitä yritetä tarjous vaiheessa pidentämään. Rakennuttajilta taas kyseltiin, millaisia laiminlyöntejä kosteudenhallinnassa on tullut vastaan työmailla.

Tärkeimpinä kysymyksinä selvitettiin, tekevätkö rakennusprojektin osapuolet yhteistyötä vai eivät, ja miten he parantaisivat kosteudenhallintaa rakennusvaiheessa.

Kysymykset ovat esitettynä liitteissä 1 – 3.

4.3 Kyselyn vastauksia

4.3.1 Rakennussuunnittelijat

1. Antaako rakennuttaja kosteusteknisiä vaatimuksia?

Vastauksissa kävi ilmi, että julkisissa kohteissa näitä ainakin vaaditaan. Yleisemmin rakennuttaja kuitenkin vaatii vain Rakennusmääräyskokoelman C2:n mukaiset vaatimukset, mutta erityisvaatimuksia ei yleensä vaadita.

2. Vaadintaanko piirustuksiin kosteushallinnan ohjeistusta?

Detaljeissa vaaditaan ohjeistusta, mutta yleensä RakMK C2 maininta on riittävä.

3. Mistä syystä kosteusongelmia syntyy rakentamisen aikana?

Liian kireät aikataulut joissa ei olla huomioitu rakenteiden kuivumista. Huonosti sääsuojatut materiaalit nähdään yhtenä syynä. Huolimattomuus ja huonoa asennetta pidetään myös syynä kosteusongelmiin. Työntekijöiden tietämättömyyttä ja valvonnan puutetta pidettiin myös ongelmana.

4. Tekevätkö rakennusprojektin eri osapuolet yhteistyötä vai ollaanko eri maailmoissa? (rakennuttajat, suunnittelijat, valvojat, urakoitsijat)

Tästä aiheesta tuli molemmin puolisia vastauksia. Yhteistyötä tehdään, mutta työmäärien ja kiireisten aikataulujen takia tapahtuu informaatiokatkoksia. Osapuolien välillä esiintyy vastakkainasettelua.

5. Miten parantaisitte kosteudenhallintaa työmaalla?

Parempaa työmoraalia ja huolellisuutta haluttaisiin parantaa. Aikatuluksessa pitäisi ottaa kuivumisaikataulut huomioon ja suojauksesta huolehtimien. Ongelmiin johtavien syiden ymmärryksen lisäämistä. Tätä voitaisiin parantaa ongelmien esitellyllä ja niiden syiden analysoinnilla.

4.3.2 Rakennuttajat

1. Vaaditteko kosteudenhallinta suunnitelmaa urakoitsijalta? (Mitä vaaditte siinä?)

Kaikki rakennuttajat vaativat jonkinlaista kosteudenhallinta suunnitelmaa jo urakka-asiakirjoissa. Suunnitelmissa vaaditaan ainakin varastoinnin suunnistelu, suojauksen suunnittelu, kuivumisen seuranta ja vedenpoistosuunnitelma.

2. Kuinka tarkasti seuraatte kosteudenhallinnan noudattamista?

Seurantaan painotetaan työmaakokouksissa ja yleisessä valvonnassa omana kohtanaan. On valvonnan yksi tärkeimmistä seurattavista. Kosteudenhallinta suunnitelma on myös yhtenä ehtona maksuerätaulukon yhtenä kohtana.

3. Millaista ohjeistusta annatte suunnittelijoille kosteudenhallinnasta? (vaaditteko piirustuksiin kosteudenhallinta ohjeita?)

Suunnittelijoiden kanssa käydään kosteusasioita suunnittelun alkuvaiheessa, mutta normaaleissa kohteissa ei pakosti käydä ollenkaan kosteudenhallintaa työmaavaiheessa. Piirustuksissa voi olla erillisiä ohjeita kosteudenhallintaan.

4. Mistä syystä kosteusongelmia syntyy rakentamisen aikana?

Yleisimpänä syynä pidetään kiireisiä aikatauluja ja huolimattomuutta. Suojauksen pettäminen ja sen laiminlyöntiä pidetään yleisenä syynä. Suojauksen pettämisen

syynä voi olla äkillinen rankkasade esimerkiksi viikonloppuna. Työn aikana sattuvia vesivahinkoja pidettiin myös yleisenä ongelmana.

5. Millaisia kosteudenhallinnan laiminlyöntejä on tullut vastaan?

Suojauksessa olevat puutokset ja sen pettäminen ollut yleisiä ongelmia. Rakentamisen aikaisten vesiputkien liitoksien huonous tai työstä aiheutunut vesijohtojen hajoaminen. Myös kosteusmittauksien on tehty väärin tai jopa mittauskohdan lämmittäminen lämmittimillä, että saadaan pöytäkirjoihin oikea lukema ja voidaan aloittaa pinnoittaminen.

6. Tekevätkö rakennusprojektin eri osapuolet yhteistyötä vai ollaanko eri maailmoissa? (rakennuttajat, suunnittelijat, valvojat, urakoitsijat)

Yhteistyötä pitää parantaa, koska se on vieläkin vaihtelevaa, mutta parempaan suuntaan ollaan menossa. Isoissa urakoissa yhteistyö on jo hyvällä tasolla. Ongelmana tähän pidetään urakoiden pitkää ketjuttamista.

7. Miten parantaisitte kosteudenhallintaa työmaalla?

Sääsuojauksen parantamista vieläkin tarkemmaksi ja niiden kustannuksien ajattelemisen välttämättömyytenä eikä vain kuluna, josta pitää säästää. Myöskin aikatauluihin pitäisi lisätä varauksia, jotta mahdolliset korjaukset voitaisiin tehdä rauhassa. Myös avoimuutta osapuolten välillä halutaan lisätä ja näin ollen yhteistyötä parantaa. Myös jo tarjousasiakirjoihin halutaan lisätä sanktiot mahdollisista kosteudenhallinta laiminlyönneistä.

4.3.3 Vastaavat mestarit

1. Vaaditaanko tilaajan puolesta työmaille kosteudenhallinta suunnitelmaa? (Mitä siinä vaaditaan?)

Kosteudenhallinta suunnitelmaa vaaditaan yleensä työmailla. Siinä painotetaan betonin kuivumista, sen edistymisen mittausta ja mittausvälineitä, ja rakennuksen

suojausmenetelmiä, mutta harvemmin on mainintaa rakennusmateriaalien varastoinnista.

2. Kuinka tarkasti kosteudenhallintaa noudattamista valvotaan?

Valvonta ei vastauksien perusteella ole kovin tarkkaa ja painotus selvästi on rakenteiden kuivuuteen ennen pinnoittamista, että pinnoitusmateriaalit pysyvät kiinni.

3. Onko piirustuksissa kosteushallintaohjeita?

Tähän oli vastattu lyhyesti ei.

4. Mistä syystä kosteusongelmia syntyy rakentamisen aikana?

Kosteusongelmien syntyminen rakentamisen aikana nähtiin monena syynä. Suojauksia ei tehdä hyvin, lattiaita ei valeta tai sen sementtiliimaa ei poisteta tarpeeksi ajoissa tai vesikattoa ei saada tarpeeksi nopeasti vesitiiviiksi. Kireitä aikatauluja pidettiin yhtenä syypäänä kosteusongelmiin ja urakoinnin takia hinnat poljetaan mahdollisimman alas, jotta kate olisi mahdollisimman hyvä.

5. Onko rakentamisaikataulut liian tiukkoja kosteudenhallinnan kannalta? (miksei niitä yritetä pidentää ?)

Urakkakohteissa aikatauluja pidettiin yleensä liian tiukkoina. Niiden pidentämisen esteenä pidettiin sitä, että raha sanelee tahdin. Halutaan sijoitetut rahat mahdollisimman nopeasti takaisin tai käyttöön.

6. Tekevätkö rakennusprojektin eri osapuolet yhteistyötä vai ollaanko eri maailmoissa? (rakennuttajat, suunnittelijat, valvojat, urakoitsijat)

Yhteistyötä ei yleensä ole kauheasti, mutta poikkeuksia tietenkin on. Suunnitelmat ovat yleensä puutteellisia ja virheellisiä. Valvonta taas on useasti rakennuttajan rahapussin suojana eikä valvomassa, että rakennuksesta tulisi hyvä.

7. Miten parantaisitte kosteudenhallintaa työmaalla?

Molemmissa vastauksissa kävi ilmi, että yhteistyötä täytyisi parantaa eikä syytellä toista mahdollisista virheistä tai lisäkustannuksista. Oikeita rakenneratkaisuja painotettiin myös. Aikataulujen pidentämistä pidettiin myös tärkeänä parannuksena ja siinä ei pitäisi pihistellä.

5 POHDINTA

Kosteudenhallinta runkotyövaiheessa on parantanut 2000-luvun alusta, mutta vielä on paljon tehtävää. Kaikki työmaiden täysin kuiviksi saaminen ei ole mahdollista, mutta lähelle voidaan päästä. Erityisesti se, että rakentamisesta aiheutuneet kosteusongelmat saataisiin lähes olemattomaksi, on hyvinkin mahdollista.

Kosteudenhallinnan parantaminen vaatii osapuolten yhteistyön parantamista, joka kyselyn perusteella ei ole kovin hyvällä tasolla. Tämä onkin mielestäni tärkein kyselystä ilmi käyneistä epäkohdista. Yhteistyö on hyvin vaihtelevaa työmailla, jossain tehdään hyvin yhteistyötä koko rakennusprojektin ajan ja toisissa syytellään toisia, mutta työmaa on hyvin usein yksin ongelmien kanssa. Myös sorrutaan toisten syyttelyyn eikä ruveta ratkaisemaan ongelmia ja pohtimaan yhdessä, mistä ne johtuvat ja miten ne voitaisiin välttää jatkossa. Yhteistyön ongelmana pidetään jokaisen osapuolen kiireisyyttä ja urakoiden pitkää ketjutusta. Tästä syystä työmaa on yleensä se, joka saa syyt niskoilleen, jos työmaa venyy tai budjetti ylittyy. Tähän pitäisi jokaisen rakennusprojektin osapuolen panostaa omalta taholtaan. Tarvittaisiin asennemuutosta jokaiselta rakennusprojektin osapuolelta, että vastakkainasettelu loppuisi. Ongelmista täytyisi ruveta keskustelemaan ja suunnitteluun panostamaan. Erittäin tärkeää olisi, että jokainen hoitaisi oman osa-alueensa mahdollisimman hyvin.

Kosteudenhallintasuunnitelmaa vaaditaan urakoitsijoilta yleisesti ja kosteusmittauksia seurataan tarkkaan ennen pinnoittamisen aloittamista, mutta poikkeuksia puoleen ja toiseen on. Tämän noudattamisen valvontaan voitaisiin parantaa.

Yhtenä kosteusongelmien syynä pidetään huolimattonta työnjälkeä ja sitä pidetään yhtenä syynä kosteusongelmiin, mutta vahinkojakin sattuu työmailla eikä kaikki ole tahallaan huolimattomia. Tämäkin ongelman osasyllisenä ovat tiukat aikataulut ja hyvin tiukalle kiristetty budjetti. Näin ollen työmaalla ei ole joko aikaa tai kustannuksellisista syistä mennään sieltä mistä, aita on matalin.

Suojauksen pettäminen on myös yleinen syy, jota pidettiin kosteusongelmien syynä työmailla. Tämä on ongelma, kun työmaat pyörivät maanantaista perjantaihin ja viikonloppuna voi tulla vaikka millainen ukkosmyrsky, joka repii suojaukset. Työmaalla ei mahdollisesti ole aikataulussa varaa kuivattaa ja korjata syntyneitä vahinkoja. Toinen yleinen ongelma on materiaalien kastuminen varastointiaikana. Tämä johtuu välinpitämättömästä varastoinnista. Eristysvillat voivat seistä työmaalla pakkauksissaan maata vasten ilman mitään lisäsuojaa. Työmaalta saatujen tietojen perusteella rakennuttajat eivät vaadi kosteudenhallintasuunnitelmassa yleensä urakoitsijoilta materiaalien varastoinnin suunnitelmaa.

Aikataulut ovat yleisesti tiedetty ongelma. Kaikilla rakennusprojektin osapuolilla on kiire eikä näin ollen keritä tekemään asioita oikein, tai keskustelemaan asioista. Yhdessä kyselyn vastauksessa oli kiteytetty nykytilanne hyvin sanonnalla ”Ikinä ei ole aikaa tehdä keralla kunnolla mutta aina on aikaa korjata”. Vastauksissa kävi ilmi, että kuukaudenkin työmaa aikatauluun lisäämällä voisi korjata monta virhettä. Aikataulua voitaisiin hyvin pidentää eikä se maksaisi enempää kuin korjauskustannukset. Voitaisiin jopa päästä pienemmillä kustannuksilla. Myöskin aikatauluihin voitaisiin lisätä varauksia, jos jotain odottamatonta sattuu niin voidaan korjata mahdollinen ongelma tai antaa lisäaikaa kuivumiselle. Esimerkiksi syksyllä kuivuminen voi viedä kolme kertaa pidemmän ajan kuin esimerkiksi kesällä.

Työmaan valvontaa myös moitittiin vastauksissa ja sen pitäisi olla todella hyvällä tasolla, koska tilaaja on yleensä rakentamisesta tietämätön taho. Tämän takia hyvä valvoja on elinehto hyvälle lopputulokselle. Valvonta on hyvin vaihtelevaa, jotkut ovat työmaalla enemmän pistämässä kapuloita urakoitsijan rattaisiin kuin valvomassa, että tilaaja saisi ongelmattoman ja toimivan rakennuksen. On myös niitä, jotka reagoivat nopeasti ongelmiin ja tekevät yhteistyötä urakoitsijan kanssa. Myöskin kosteudenhallinnassa valvojia kiinnostaa yleensä vain mittauspöytäkirjat enemmän kuin työmaa itsessään. Tähän pitäisi saada pikaista parannusta ja asennemuutosta. Valvojan ei pitäisi olla työmaalla etsimässä vain virheitä vaan

toimimassa urakoitsijan kanssa yhteistyössä, jotta saadaan rakennus virheettömänä valmiiksi. Tietenkään valvoja ei voi tuhjata tilaajan rahoja turhaan, mutta pitäisi ottaa mahdollisesti tulevat korjauskustannukset huomioon eikä vain huomioida työmaan kustannuksia.

Työmaalla moititaan suunnitelmien laatua yleisesti. Suunnitelmia pidetään vajavaisina tai virheellisinä ja suunnittelijoiden näkemyksen puutetta käytännön toteutuksesta. Tämä olisi erityisen tärkeää, jotta rakennus valmistuisi ilman ongelmia, koska muutostöiden tekeminen virheellisten suunnitelmien takia on kallista. Kyselyssä painotettiin rakenteiden toimivuutta, jotta kosteudenhallinta onnistuisi. Väärin suunnitellut rakenteisiin pääse kosteus sisälle ja mahdollisesti se ei pääse sieltä kuivumaan pois. Tähänkin ongelmaan auttaisi yhteistyö ja ongelmista keskusteleminen.

Työmaan kosteusongelmat ovat todella monitahoisia eikä niistä voida syyttää vain yhtä osapuolta vaikka rakentava rakennusliike saakin yleisesti syyt niskoilleen. Jokaisen osapuolen pitää tehdä yhteistyötä työmailla ja lopettaa toisten syyttely. Mahdollisia ongelmia pitäisi käsitellä työmaan jälkeen yhdessä ja etsiä ongelmien syyt ja keksiä miten niiltä välttyttäisiin tulevaisuudessa. Suunnittelussa voitaisiin pyrkiä ohjeistamaan rakenteiden kosteudenhallinnassa ja suunniteluun pitää panostaa niin, että saadaan hyvät ja toimivat suunnitelmat työmaalle heti projektin alusta. Rakennuttajien pitäisi panostaa hyvään valvontaan ja valvonnan pitää varmistaa, että rakennus valmistuu ilman ongelmia vaikka se veisikin enemmän rahaa ja aikaa. Työmaalla pitää panostaa työnlaatuun ja huolehtia, että rakennus valmistuu määräyksien mukaan niin ettei siellä ole oikaistu mutkia.

LÄHTEET

Björkholz 1997. Lämpö ja kosteus, rakennusfysiikka. Helsinki, Rakennustieto oy.

Lainapeite 2014. Gibson Tower Viitattu 2.4.2014

<http://www.lainapeite.fi/tuotteet-ja-palvelut/tuotteet/saasuojat-ja-rakennustelineet/gibson-tower/>

Merikallio 2002. Rakennustyömaan kosteudenhallinta ja sen suunnittelu.

Rakentajan kalenteri 2002. s. 547-553. Helsinki, Rakennustieto Oy.

Toivari 2011. Olli-Pekka Toivari Kosteudenhallinnan ja sääsuojauksen taloudellisentarkastelu 2011 Diplomityö Tampereen Teknillinen Yliopisto.

RaMK 1998. C2 Kosteus määräykset ja ohjeet. Rakennustietosäätiö.

RIL 155 1984. Lämmön- ja kosteudeneristys. Helsinki, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.

RIL 250 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.

RT-10710 1999. Kosteus Rakennuksissa. Rakennustietosäätiö.

Salmi&Kemoff 1996. Home ja kosteusongelmat rakennuksessa. Kiinteistöalan Kustannus.

Siikanen 1996. Rakennusfysiikka, perusteet ja sovellukset. Helsinki, Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys 2008. Työmaan kosteudenhallinta. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmayhdistys ry.

<http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/korjausten-laadunvarmistus/tyomaan-kosteudenhallinta/>

Teriö,Palolahti&Koskenvesa 2012. Rakennustyömaan kosteudenhallinta ja sen suunnittelu s. 127 – 133. Rakentaja kalenteri 2012. Helsinki, Rakennustieto Oy.

Teriö, 2003. Betonivalmisosarakentamisen kosteudenhallinta, Tampere, Suomen betonitieto Oy.

Telinekatalja 2014, Varastohalli. Viitattu 2.4.2014

<http://www.telinekatalja.fi/palvelumyynti/tuotteet/saasuojat/varastohallit>

Telinekatalja 2014, Kh-sääsuoja. Viitattu 2.4.2014

<http://www.telinekatalja.fi/palvelumyynti/tuotteet/saasuojat/kh-saasuoja>

Turun Ammattikorkeakoulu 2014, Kosteusmittaukset. Viitattu 17.2.2014
<http://www.turkuamk.fi/fi/tutkimus-kehitys-ja-palvelut/palvelut/kosteusmittaus/>

Nimi	
Työtehtävä	
Yritys	
Vaaditteko kosteudenhallinta suunnitelmaa urakoitsijalta ? (Mitä vaaditte siinä ?)	
Kuinka tarkasti seuraatte kosteudenhallinnan noudattamista ?	
Millaista ohjeistusta annatte suunniteljoille kosteudenhallinnasta ? (vaaditteko piirustuksiin kosteudenhallinta ohjeita ?)	
Mistä syystä kosteusongelmia syntyy rakentamisen aikana ?	
Millaisia kosteudenhallinnan laiminlyöntejä on tullut vastaan ?	
Tekevätkö rakennusprojektin eri osapuolet yhteistyötä vai ollaanko erimaailmoissa ? (rakennuttajat, suunnittelijat, valvojat, urakoitsijat)	
Miten parantaisitte kosteudenhallintaa työmaalla ?	

Nimi	
Työtehtävä	
Yritys	
Vaaditaanko tilaajan puolesta työmaille kosteudenhallinta suunnitelmaa? (Mitä siinä vaaditaan?)	
Kuinka tarkasti kosteudenhallintaa noudattamista valvotaan?	
Onko piirustuksissa kosteushallinta ohjeita ?	
Mistä syystä kosteusongelmia syntyy rakentamisen aikana ?	
Onko rakentamisaikataulut liian tiukkoja kosteudenhallinnan kannalta ? (miksei niitä yritetä pidentämään?)	
Tekevätkö rakennusprojektin eri osapuolet yhteistyötä vai ollaanko erimaailmoissa ? (rakennuttajat, suunnittelijat, valvojat, urakoitsijat)	
Miten parantaisitte kosteudenhallintaa työmaalla ?	

Nimi	
Työtehtävä	
Yritys	
Antaako rakennuttajat kosteusteknisiä vaatimuksia ?	
Vaaditaanko piirustuksiin kosteudenhallinnan ohjeistusta ?	
Mistä syystä kosteusongelmia syntyy rakentamisen aikana ?	
Tekevätkö rakennusprojektin eri osapuolet yhteistyötä vai ollaanko erimaailmoissa ? (rakennuttajat, suunnittelijat, valvojat, urakoitsijat)	
Miten parantaisitte kosteudenhallintaa työmaalla ?	