

Tero Voutilainen

# Kerrostalotyömaan kosteudenhallinnan parantaminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Rakennustekniikka

Insinööriytyö

24.4.2013

Tekijä(t) Otsikko	Tero Voutilainen Kerrostalotyömaan kosteudenhallinnan parantaminen
Sivumäärä Aika	40 sivua + 2 liitettä 24.4.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennustuotantotekniikka
Ohjaaja(t)	työpäällikkö Mikko Vaittinen laboratorioinsinööri Matti Leppä
<p>Insinööriyön tavoitteena oli etsiä keinoja kerrostalotyömaiden kosteudenhallinnan tehostamiseksi. Työ rajattiin koskemaan betonirunkoisia asuinkerrostaloja. Tietoja kerättiin aihepiiriin liittyvästä kirjallisuudesta sekä haastattelemalla Skanskan takuutyöhenkilöä ja asuinkerrostalotyömaan vastaavaa työnjohtajaa.</p> <p>Tutkimusmateriaalin pohjalta työssä käsiteltiin kosteuden esiintymiseen ja siirtymiseen vaikuttavat ilmiöt sekä niiden vaikutusten aiheuttamat haitat rakennukselle. Lisäksi työssä perehdyttiin tyypillisiin rakennusosien kosteusteknisiin riskipaikkoihin, joissa ongelmia oli ilmennyt. Työssä kuvattiin myös kosteudenhallinnan työmaaprosessi sekä siihen liittyvät toimenpiteet suojauksen, mittauksien ja kuivatuksen periaatteista.</p> <p>Työn tarkoituksena oli saada tarkastuslistat jokaisesta rakennusosasta, jotta kosteus- ja vesivuotojen kannalta kriittisimmät paikat osattaisiin tarkastaa työmaatoteutuksen yhteydessä. Tarkastuslistojen on tarkoitus toimia työpäällikön palaverien seurantatyökaluina kriittisten kosteus- ja vesivuotopaikkojen oikein tekemisen varmentamisessa. Työn ohella oli tarkoitus perehtyä myös kosteudenhallintasuunnitelmaan sekä sen mahdolliseen kehittämiseen.</p> <p>Työssä käsiteltävien aiheiden pohjalta laadittiin kriittisten paikkojen tarkastuslista kuudesta rakennusosasta. Listat integroitiin osaksi kosteudenhallintasuunnitelmaa, joka päivitettiin vastaamaan paremmin työmaatoimihenkilöiden tarpeita. Lisäksi laadittiin ehdotus pakollisesta verkkokurssista, jossa kuvattaisiin kosteudenhallinta Skanskan toimintajärjestelmän mukaan.</p>	
Avainsanat	Kosteudenhallinta, suunnitelma, vesivuoto, kosteusvuoto

Author(s) Title	Tero Voutilainen Improvement of Humidity Control on an Apartment Block Site
Number of Pages Date	40 pages + 2 appendices 24 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Construction and Site Management
Instructor(s)	Mikko Vaittinen, Project Manager Matti Leppä, Laboratory Engineer
<p>The purpose of this thesis was to find ways to improve humidity management of construction sites. The study was limited to concrete-framed blocks of flats. The data was collected from professional literature on the subject, by interviewing Skanska's warranty work foreman and site foreman of the apartment block site.</p> <p>On the basis of the research data, the study considered the phenomena affecting the occurrence and transition of moisture and their harmful impact to the building. The study also examined the typical technical risk locations of the building blocks where problems had occurred. The procedure of humidity management on site was also studied, as well as related security measures, measurements and the drying principles.</p> <p>The purpose of this study was to create checklists of each part of the building, so that the most critical places concerning moisture and water leaks could be checked during the construction. Checklists are to work as follow-up tools in the project manager meetings, to certify that the critical humidity and water leakage points are done correctly. Beside this study, the purpose was to examine the humidity management plan, as well as its development possibilities.</p> <p>Based on the subjects of this study, a critical point checklist was made for six building blocks. Lists were integrated into the humidity control plan, which was updated to correspond better, with the needs of the site foremen. A proposal for mandatory online course, describing moisture management according to Skanska's operating system, was also drafted based on this study.</p>	
Keywords	Humidity control, plan, waterleak, moistureleak

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kosteudenhallintaa ohjaavat viranomaismääräykset	2
3	Kosteuden esiintyminen työmaalla	3
3.1	Ulkoiset kosteuslähteet	3
3.2	Sisäiset kosteuslähteet	4
4	Kosteusvaurion syntymekanismi	5
5	Kosteuden kertyminen rakenteisiin	5
5.1	Rakennuskosteus	6
5.2	Vesihöyryn konvektio ja diffuusio	6
5.3	Kapillaarivirtaus	7
5.4	Siirtyminen tuulenpaineen ja painovoiman vaikutuksesta	7
5.5	Tiivistyminen eli kondenssi	8
6	Kosteusvaurioiden vaikutukset rakennuksiin	8
6.1	Fysikaaliset ja kemialliset haitat	8
6.2	Biologiset ja esteettiset haitat	9
7	Kosteusvaurioiden estäminen	9
8	Takuutyöt	11
9	Rakenteiden kosteustekniset riskipaikat	13
9.1	Maa- ja pohjarakenteet	13
9.2	Alapohjarakenteet ja kellarit	14
9.2.1	Kellarin seinät	14
9.2.2	Maanvastainen alapohja	15
9.2.3	Tuulettuva alapohja	16

9.3	Ulkoseinärakenteet	17
9.3.1	Ulkoseinien suojapellitykset	17
9.3.2	Betonisandwich-ulkoseinä	19
9.3.3	Muuratut ja puiset verhoukset	20
9.4	Välipohjarakenteet	21
9.5	Yläpohja- ja vesikattorakenteet	22
9.6	Märkätilarakenteet	26
10	Kosteudenhallintaan liittyvät mittaukset	27
10.1	Kosteusmittaus	28
10.2	Tiiviysmittaus ja lämpökuvaus	29
11	Rakentamisaikainen kuivatus ja suojaus	30
12	Rakentamisvaiheen kosteudenhallinta	32
12.1	Rakentamisvaiheen kosteudenhallinta Skanskassa	33
13	Rakentamisvaiheen kosteudenhallinnan tehostaminen	34
13.1	Kosteudenhallinnan verkkokurssi	35
13.2	Kosteudenhallintasuunnitelman päivitys	36
13.3	Integroidut tarkastuslistat	37
14	Yhteenveto ja johtopäätökset	38
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Vanha kosteudenhallintasuunnitelma	
	Liite 2. Uusi kosteudenhallintasuunnitelma	

## 1 Johdanto

Tämä insinööri työ tehdään Skanska Talonrakennus Oy:n Etelä-Suomen asuntorakentamisyksikölle. Skanska Talonrakennus Oy on yksi Suomen suurimmista asunto-, toimisto- ja tuotantotilojen sekä infrastruktuurin rakentajista ja projektikehittäjistä. Skanska Talonrakennuksen osaaminen kattaa rakennusten ja rakenteiden koko elinkaaren ja ulottuu kehittämisestä, suunnittelusta ja toteutuksesta käytön aikaiseen ylläpitoon. [1.]

Kosteudenhallinta asuntorakentamisessa on ollut viimeaikoina näkyvästi esillä eri medioissa. Kosteudenhallinnan tärkeyteen on alettu kiinnittämään enemmän huomiota kaikkien rakennushankkeen osapuolien toimesta. Kosteus- ja vesivuoto-ongelmien vaatimat voimavarat Skanska Talonrakennus Oy:n takuuajan resursseista ovat merkittäviä ja niiden poistamiseksi on tehty paljon töitä.

Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa kosteudenhallinnan tarkastuslistat rakennusosista. Tarkastuslistojen on tarkoitus toimia työpäällikön työmaapalaverien seurantatyökaluina kriittisten kosteus- ja vesivuotopaikkojen oikein tekemisen varmentamisessa. Työssä etsitään myös kehitysehdotuksia asuinkerrostalojen kosteudenhallinnan tehostamiseksi. Työssä tutkitaan kosteudenhallinnan periaatteita pääasiassa teoreettisesta näkökulmasta. Lisäksi Skanskan takuutöissä ilmenneiden kosteus- ja vesivuototapausten pohjalta kartoitetaan ongelmat, joihin kehitysratkaisuja etsitään.

Työ rajataan koskemaan betonielementtirunkoisia asuinkerrostaloja. Työssä ei käydä läpi kaikkia elementtirunkojen mahdollistamia variaatioita, vaan pyritään keskittymään yleispäteviin asioihin tavanomaisten rakennedetaljien pohjalta.

## 2 Kosteudenhallintaa ohjaavat viranomaismääräykset

Rakentamisen ja suunnittelun ohjenuorana on Suomen rakentamismääräyskokoelma. Kokoelmassa on esitetty täydentäviä määräyksiä Suomen maankäyttö- ja rakennuslakiin sekä maankäyttö- ja rakennusasetukseen. Lisäksi Rakentamismääräyskokoelmassa annetaan ohjeita ratkaisusta, jotka täyttävät rakentamiselle asetetut vaatimukset. Määräyskokoelma koostuu seitsemästä osasta ja sitä ylläpidetään ympäristöministeriön toimesta.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa C2 käsittelee kosteutta rakentamisessa. Tässä osassa on annettu määräyksiä ja ohjeita kosteudesta aiheutuvien vaurioiden ja haittojen välttämiseksi. Osassa C2 on esitetty kosteudenhallinnan keskeinen vaatimus seuraavasti:

"Rakennus on suunniteltava ja rakennettava 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." [2, s.10.]

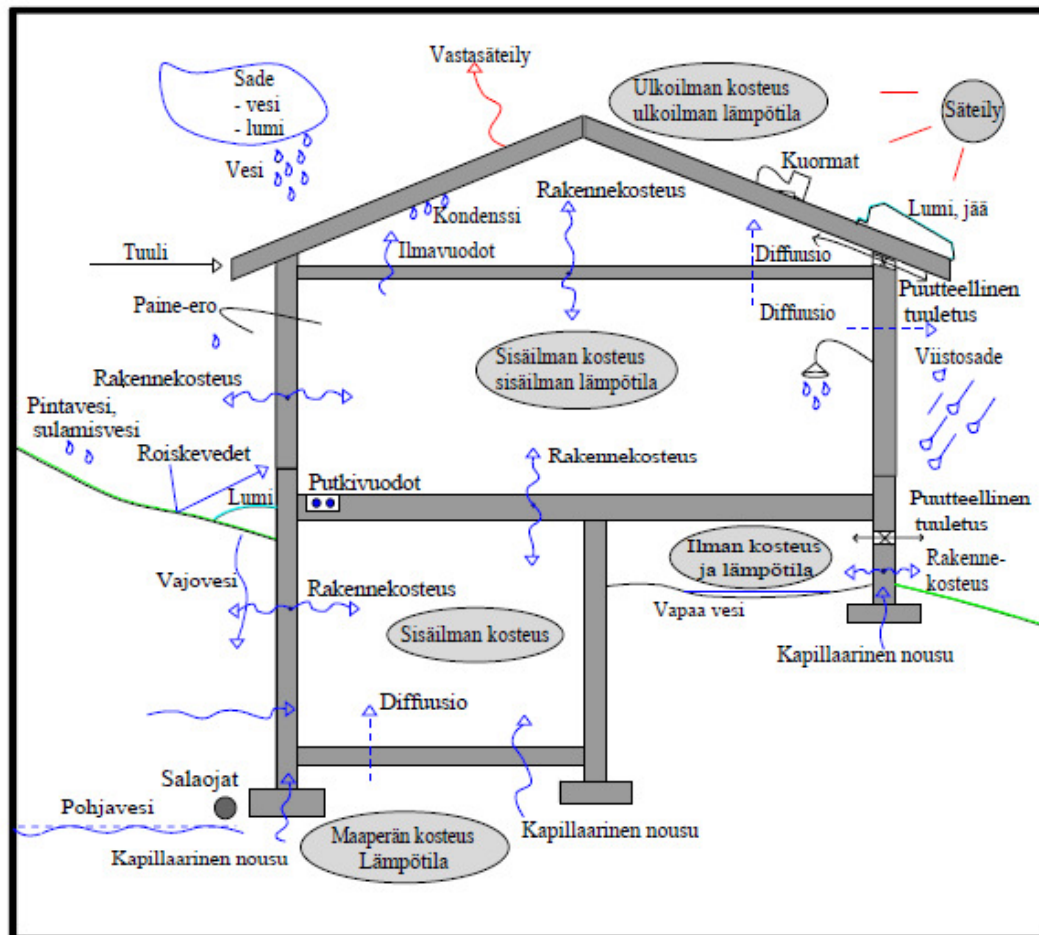
Keskeisen vaatimuksen täytyminen asuinrakentamisessa edellyttää, että rakennusten suunnittelussa ja rakentamisessa noudatetaan Suomen rakentamismääräyskokoelman C2 osassa esitettyjä määräyksiä [2, s.10].

Rakentamismääräyskokoelman osan C2 kohdan 1.4.12 määräyksessä edellytetään, että työnjohdon on varmistettava työn tekijöiden perehtyneisyys suunnitelmiin. Perehtyneisyydellä tarkoitetaan sitä, että työn suorittaja ymmärtää suunnitelmissa olevat ratkaisut ja oikean tavan toteuttaa ne. Lisäksi työnjohdon on määräyksen mukaan suoritettava valvontaa työvaiheittain sekä merkittävät tarkastukset työmaan tarkastusasiakirjaan. Tällä estetään se, ettei rakenteen suunnitelman mukainen toimivuus esty työviriheiden takia. [2, s.16.]

Muita rakentamisen kosteudenhallintaan liittyviä lakeja ja määräyksiä ovat terveydensuojelulaki, työterveyslaki, ympäristönsuojelulaki sekä asunto-osakeyhtiölaki. Ministeriöillä on lisäksi ohjeita ja oppaita kuten asumisterveysohje ja rakentamismääräyskokoelman soveltamisohjeisto. [3, s. 231-235.]

### 3 Kosteuden esiintyminen työmaalla

Rakennukset ovat alttiina monille kosteuslähteille. Rakennuksen rakenteisiin kertyvän kosteuden lähteet voidaan jakaa kahteen pääryhmään, ulkoisiin ja sisäisiin kosteuslähteisiin. [4, s. 21.]



Kuva 1. Rakennuksen kosteuslähteet. [4, s. 21.]

#### 3.1 Ulkoiset kosteuslähteet

Ulkoiisiin kosteuslähteisiin vaikuttaa pääosin rakennuspaikan kosteusolosuhteet. Rakentamisaikaisia kosteusolosuhteita voidaan arvioida perehtymällä paikallisiin olosuhteisiin ja näiden perusteella voidaan kohdentaa menettelyjä työmaan kosteusohjaukseen. [9.]



Ulkoisia kosteuslähteitä ovat muun muassa

- sade sekä tuulen kuljettama lumi ja vesi
- lumesta ja jäästä aiheutuvat sulamisvedet
- pinta- ja hulevedet
- maaperän kosteus
- pohjavesi
- ulkoilman kosteus. [3, s. 63.]

### 3.2 Sisäiset kosteuslähteet

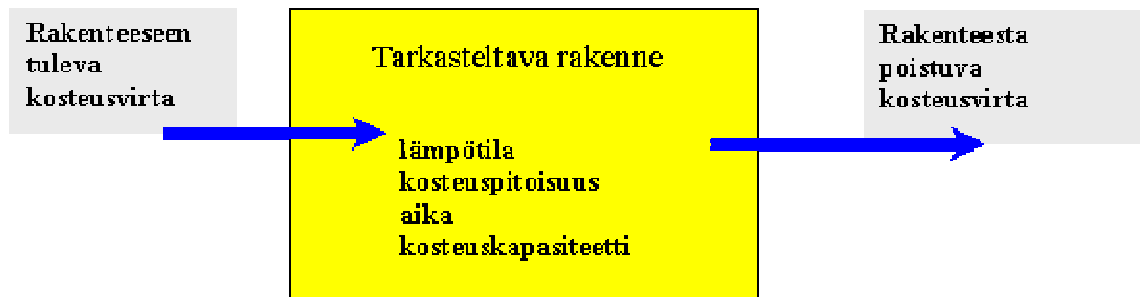
Sisäisiin kosteuslähteisiin vaikuttaa pääosin rakennuksen käyttäjistä aiheutunut kosteusrasitus ja talotekniikasta aiheutuvat kosteus- ja vesivuodot sekä rakenteisiin sitoutunut kosteus. Työmaan kosteudenhallinnassa voidaan vaikuttaa merkittävästi rakenteisiin sitoutuneen kosteuden määrään sekä käyttäjistä aiheutuvien kosteusrasitusten käytönaikaiseen hallintaan. [9.]

Sisäisiä kosteuslähteitä ovat muun muassa

- sisäilman kosteus
- roiskevesi sisätiloissa
- talotekniikan ja taloteknisten laitteiden vuodot
- rakenteisiin rakennusaikana sitoutunut kosteus
- painesuhteiden vaikutukset. [3, s. 63.]

## 4 Kosteusvaurion syntymekanismi

Kosteusvaurioitumisen yleisperiaatteena on, että rakenteisiin pääsee enemmän vettä kuin sieltä poistuu. Tällöin rakenteen kosteuspitoisuus nousee ja vaurioita alkaa syntyä. Vaurioiden syntynopeuteen vaikuttaa rakenteen kosteudensietokyky. Mikäli rakenteen kosteudensietokyky on heikko, alkaa vaurioituminen nopeammin ja taas mikäli sietokyky on vahva, voi vaurioitumiseen kulua kauemmin aikaa, koska rakenteen kosteuspitoisuus nousee hitaammin. Rakenteisiin pääsevän - ja poistuvan veden määrään vaikuttaa ulkoiset ja sisäiset kosteuslähteet, näiden ympärillä vallitsevat olosuhteet sekä fysiikaaliset ilmiöt. Kosteuden kertymistapojen ymmärtäminen edellyttää hyvää rakennusfysiikan tuntemista. [5.]



Kuva 2. Rakenteiden kosteusvaurioitumisen yleisperiaate [5.]

## 5 Kosteuden kertyminen rakenteisiin

Kosteus kulkeutuu rakenteisiin erilaisilla tavoilla. Nämä tavat on hyvä tiedostaa, jotta rakennusaikana pystytään vaikuttamaan rakenteissa olevan kosteuden määrään. Rakennusfysiikan tuntemus auttaa ymmärtämään veden ja kosteuden liikkeitä kuvaavia ilmiöitä. Yleisimpiä kosteuden siirtymis- ja esiintymistapoja ovat

- rakennuskosteus
- vesihöyryn konvektio ja diffuusio
- kapillaarivirtaus
- siirtyminen tuulenpaineen ja painovoiman vaikutuksesta
- tiivistyminen eli kondenssi. [7.]

## 5.1 Rakennuskosteus

Rakennuskosteus on rakenteessa olevaa kosteutta, joka on sitoutuneena materiaaleihin. Rakennuskosteus tulee saada pois rakenteesta, koska sen voidaan katsoa olevan käytönaikaisen tasapainokosteuden ylittävää kosteutta. Lähes kaikki rakennusmateriaalit ovat hygroskooppisia, mikä yksinkertaisesti tarkoittaa sitä, että ne pyrkivät tasapainokosteuteen ympäröivän ilman kanssa. Kosteus pääsee näin ollen sitoutumaan ja haihtumaan olosuhteista riippuen hygroskooppisissa materiaaleissa rakennusvaiheen aikana tai sitä ennen materiaalien valmistus- ja varastointiprosesseissa. Kosteus voi myös siirtyä hygroskooppisten materiaalien välillä, mikäli ne ovat kosketuksissa keskenään. Kosteuden siirtymistä materiaalien välillä voi tapahtua, vaikka materiaalit olisivat tasapainokosteudessa ympäristön kanssa. Tähän vaikuttaa materiaalien huokosrakenne. [3, s. 68; 10, s. 51-52.]

## 5.2 Vesihöyryn konvektio ja diffuusio

Vesihöyryn konvektiolla tarkoitetaan kaasuseoksen sisältämän vesihöyryn siirtymistä paine-erojen vaikutuksesta. Käytännössä vesihöyryä siirtyy ilman mukana rakenteisiin, kun ilmanpaine-erot ovat erilaiset rakenteen eri puolilla. Ilmanpaine-erot rakenteen eri puolille aiheutuvat yleensä tuulesta, lämpötilaeroista sekä ilmanvaihtojärjestelmästä. Vesihöyryn konvektiosta tulee merkityksellinen, kun rakenteessa on rakoja tai epätiiviyttä kohtia. Näin ollen rakenteiden toteutuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota mahdollisiin työvirheisiin ja suunnitelmapuutteisiin. Rakennustyön aikana, kun rakenteet eivät vielä ole tiiviitä, voi rakennuksen sisäilman vesihöyrynpitoisuus nousta hyvinkin korkeaksi ja tällöin vesihöyryn konvektio pääsee virtaamaan rakenteisiin, jolloin rakenteiden rakennuskosteuspitoisuus kasvaa. [10, s. 57-58.]

Vesihöyryn diffuusio kuvaa vesihöyrymolekyylien liikettä rakenteen kerrosten läpi. Eri materiaaleilla on erilainen vesihöyrynvastus. Tästä johtuen rakenteen eri puolilla vallitsee erisuuruinen vesihöyryn osapaine, joka pyrkii tasaantumaan. Seurauksena tasaantumisesta on, että vesihöyry pääsee tunkeutumaan rakennekerrosten läpi. Diffuusion suunnaksi katsotaan yleensä sisätiloista ulkotiloihin. Tämä johtuu siitä, että sisäilmassa on enemmän kosteutta kuin ulkoilmassa. Alapohjarakenteissa tilanne kuitenkin voi olla päinvastainen, koska alapohjien ilmankosteus voi olla hyvinkin korkea. [7; 10, s. 55-56.]

### 5.3 Kapillaarivirtaus

Kapillaarivirtauksia syntyy, kun huokoisessa aineessa on veden pintajännitysvoimien aiheuttamia paikallisia paine-eroja. Paine-eroista johtuvan huokosalipaineen ansiosta vesi pääsee liikkumaan materiaalissa kapillaarisesti kaikkiin suuntiin. Kapillaarinen veden virtaus katkeaa, kun saavutetaan kosteustasapaino huokosalipaineen ja maan vetovoiman välille. Tämä tilanne on tyypillinen maanvastaisissa rakenteissa, joissa käytetään salaojasorakerrosta. Seinärakenteissa kapillaarisuus on ongelmallisempi, koska kapillaarisesti siirtyvän kosteuden ja seinärakenteesta haihtuvan kosteuden välillä vallitsee dynaaminen tasapainotilanne. Tällöin oikeissa olosuhteissa kosteuden liikettä voidaan kuvata niin, että kosteutta alaspäin vetävä painovoima ja kosteutta ylöspäin työntävä kapillaarisuus ovat yhtä suuret, jolloin kosteus pysyy paikallaan. Dynaaminen tilanne on seurausta ilman suhteellisesta kosteudesta. Materiaalista ei voi haihtua kosteutta ilmaan mikäli ilman suhteellinen kosteus on 100%. Näin ollen kosteuden kapillaarinen siirtyminen seinässä jatkuu. [7; 10, s. 53-54.]

### 5.4 Siirtyminen tuulenpaineen ja painovoiman vaikutuksesta

Vesi siirtyy vaak- ja pystypinnoilla tuulenpaineen vaikutuksesta. Siirtymiseen vaikuttaa tuulen voimakkuus ja suunta. Vesi voi päästä tunkeutumaan sitä siirtävän voiman vaikutuksesta rakenteen sisään. Tuuli voi siirtää vettä myös pystysuunnassa seinämäisiä rakenteita pitkin. Näin ollen pintarakenteet on tehtävä huolellisesti, jolloin veden tunkeutuminen rakenteeseen estyy. [10, s. 40-41.]

Veden siirtyminen niin painovoimaisesti kuin tuulenpaineen vaikutuksesta on tavannaista. Rakennukset tulisi suunnitella ja rakentaa niin, että painovoimaista veden siirtymistä käytetään hyväksi vesien poisjohtamiselle. Esimerkkinä näistä ovat kallistukset, vesikourut ja salaojat. Veden painovoimainen liike on spontaania ja voidaan helposti havainnoida. Ongelmana on veden patoutuminen väärin paikkoihin sekä mahdolliset vuotokohtat rakenteissa. [10, s. 40-41.]

## 5.5 Tiivistyminen eli kondenssi

Kosteuden tiivistyminen eli kondenssi on prosessi, jossa kaasumainen aine tiivistyy nesteeksi. Kondenssia tapahtuu, mikäli kostea ilma joutuu kosketuksiin pinnan tai huokosseinämän kanssa, jonka lämpötila alittaa ilman kastepistelämpötilan. Tällöin pinnalle tai huokosseinämään pääsee tiivistymään kosteutta. Tästä hyvä esimerkki on peltikate. Yläpohjan lämmin ilmavirta kohtaa vesikatteenä olevan pellin alapinnan, joka on talvella kylmä. Kosteus tiivistyy tällöin pellin alapintaan ja mahdollisesti jäätyy. Ilman lämmitessä jää sulaa, jolloin se tippuu vetenä yläpohjarakenteisiin.

## 6 Kosteusvaurioiden vaikutukset rakennuksiin

Muuttuvissa olosuhteissa rakennuksen rakenteisiin päässyt vesi ja kosteus aiheuttavat erilaisia fysikaalisia, kemiallisia, biologisia ja esteettisiä haittoja rakennukselle ja sen käyttäjille [5, s. 31].

### 6.1 Fysikaaliset ja kemialliset haitat

Kosteuden aiheuttamia fysikaalisia vaikutuksia on monia. Yleisin ja ongelmallisin on rakenteen sisäiset pakkasvauriot. Pakkasvaurioita syntyy, kun rakenteessa olevan veden tilavuus muuttuu jäätyessä ja aiheuttaa rakenteessa muodonmuutoksia. Betonirakenteissa pakkasvauriot ovat yleisiä. Muodonmuutoksia syntyy myös materiaaleista tapahtuvalla kuivumisella. Kuivumisesta hyvä esimerkki on puu. Hygrooskooppisena materiaalina puu sitoo kosteutta rakennusaikana, kun se on kostealle ulkoilmalle alttiina. Stabiileissa olosuhteissa puun tasapainokosteus kuitenkin alenee, minkä seurauksena puu alkaa kutistua. [5, s. 29-30.]

Kosteudella on myös huomattava merkitys rakenteiden lämmöneristykseen. Materiaalit menettävät lämmöneristyskykyään niiden kosteuspitoisuuden kasvaessa. Kosteus aiheuttaa materiaalien lämmönvastuskyvyn heikkenemistä. [5, s. 30.]

Rakennuksiin kohdistuvat kemialliset haitat liittyvät lähinnä rakennuksessa käytettyjen materiaalien ja tarvikkeiden ennenaikaiseen hajoamiseen. Yleisesti kosteudella on vai-

kutus kemiallisten reaktioiden määrään ja nopeuteen. Lisäksi kosteus voi aiheuttaa aineiden huuhtoutumista ja siirtymistä. [5, s. 31.]

Kosteus vaikuttaa materiaalien ja tarvikkeiden kestävyysominaisuuksillaan elektrolyyttinä metallien sähkökemiallisessa korroosiossa. Metallin pinnalle härmistynyt vesikalvo riittää toimimaan elektrolyyttinä ja aloittamaan korroosion. [5, s. 31.]

Kosteudella ja vedellä voi olla myös kiihdyttävä vaikutus eri aineiden vanhenemiseen. Kosteuden ja veden liikkuminen voi vaikuttaa aineisiin liuottavasti. Tällöin veden liuottamat aineen ainesosat ja epäpuhtaudet kulkeutuvat rakenteessa veden mukana. Epäpuhtauksilla voi tällöin olla syövyttäviä vaikutuksia eri materiaaleihin. [5, s. 31.]

## 6.2 Biologiset ja esteettiset haitat

Rakenteisiin kertynyt liiallinen kosteus luo edellytykset mikrobien kasvuun. Mikrobit vaurioittavat rakennuksen rakenteita. Materiaalien sietokyvyn ylittävät pitkäaikaiset kosteusrasitukset johtavat yleensä laho- ja homevaurioihin. Suuri osa sisäilmaongelmista liittyy myös mikrobeihin ja niiden pääsyyn rakenteista huoneilmaan. Ihmisten altistuminen mikrobeille on terveydelle vaarallista. [6.]

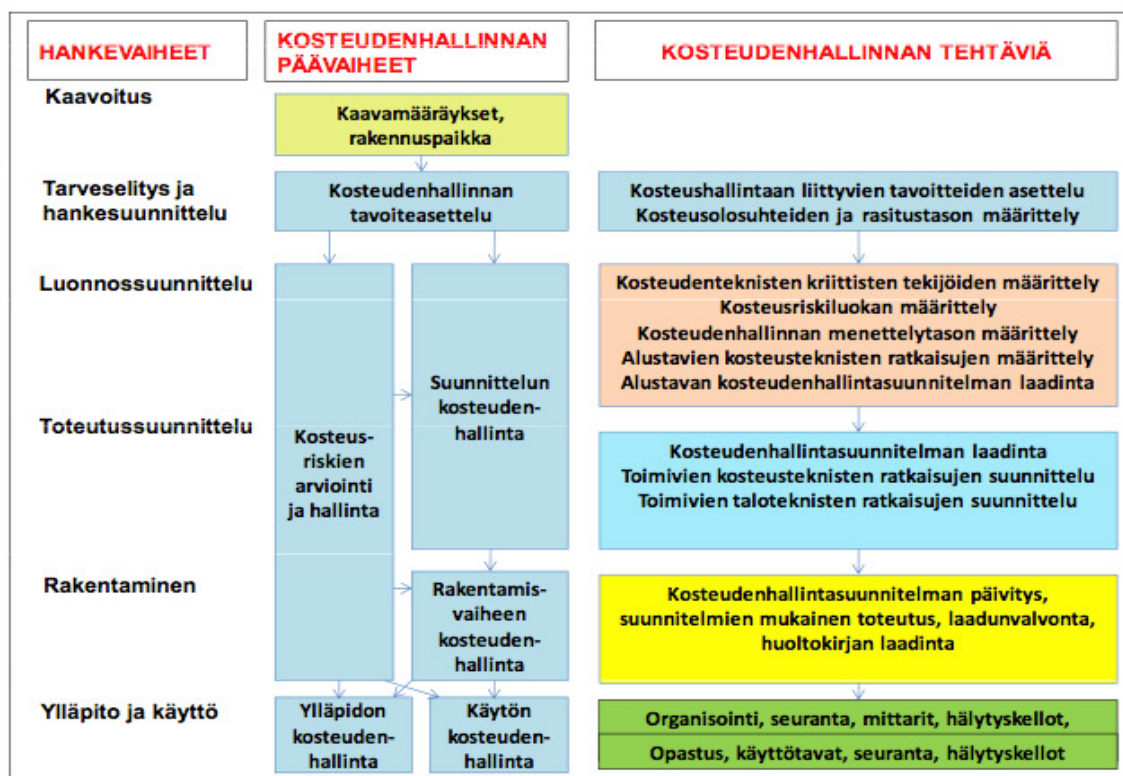
Kosteuden muodostamia esteettisiä haittoja ovat lähinnä vaikutukset rakenteiden ulkonäköön. Kosteus aiheuttaa rakenteiden pintojen likaantumista ja värimuutoksia. Värimuutoksia voivat olla esimerkiksi haalistuminen tai tummuminen. Lisäksi biologisten haittojen myötä voi rakennuksessa ilmetä erilaisia hajuhaittoja. Nämä vaikuttavat oleellisesti rakennuksen julkikuvaan ja asumisviihtyvyyteen. [5, s. 31.]

## 7 Kosteusvaurioiden estäminen

Kosteusvaurioiden ehkäisemiseen ei ole olemassa yleispätevää neuvoa vaan kosteusteknisesti toimivan rakennuksen toteuttaminen pitää tehdä tietoisesti. Näin ollen kosteusvaurioiden ehkäiseminen tulee olla kaikkien hankkeen parissa työskentelevien yhteinen tavoite. Kosteusvaurioiden kitkeminen uudistuotannossa on katkeamaton laadunhallintaprosessi, jonka avulla kontrolloidaan rakennuksen kosteusteknistä suunnittelua sekä minimoidaan rakenteisiin kohdistuvat kosteuskuormat. Tämän vuoksi kosteuden-

hallinnan tavoitteet täytyy olla yhtäläillä osana toteutettavan hankkeen tavoiteasettelua kuin esimerkiksi ympäristötavoitteet. Prosessi alkaa jo ennen suunnitteluvaihetta rakennuttajan laadunmääritteistä ja kestää koko rakennuksen teknisen käyttöiän loppuun asti. Kosteudenhallintaprosessi on jokaisessa hankkeessa yksilöllinen, joten kosteudenhallintaan liittyvät tavoitteet ja ratkaisut sekä toimenpiteet pitää harkita tapauskohtaisesti. Näillä kohdekohtaisilla menettelyillä voidaan varmistua siitä, että käytössä tulee olemaan kosteusteknisesti asianmukainen ja oikein toimiva rakennus koko sen suunnitellun teknisen käyttöiän ajan. [3, s.19.]

Rakennustyönaikaisilla toimenpiteillä voidaan vaikuttaa lopputuotteen kosteustekniikkaan merkittävästi. Työmaalla tarkkaan laadittu kosteudenhallintasuunnitelma ja sen orjallinen noudattaminen luovat hyvät edellytykset rakennusvaiheen kosteudenhallinnan onnistumiselle. [3, s. 11.]

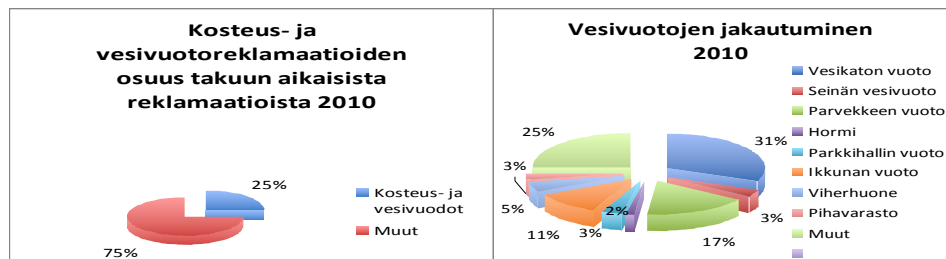


Kuva 3. Kosteudenhallintaan liittyvät päävaiheet ja tehtävät hankkeen vaiheissa. [3, s. 21.]

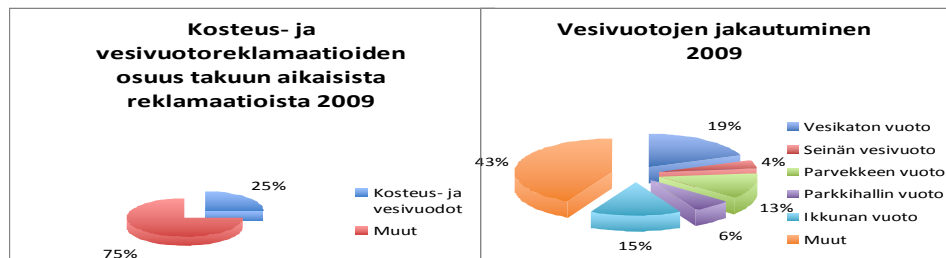
## 8 Takuutyöt

Skanskassa on tapana dokumentoida sekä analysoida takuunaikaisia reklamaatioita. Vuosien 2007 – 2010 takuutyöhistoriasta käy ilmi, että rakentamisen volyyymistä riippumatta keskimäärin noin 25 prosenttia kaikista takuunaikaisista reklamaatioista koostuu kosteus- ja vesivuodoista. Suurta heittoa vuosien välillä ei ollut havaittavissa. Kosteus- ja vesivuotojen voidaan katsoa olevan systemaattinen ja perustavaa laatua oleva ongelma, joka tulee ratkaista, jotta vältetään ylimääräisiltä lisäkustannuksilta. [12.]

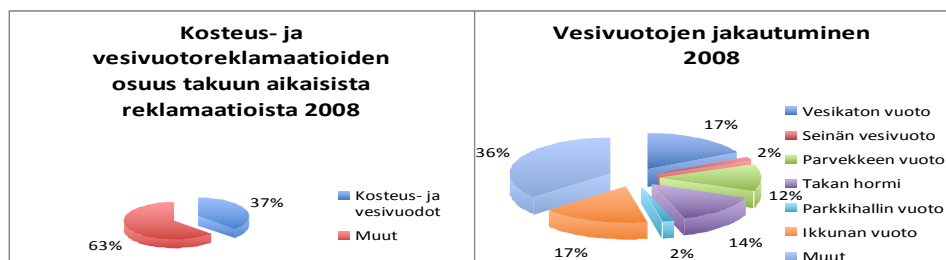
Taulukko 1. Kosteus- ja vesivuotoreklamaatiot ja niiden jakautuminen 2010. [12.]



Taulukko 2. Kosteus- ja vesivuotoreklamaatiot ja niiden jakautuminen 2009. [12.]

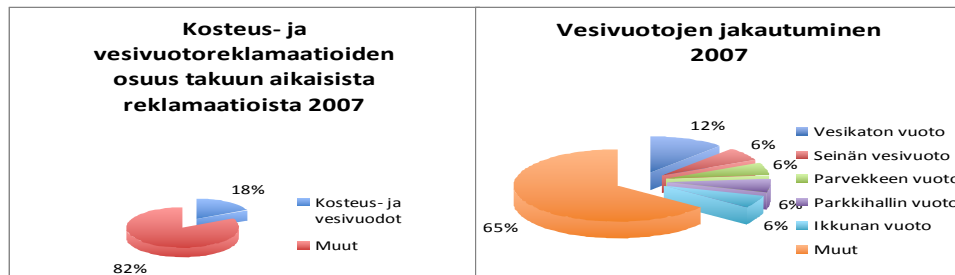


Taulukko 3. Kosteus- ja vesivuotoreklamaatiot ja niiden jakautuminen 2008. [12.]





Taulukko 4. Kosteus- ja vesivuotoreklamaatiot ja niiden jakautuminen 2007. [12.]



Vuotojen jakautuminen osoittaa, että suurin yksittäinen ongelmakohta on vesikatot. Muina selkeästi erottuvina osa-alueina voidaan havaita ikkunoiden sekä parvekkeiden vesivuodot. Vuotojen jakautumisesta selviää se, mistä reklamaatio on kirjattu. Esimerkiksi asukas on tehnyt reklamaation ikkunan vesivuodosta. Vesi on kuitenkin saattanut kulkeutua seinärakenteessa ja päässyt tunkeutumaan esille ikkunasta. Tällöin reklamaatio on kertonut vesivuodon seurauksen, mutta ei syytä. Syiden selvittäminen vastaavanlaisissa tilanteissa on hankalaa ja vaatii paljon resursseja. [12.]

Kosteus- ja vesivuotojen syitä on jouduttu tutkimaan takuutöiden aikana. Suurimmat kosteusongelmien syntyyn vaikuttaneet virheet on tehty rakennusaikana. Rakennusaikana tapahtuviin virheisiin on vaikuttanut osiltaan työvirheet, valvonnan puute ja yleinen epätietoisuus. Näihin asioihin paneutumalla voidaan supistaa kosteus- ja vesivuotoreklamaatioiden määrää. Tällöin resurssien tarve vähenee ja voidaan luoda merkittäviä säästöjä. [12.]

Takuutöiden työnjohtajan haastatteluista selvisi, että systemaattisia reklamaation aiheuttaneita virheitä olivat rakennusten suojapellitykset sekä vedeneristeiden asentaminen. Asioihin perehtyminen on ollut riittämätöntä. Sekarakenteita sisältävissä kohteissa on myös ilmennyt ongelmia. Varsinkin tiivistyksissä kuten saumauksissa sekä aluskatteiden läpivienneissä ei ole osattu menetellä oikein. Lisäksi on ilmennyt talotekniikan kondenssiongelmiä tuulettuvissa yläpohjarakenteissa. [11.]

Haastattelun pohjalta voitiin päätellä, että kosteusteknisesti kriittisiä kohtia ei tunneta. Rakennuksen jokaisessa rakennusosassa on kosteuden kannalta paikkoja, joiden yksityiskohtien toteutuksena täytyy olla tarkkana. [11.]

## 9 Rakenteiden kosteustekniset riskipaikat

Työvirheiden välttämiseksi on tunnettava kosteustekniset riskipaikat rakennusosittain. Työnjohdon ja työntekijöiden perehtyneisyys rakennusosien riskipaikkoihin on avainasemassa kosteusteknisesti toimivan rakennusosan rakentamisessa. Edellä kuvatut asiat ovat yleispäteviä neuvoja ja niiden tarkoitus on toimia herätyskellona. Silloin, kun riskipaikat tiedetään, osataan niihin myös varautua. Tämä helpottaa hankkeen kosteudenhallintasuunnitelman laadintaa, kun tunnistetaan rakenteisiin liittyviä riskejä. [3, s.189.]

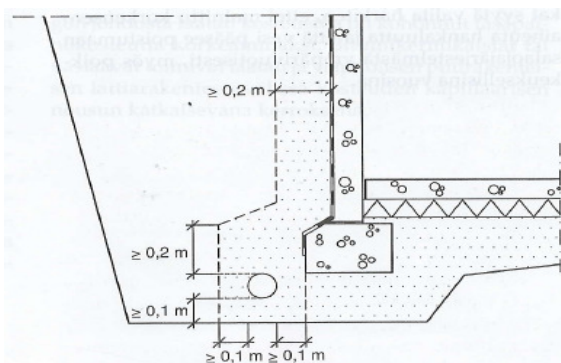
### 9.1 Maa- ja pohjarakenteet

Maa- ja pohjarakenteiden kannalta merkittävimmät kosteuslähteet ovat pintavedet rakennuksen ympärillä sekä maaperän kosteus. Oikeilla toimenpiteillä voidaan varmistua siitä, että maanpinnalla tai maaperässä oleva kosteus ei siirry rakenteisiin eikä rakenteiden kosteudensietokyvyn kapasiteetti ylitä. Pohjaveden korkeus rakennuspaikalla on avainasemassa suunniteltaessa maapohjan kuivanapitämistä. [2, s. 18.]

Perustusrakenteiden kosteusrasituksia voidaan vähentää käyttämällä hyödyksi veden painovoimaista liikettä. Pintavedet voidaan ohjata valumaan pois rakennuksen vierestä. Tämä tapahtuu muotoilemalla maanpintaa rakennuksesta pois viettäväksi. Nyrkkisääntönä on, että kallistus on 1:20 vähintään kolmen metrin matkalla sokkelista. Mikäli rakennus sijaitsee rinteessä, tulee huolehtia siitä, että yläpuolelta tulevat pintavedet ohjautuvat rakennuksen ohi aiheuttamatta kuitenkaan haittaa naapureille. Rinteestä tuleva vesi voidaan ohjata rakennuksen ohi niskaojalla ja tarvittaessa vastakallistuksella. Niskaoja ei kuitenkaan saa olla kolmea metriä lähempänä rakennusta. Sade ja sulamisvesien pääsy salaojiin täytyy estää. Tämä voidaan estää, kun piha-alueen päällyste tai pintamaan alla oleva ainekerros on vettä läpäisemätön. Sade- ja sulamisvedet rakennuksen katolta ohjataan asianmukaisilla vesikouruilla ja ränneillä sadevesiviemäriin tai muuten pois rakennuksen vierustalta niin ettei vettä pääse rakennuksen salaojajärjestelmään. [2, s. 18-19.]

Kosteuden kapillaarinen nousu perustusrakenteisiin estetään salaojilla ja salaojamaakerroksella. Salaojien sijainti ja määrä selviää suunnitelmista. Perustustavasta riippuen voi salaojaputkien korkeusasema vaihdella paljonkin. Suunnitelmiin täytyy perehtyä

huolellisesti ennen salaojaputkien asentamista, jotta kerääjäputket sijoitetaan oikealle korkeusasemalle. Salaojaputkien kallistus pitää olla vähintään 1:200 ja rakennuksen alla vähintään 1:100. Salaojakerroksen paksuus putkien alla ja sivuilla tulee olla vähintään 0,1 metriä ja päällä vähintään 0,2 metriä. Kaivupohjaan salaojakerroksen alle tehdään kallistukset, jotka viettävät salaojaan päin. Mikäli rakennus perustetaan matalana perusmaan varaan, tulee anturoihin tai niiden alle asentaa putkistoja veden virtauksien varmistamiseksi. Perusmaan ollessa hienorakeista tulee salaojituskerroksen alla käyttää suodatinkangasta. Veden jäätyminen salaojiin estetään riittävällä peitesyvyydellä tai routaeristyksellä. Salaojajärjestelmään pitää kuulua myös riittävä määrä tarkastuskaivoja sekä vähintään yksi lietepesällinen kokoojakaivo. [2, s. 19-24.]



Kuva 4. Salaojakerroksen paksuudet [2, s. 23.]

## 9.2 Alapohjarakenteet ja kellarit

### 9.2.1 Kellarin seinät

Kellarin seinissä käytetään vedeneristystä, jolla estetään maan kosteuden ja pintavesien tunkeutuminen seinärakenteeseen. Kerrostaloissa maanvastaiset kellarin seinät ovat tyypillisesti paikallavalettuja tai elementtirakenteisia. Näin ollen ne ovat tiiviitä eikä niitä tarvitse slammata. Harkkorakenteiset seinät kuitenkin slammataan niiden huokoisuuden takia. Pohjaolosuhteista riippuen kellarien seinissä käytetään joko jatkuvia tai epäjatkuvia vedeneristeitä. Epäjatkuvia vedeneristeitä käytettäessä on huolehdittava, että seinärakenne pääsee kuivumaan ulospäin. Yleensä tämä ratkaistaan käyttämällä kellarin seinässä perusmuurilevyä eli patolevyä. Tämä mahdollistaa ilman liikkumisen seinän ulkopinnassa. Jatkuvien vedeneristeiden käyttäminen asettaa vaatimuksia alustalle. Hyvällä alustalla varmistetaan vedeneristeen oikeanlaisesta kiinnittymisestä. Alusta on käsiteltävä vedeneristemateriaalin toimittajan antamien ohjeiden mukaisesti.

Hyvä tapa on käyttää jatkuvien ja epäjatkuvien vedeneristeiden yläreunassa listaa, joka kiinnittää materiaalin tukevasti seinään eikä eristeen yläreuna pääse irtoamaan. Näin estetään veden kulkeutuminen eristeen ja seinän väliin. [6, s. 123-124.]



Kuva 5. Huonosti asennettuja vedeneristeitä [11.]

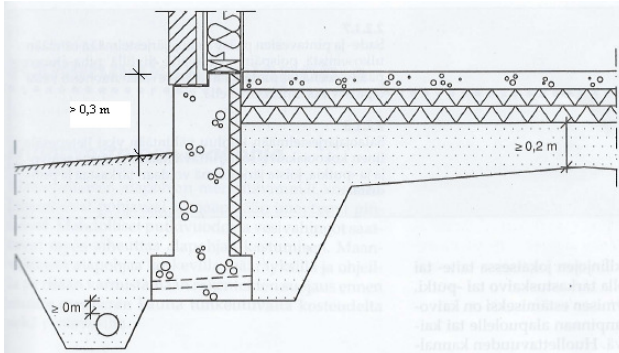


Kuva 6. Puutteellisen vedeneristyksen aiheuttama vuoto kellaritiloihin [11.]

### 9.2.2 Maanvastainen alapohja

Maanvastaisten alapohjien kosteusrasitus koostuu pääosin pohja- ja pintavedestä sekä talotekniikan vuodoista. Kellarittomissa rakennuksissa on lattian yläpinnan oltava vähintään 0,3 metriä rakennuksen viereistä maanpintaa ylempänä. Tällä estetään maaperän kosteuden ja pintavesien aiheuttamat kosteusrasitukset laattarakenteen reunoille. Maata vasten tehtävän lattiarakenteen alle pitää tehdä kosteuden katkaiseva salaojituskerros jonka paksuus tulisi olla vähintään 0,2 metriä. Näin kapillaarinen veden nousu laattarakenteeseen estyy. Laattojen alla käytettävä lämmöneristys estää maaperästä diffuusiolla nousevan kosteuden. Lämmöneristyksen asentamisessa täytyy olla huolellinen, jotta mahdolliset kylmäsiltojen tuomat diffuusio- ja kondenssiongelmät voidaan välttää. Maanvaraisten laattojen ja niiden yläpuolisten rakenteiden väliin tulee asentaa kosteuden katkaiseva kerros. [2, s. 25-26; 6, s. 121-122.]

Ennen laattojen alapuolisia täyttötöitä on huolehdittava, ettei maa ole roudassa. Roudan päälle valetut laattarakenteet halkeilevat sekä talotekniikan osat kuten pohjaviemärit pääsevät painumaan ja repeämään liitoksistaan. [11.]



Kuva 7. Maanvastaisen alapohjan tyypileikkaus [2, s. 23.]

### 9.2.3 Tuulettuva alapohja

Pinta- ja sadevesien sekä maaperän kosteuden pääsy ja jääminen ryömintätilaan on estettävä. Tämä tehdään kohdan 9.1 toimenpiteillä sekä mahdollisilla ulkopuolisilla vedeneristyksillä. Tuulettuvien alapohjien yleisenä ongelmana ovat kosteuden tiivistymisen aiheuttamat kosteusongelmat. Varsinkin keväisin, kun maaperän jäädyttämä ilma alapohjassa kondensoi lämpimän tuloilmavirran kanssa. Ryömintätilan maapohjan eristäminen vähentää keväistä kondenssiriskiä merkittävästi. Alapohjaa halkoviin rakenteisiin kuuluu tehdä tuuletusaukkoja, että ilma pääsee kiertämään vapaasti koko pohjan alalla. Maapohjaa kaivaessa tulisi huolehtia, ettei ryömintätilaan jää vettä kerääviä syvänteitä. [2, s. 27-29.]

Ilman suhteellisen kosteuden vaihtelut tuulettuvissa alapohjissa ovat suuria. Täten on huolehdittava siitä, että alapohjaan ei jää orgaanisia aineita, kuten puujätettä tai muuta rakennusjätettä, joka ajankuluun alkaa lahota ja kehittää hajuja sekä mikro-organismeja. [2, s. 29.]

Rakennusjätteiden jääminen ryömintätilaan on ollut toistuva ongelma Skanskan työmailla. Rakennustyön aikana on huolehdittava ryömintätilojen puhdistamisesta. [11.]

### 9.3 Ulkoseinärakenteet

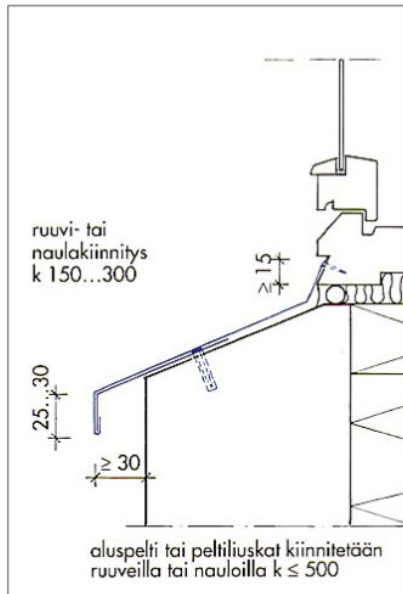
Ulkoseinärakenteet tulee toteuttaa niin, että ne suojaavat rakennusten sisätiloja ulkopuoliselta vedeltä ja kosteudelta. Suurin kosteusrasitus ulkoseinään tulee viistosateesta. Viistosateesta aiheutuvan kosteuden pääsy ulkoverhouksen taakse minimoidaan liitosten ja julkisivupinnan yksityiskohtien suojauksella. Ulkoseinärakenteen kosteusteknisen toiminnallisuuden määrää käytetty ulkoseinäratkaisu. Betonirunkoisissa kerrostaloissa yleisimmin käytetyt ulkoseinäratkaisut ovat sandwich-ulkoseinät ja lämmöneristetyt verhoillut ulkoseinät. Muitakin variaatioita on, mutta niitä ei tässä työssä tutkita. [2, s. 30.]

Rakentamismääräysten kiristyessä joudutaan kiinnittämään enemmän huomiota rakenteiden tiiviuteen. Ilmatiiviillä rakenteella on myös positiivisia kosteusteknisiä vaikutuksia. Sisäilmasta tulevien vesihöyryn konvektion ja diffuusion tunkeutuminen seinärakenteeseen voidaan estää riittävän tiiviillä ulkoseinällä. Suunnitellun ilmatiiviuden saavuttamiseen ei ole oikotietä. Rakenteet on yksinkertaisesti tehtävä huolellisesti jokaista yksityiskohtaa myöden. [11; 2, s. 19.]

#### 9.3.1 Ulkoseinien suojapellitykset

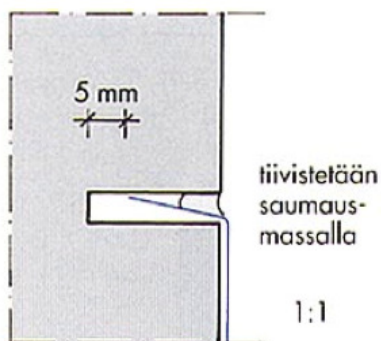
Ulkoseinien vesivuoto-ongelmat takuutöissä liittyivät suurelta osin rakennusten suojapellityksiin. Pellitysten merkitys seinärakenteen suojana on suuri. Suojapeltien avulla muotoillaan julkisivua siten, että vesi pääsee poistumaan vapaasti eivätkä pääse patoutumaan julkisivulle. Peltitöiden yleisiä ongelmakohtia ovat puutteelliset kaadot ja tippanokat sekä vääränlaiset kiinnitystavat ja ulottumat seinäpinnasta. Tyypillisiä paikkoja julkisivupellityksille ovat ikkunat, ovet, sokkelit, pielet ja saumat. [11.]

Ikkunoiden alaosaan asennetaan vesipellit. Niiden tehtävä on johtaa sade- ja valumavedet pois sekä estää ikkunaan kohdistuvat roiskeveden kosteusrasitus. Vesipellin kiinnitystapoja on monia. Yleensä pelti kiinnitetään ruuvein ikkunakarmin pintaan, mutta esimerkiksi rapattavilla seinäpinnoilla pelti voidaan kiinnittää niin sanotulla lankakiinnityksellä. Kiinnitystavan määrää yleensä ikkunatyypin ja ulkoverhouksen. Pellin nokka pitää tuoda vähintään 30 millimetriä ulkoverhouksen ulkopuolelle, jotta sadevedet eivät valu pelliltä ulkoverhouksen pinnalle. [13, s. 11.]



Kuva 8. Ikkunan vesipellin tyypikuva ja etäisyydet [13, s. 11.]

Sokkelien suojapeltien tarkoitus on suojata vedeneristystä. Pelti tuodaan sokkelin ulkopuolelle ja päätetään tippanokkaan. Paras tapa tehdä sokkelipelti on taittaa se nostoksi ulkoverhouksen taakse riittävälle korkeudelle. Peltien ylösnostot ulkoseinillä päätetään aina uraan ja pellin ja uran väliin asennetaan elastinen kitti. Tämä varmistaa sen, ettei vesi pääse tunkeutumaan ulkoverhouksen takana pellinkin taakse. Ulkoseinillä olevien katosten tai muiden rakenteiden joihin tehdään rintataitteet, pellitetään samoin ja päätetään myös uraan. Näin estetään julkisivua pitkin valuvan veden tunkeutuminen pellin taakse ja muihin kosteutta kestäättömiin rakenteisiin. [13, s. 15.]



Kuva 9. Ylösnostojen päättäminen uraan. [13, s. 8.]

Julkisivuissa olevat pielikohdat kuten ikkunoiden ulkosmyygit on syytä varustaa suoja-  
pellillä. Pielipeltien tarkoitus on estää veden kulkua rakenteeseen ja toimia samalla  
esteettisyyttä parantavana yksityiskohtana. Esimerkiksi paikallamuurattujen julkisivujen  
ikkunapielistä paistaa ikävästi muurauksen tausta sekä lämmöneristeet mikäli niitä ei  
suojaPELLITETÄ. Lisäksi viistosade pääsee avoimista pielistä tuulensuojakerrokseen ja  
vaurioittaa ulkoseinärakennetta. Kuten pielipellit, niin myös ulko-ovien kynnyspellit suo-  
jaavat sateelta sekä toimivat esteettisesti ulkonäköä parantavana seikkana. Kynnyspel-  
leillä peitetään rakenteessa oleva rako sekä suojataan sokkeliä ja ulkoseinää veden  
tunkeutumiselta. [13, s. 15-16.]

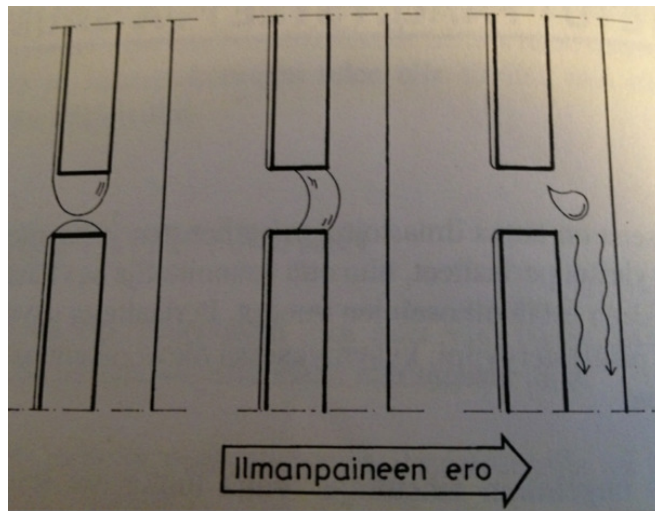
Julkisivun saumat voidaan myös pellittää. Julkisivussa olevat epäjatkuvuuskohdat on  
helppo pellittää, mikäli on käytetty montaa eri ulkoverhousmateriaalia. Pelti suojaa sei-  
nää sadevesien aiheuttamalta kosteusrasitukselta sekä toimii samalla peitelistana. Jul-  
kisivun liikuntasaumot voidaan myös pellittää. [13, s. 16.]

### 9.3.2 Betonisandwich -ulkoseinä

Betonisandwich ulkoseinä koostuu betonisesta ulko- ja sisäkuoresta sekä eristeestä  
näiden välillä. Eriste on yleensä villaa, joka on uritettua ulkokuoren sisäpinnasta. Viis-  
tosateessa kosteus pyrkii tunkeutumaan ulkoseinäelementtien saumoista ulkokuoren  
taakse. Pääperiaate sandwich-julkisivuissa on, että kaikki avonaiset saumat tiivistetään  
riittävän hyvin jotta vesi ei pääse tunkeutumaan rakenteeseen. Mikäli vettä kuitenkin  
pääsee rakenteeseen, on se kyettävä johtamaan sieltä myös pois. Poisjohtaminen jär-  
jestetään sandwich-julkisivuissa riittävällä määrällä tuuletusputkia. Näin ollen element-  
tien saumauksessa on syytä olla huolellinen sekä varmistua, että tuuletusputket tai -  
kotelot on asennettu oikein ja niitä on riittävästi sekä niiden tartunta saumamassaan on  
riittävän luja. Tuuletusputket ja kotelot täytyy tuoda riittävästi ulos seinärakenteesta  
sekä asentaa kaadolle ettei sadevesi kulkeudu niiden kautta seinärakenteeseen. [14,  
s.43-50.]

Kuvassa 13 on esitetty, kuinka vesi tunkeutuu rakenteen taakse raoista ja saumoista  
paine-erojen vaikutuksesta. Ulkoverhouksen pinnalla valuvan veden muodostamat ve-  
sipisarot jäävät roikkumaan raon yläosaan jolloin riittävä tuuli voi työntää veden verho-  
uksen taakse. Myrskyisellä ja sateisella säällä voi pienestäkin raosta tunkeutua huo-  
mattava määrä vettä ja tällöin paikallinen kosteusrasitus voi olla merkittävä. [14, s. 46;  
2, s. 33.]





Kuva 10. Ilmanpaine-eron aiheuttama veden tunkeutuminen rakenteeseen [14, s. 46.]

### 9.3.3 Muuratut ja puiset verhoukset

Muuratut ja puiset julkisivuverhoukset varustetaan ilmaraolla. Ilmaraon pääasiallinen tehtävä on johtaa suojien ohi päässyt vesi rakenteesta pois. Lisäksi sen tehtävänä on höyrystää sisäpuolelta tuleva kosteus ilmaan sekä julkisivuverhouksen takaosan kuivattaminen. Tuuletusraollisissa julkisivuissa on tärkeää jättää raossa olevalle ilmalle aukkoja. Nämä aukot tehdään paikkoihin, joissa viistosateen rasiutusta ei tapahdu. Yleisiä paikkoja tuuletusaukoille ovat ikkunoiden yläpuoli sekä seinän ala- ja yläosat. [2, s. 31-32.]

Muuraus sidotaan seinään kiinni tiilisiteillä. Oikea tapa asentaa tiilisiteet on asentaa ne kaadolle seinärakenteesta poispäin. Muutoin tiilisiteet johtavat ulkoverhouksen läpi tulevan veden suoraan seinärakenteeseen. Pitkäaikainen kosteusrasitus voi vaurioittaa seinärakennetta merkittävästi. Muurattujen julkisivujen suurin yksittäinen ongelmapaikka on kynsirako. Muuraustyön aikana tulisi varmistua siitä, että laastipurseet eivät tuki kynsirakoa ja estä tuuletusraon toimivuutta. Lisäksi on varmistuttava siitä, etteivät laastipurseet ole kosketuksissa tuulensuojaan. Hyvä tapa olisi jättää alimmista varvista tiiliä pois tuuletusrakojen kohdalta jolloin työryhmä voi työvuoron päätteeksi puhdistaa tuuletusaukot laastipurseista. [2, s. 32.]

Puuverhoilussa alaosaan tehdään tippanokka. Tämä tehdään viistämällä pystyverhouspanelin alaosa tai vaakaverhouksen alimman laudan alareuna niin, että seinää

pitkin valuva vesi tippuu verhouksen alaosaan pois. Muutoin vesi valuu ja jää tipalle laudan alaosaan ja lahottaa verhoilun ajanmyötä. [15.]

#### 9.4 Välipohjarakenteet

Välipohjien kosteustekniset riskipaikat liittyvät rakenteiden kuivumiseen ja pinnoittamiseen. Takuutöistä ainoat reklamaatiokirjaukset koskien välipohjia johtuivat ontelovesistä. Ontelovedet ovat rakennusaikaista kosteutta, joka on päässyt ontelolaattojen varastoinnin ja asennuksen aikana tunkeutumaan onteloihin. Tehdasoloissa laattoihin tehdään onteloita laatan pituussuunnassa. Betonoinnin jälkeen onteloiden sisäpinnat ovat täynnä sementtiliimaa ja käyttäytyvät lähes diffuusiotiiviin rakenteen tavoin. Rakennuksen runkovaiheessa porataan ontelolaattojen alapintoihin reikiä, jotta vedet saataisiin johdettua pois. Yleistä kuitenkin on, että onteloihin jää kohtia, joista vesi ei pääse pois ja myöhemmin ne löytävät reitin ja tekevät ikävän jäljen huoneistojen kattoon. Jo pelkästään rakennusvaiheessa tehtävät ontelovesistä johtuvat korjaukset ovat kalliita. Vedet tulevat näkyviin, kun huoneistojen pinnat on saatu tehtyä, jolloin joudutaan tekemään suojauksia ennen ruiskukattojen korjaamista. Riittävä reikien poraaminen runkovaiheessa on halpaa ja kannattaa teettää ennen kuin pintamateriaaleja aletaan tekemään. [11; 12.]

Toinen kosteusriski välipohjissa on pinnoitettavuus. Paikallavalettujen välipohjien kuivumista on seurattava, jotta voidaan varmistua pinnoitettavuudesta. Parkettipohjana betonin suhteellinen kosteus tulee yleensä olla alle 80 prosenttia. Ontelolaattavälipohjissa kriittisiä paikkoja ovat palkkirakenteet. Ontelolaattoja kannattelevat palkit ovat usein teräksestä valmistettuja deltapalkkeja. Ontelolaataston saumavalun yhteydessä valetaan deltapalkkien sisustat. Palkeissa on vain pieniä reikiä, joista kosteus pääsee poistumaan haihtumalla. Muutoin palkit ovat lähes diffuusiotiiviitä. Tästä johtuen niiden kuivuminen saattaa olla hyvin hidasta. Mikäli pintamateriaalina käytetään muovimattoa, voi matto korkata alustastaan ajanmyötä, kun palkista haihtuu kosteutta muovimaton alapintaan. Näin ollen olisi hyvä seurata palkkirakenteiden kuivumista samalla, kun muitakin kosteusmittauksia tehdään. [15.]

Ontelolaattavälipohjien päälle pumpataan tasoite, jotta pinnat saadaan suoriksi. Tasoite voidaan pumpata, kun rakennus on vedenpitävä. Tasoitteen kuivumista on hyvä seurata, jotta voidaan varmistua pinnoitettavuudesta. Lisäksi on syytä varautua huolelliseen

tuuletukseen, koska kuivuessa pinnoitteesta poistuu runsaasti kosteutta. Hygrokoop-piset materiaalit imevät tällöin kosteutta, jolloin materiaalien rakennuskosteuspitoisuus kasvaa. Riittävän tuuletuksen arvioinnissa voidaan käyttää ilman suhteellisen kosteu-den ilmaisevaa mittalaitetta. [15.]

## 9.5 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Vesikatto- ja yläpohjarakenteet erottavat rakennuksen ylimmän kerroksen ulkoilmasta. Kosteus- ja vesivuotojen kannalta vesikatto on tärkein osa rakennusta. Vesikatto suo-jaa rakennusta vedeltä, lumelta sekä muilta säärasituksilta. Vesikatoista aiheutuneet vesivuodot ovat hyvin yleisiä. Suunnittelun kannalta osataan tehdä toimivia kattoraken-teita, mutta puutteellinen ja huolimaton toteutus ovat suurin ongelmien aiheuttaja. Kat-to- ja yläpohjavariaatioita on varsin monia, mutta tässä keskitytään yleisiin virhekohtiin loivilla ja jyrkillä katoilla. Suurin osa takuuajana kirjatusta reklamaatioista koski juuri vesikattoja. [16, s. 6.]

Yläpohjan ilmatiiviys varmistetaan höyrynsululla. Höyrynsulun läpiviennit toteutetaan niin tiiviiksi, ettei sisätiloista kulkeutuva kosteus pääse yläpohjarakenteeseen. Sisäil-maa kulkeutuu yläpohjaan rakennuksen ylimmän kerroksen ylipaineisuuden takia. Hy-vä olisikin toteuttaa rakenne niin, että höyrynsulun lävistyksiä tulee mahdollisimman vähän. Saumakohdat limitetään riittävästi ja tiiviys tarkistetaan. Muovisissa höyrynsu-luissa tiivistykset tehdään asiaan kuuluvalla teipillä ja bitumikermiä käytettäessä sau-mat hitsataan toisiinsa kiinni. Kivipohjaisen seinän ja puurakenteisen yläpohjan höyryn-sulku liitetään ulkoseinään. Ikkunoiden ja ovien kohdalla huolehditaan riittävästä tiivis-tyksestä esimerkiksi saumamassalla. Ontelolaattayläpohjan höyrynsulkuun tehdään ylösnostot hormeille ja muille läpivienneille. [6, s. 50-52.]

Yläpohjarakenteessa kulkevat LVI-tekniikan asennukset varmistetaan. Kanavien eris-tykset pitää ulottaa vesikatteelle asti. Ongelmia on syntynyt, kun tuulettuvassa yläpoh-jarakenteessa kanavia ei ole eristetty riittävästi ja kanavassa virtaavan ilman ja ulkoil-man välinen lämpötilaero on mahdollistanut kondenssin. Tällöin vettä tiivistyy kanavan sisäpintaan. Vesi pääse valumaan kanavassa ja tunkeutuu ulos saumakohdista aiheut-taen kosteusongelman yläpohjassa. Kanavien saumojen tiivistys tulee myös varmistaa ja kanavien limitykset on tehtävä oikein päin, ettei vesi pääse kanavan saumasta ulos. [11.]



Kuva 11. Puutteellisia kanavaeristyksiä. [11.]

Betonialusta on yleinen kerrostalon vesikatteen alustamateriaali. Kattolaatan valussa on syytä varmistua riittävien kaatojen täyttymisestä. Alustasta poistetaan sementtiliima ja epäpuhtaudet ennen eristeen asennusta. [16, s. 9.]

Kattojen vedeneristys toteutetaan jatkuvilla tai epäjatkuvilla katteilla. Loivissa katoissa, kuten tasakatoissa, katteena toimii yleensä jatkuva kumibitumikermin kiinnittymisestä betonialustaan tulee huolehtia. Kiinnitystapa on esitetty rakennesuunnitelmissa. Kermin kiinnitystä rasittavat tuuli sekä rakenteiden liikkeet, kuten lämpöliikkeet. Vuotojen paikantaminen on helpompaa, mikäli kate on liimattu tai hitsattu kauttaaltaan alustaan ja mahdollisten vesivuotojen sattuessa vesi ei pääse vaeltamaan katteen ja alustan välissä lopulliseen esilletulokohtaan. Kauttaaltaan kiinnittäminen estää eristeen irtoamista ylösnostoista. Kattokaivot liitetään laipoituksilla vedeneristeseen. Yleisesti laippojen ja vedeneristeen liitos on vähintään 150 millimetriä. [6, s. 72-73.]

Kermikatteelle tehdään ylösnostoja katteen läpivienteihin. Ylösnostojen vähimmäiskorkeus on 300 millimetriä katteen pinnasta. Tasakatoilla kannattaa tarkastella räystäiden korkeutta, jotta ylösnostot tehdään varmasti suurinta mahdollista padotuskorkeutta ylemmäksi. Sääntönä on, että nosto olisi vähintään 300 millimetriä, mutta kuitenkin 100 millimetriä yli padotuskorkeuden. [16, s. 31.]

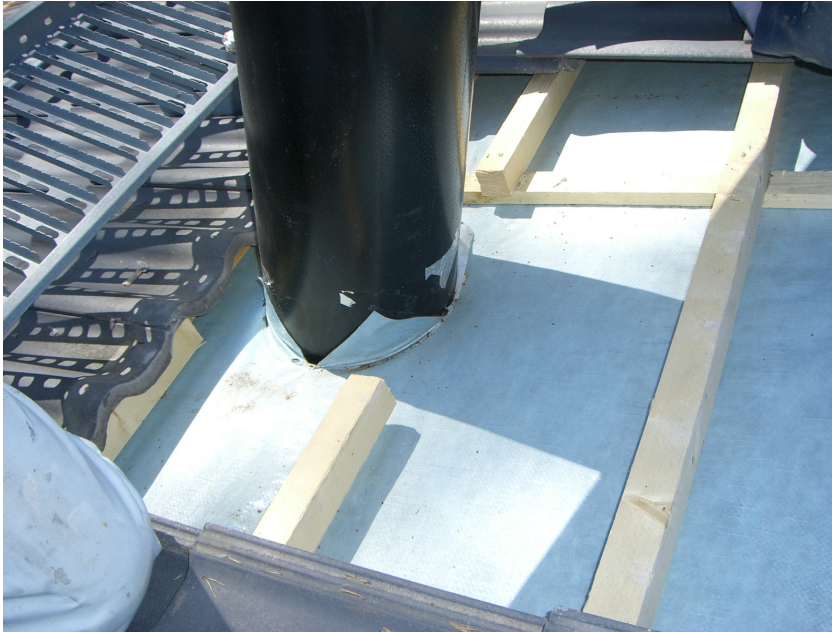
Kuvassa 12 näkyy hyvin kermin ylösnoston irtoaminen alustastaan. Tuulenpaineen ja sään aiheuttamat rasitukset repivät kermiä enemmän auki ajan myötä ja vesi pääsee satamaan kermin taakse aiheuttaen vahinkoa alapuolisille rakenteille.



Kuva 12. Reunasta auennut ylösnosto. [11.]

Jyrkillä katoilla vesikatteenä toimii yleensä epäjatkuvat katteet. Epäjatkuvan katteen muodostaa varsinainen vesikate, kuten pelti, ja sen alla on aluskate. Epäjatkuville katteille vedenpaineelle epätiivit limisaumat ovat tyypillisiä. Jyrkillä katoilla vesi pääsee virtaamaan spontaanisti eikä patoudu. Vesikatteen läpivientien toteutus on osattava tehdä oikein, jotta vesivuotoja ei tapahdu. Jyrkällä lappeella olevat läpiviennit, kuten ikkunat ja hormit toteutetaan niin, että vesi ei pääse patoutumaan niiden juurelle. Hormin ylemmälle puolelle tehdään sivukallistukset, jotta vesi valuu painovoimaisesti läpivientien ohi. Ylösnostot on tehtävä samaan tapaan kuin loivillakin katoilla. Läpivienteihin löytyy erilaisia tiivistysoisia. Asennuksen huolellisuus ja valmistajan ohjeiden noudattaminen takaavat hyvän lopputuloksen. [6, s. 97.]

Jyrkkien kattojen aluskatetyypin määrää niiden käyttötapa. Umpilaudoitettun katon päällä käytetään aluskermiä, kun taas ilman aluslaudoitusta olevilla katoilla käytetään vapaasti asennettavaa aluskatetta. Aluskate johtaa vesikatteen saumakohdista päässeen veden sekä kondenssikosteuden ulkoseinien ulkopuolelle. Aluskatteen läpiviennit tulee tehdä huolellisesti, ettei vesi pääse tunkeutumaan läpivientien rei'istä yläpohjarakenteeseen. Putkien läpivienteihin on olemassa tiivistyskappaleita, mutta suurempien läpivientien kohdalla tiivistys voi olla ongelmallista. Suositus olisi, että suurten läpivientien kohdalla voidaan tehdä vastakallistuksia tai käyttää vesiohjuria, jolloin vesi ohjautuu läpiviennin ohi sivuitse. [16, s. 41-42.]



Kuva 13. Puutteellinen aluskatteen läpivienti [11.]

Vedet poistetaan sadevesikouruilla räystään alapäässä. Ylivuotojen välttämiseksi yläpohjan lämmöneristeet on asennettava huolellisesti, jotta ilmavuotoja räystäälle ei tapahdu. Ilmavuodot sulattavat lunta räystäältä ja vesi pääsee jäätymään kourussa aiheuttaen padon. [2, s. 38.]

Vesikattojen suojaPELLITYKSET ovat tärkeä osa rakennuksen suojaamista sään vaikutuksilta. Kattojen läpivienteihin varustetaan juuripelleillä. Suurien läpivientien rintataitteisiin tehdään myös vastakallistukset. Hormit peitetään pelleillä kokonaan niin, että valumavesi ei pääse pellin ja hormin väliin. Pellit asennetaan pikkasen irti hormista, jotta tuuletus pelaisi ja pelin taakse ei pääse muodostumaan kondenssia. Räystäspellit varustetaan tippanokalla. Tippanokka taivutetaan puuräystästä vähintään 20 millimetrin ja kivipohjaisesta pinnasta vähintään 50 millimetrin etäisyyteen. Tuulettuvalla räystäällä pelti tuodaan vähintään 70 millimetriä tuuletusraon alapinnan alapuolelle. Rintataitteet tehdään vähintään 300 millimetrin korkeuteen. Lautaverhotuissa seinissä taite ulotetaan verhouksen alle vähintään 150 millimetriä ja kivrakenteisessa seinässä pelti päätetään uraan, joka tiivistetään saumamassalla. Sisätaitteiden poikittaiset jatkokset limitetään vähintään 150 millimetriä ja tiivistetään tiivistysmassalla. [13, s. 3-9.]



Kuva 14. Epätiivin pellityksen aiheuttama vuoto. [11.]

## 9.6 Märkätilarakenteet

Märkätilat on suunniteltu kestämaan kosteuden ja veden aiheuttamat rasitukset. Rakenteiden toteutuksessa on kuitenkin monta riskipaikkaa, jotka on syytä tiedostaa, jotta lopputuloksesta tulee toimiva. [2, s. 44.]

Märkätilarakenteet varustetaan vedeltä eristävällä kalvolla. Kalvo voi olla nestemäinen, siveltävä eriste tai muovimatto. Nestemäisten eristeiden päälle tulee pintamateriaaliksi esimerkiksi keraaminen laatta ja muovimatto taas voi toimia suoraan pintarakenteena sekä eristeenä. Skanskassa yleisimmin käytetty ratkaisu on laattapinta, joten tässä keskitytään vain nestemäisten vedeneristeiden tekemiseen. [24.]

Lattian valamista edeltävät työvaiheet tarkastetaan. Viemäri- ja vesiputkien liitokset on oltava tiiviit ja kaadot pitää olla oikein. Mahdollisten kuivakaivojen poistoputket on asennettava niin, ettei betoni paina niitä notkolle. Hyvä on käyttää metallista kiskoa putken alla, jotta putki ei pääse taipumaan. Putket kannakoidaan vanteella alustaan, jotta kaadot pysyvät valuvaiheessa oikeina eikä betonimassan paine pääse nostamaan tai painamaan putkia irti liitoksistaan. [15.]

Lattian valuvaiheessa varmistutaan, että riittävät kallistukset täyttyvät. Sääntönä on, että kallistus kaivon päin kylpyhuoneessa on 1:100 ja puolen metrin etäisyydellä kaivosta 1:50. Kaatokorjaukset ovat betonin kovetuttua hankalia ja vaativat paljon resursseja. Valmiin lattialaatan päälle asennetaan seinät. Puurunkoisten seinien alajuoksujen alle asennetaan kosteuden katkaiseva kerros, kuten bitumikermi. Ennen vedeneristeiden asentamista on varmistuttava alustan kosteudesta. Laatasta mitataan kosteuksia

niin kauan, että varmistetaan sallittujen arvojen saavuttamisesta. Lisäksi eristeen tartuntaa heikentävät sementtiliima ja pöly poistetaan alustasta. Laatan ja seinän liitos tehdään tiiviiksi ennen vedeneristettä esimerkiksi elastisella saumamassalla. Kylpyhuoneen seinät ja lattia vesieristetään kauttaaltaan. Lattian eristys nostetaan ja limitetään vähintään 100 millimetriä seinän vedeneristeen alle. Eristys painetaan nurkkiin tiiviisti ja liitetään lattian ja seinän läpivienteihin. Märkätilan ja huoneiston välisellä kynnyksellä vedeneriste pyritään nostamaan vähintään 15 millimetriä valmiista lattiapinnasta. Läpivienteihin tehdään nostot eristeellä. Kaivon ja vedeneristeen liittyminen on tehtävä huolellisesti, koska kaivon valuva vesi voi tulla vedeneristeen tai laatan pinnalla. Lisäksi vedenpinta pitää voida nousta kaivossa liitosten yläpuolelle tunkeutumatta liittymän saumasta rakenteeseen. Vedeneristykseen paksuus varmistetaan ottamalla siitä koepala ja mittaamalla mikrometrillä koepalan keskimääräinen paksuus. Mittauksista tehdään pöytäkirja. Vedeneristeen valmistaja ilmoittaa kalvopaksuudet ja ohjeet vedeneristeiden asentamista varten ja ne on syytä lukea huolellisesti. [24.]

Kylpyhuoneeseen tulee asennettavaksi kalusteita, varusteita ja laitteita. Kiinnitykset monesti rikkovat vedeneristeen paikallisesti. Kaikki reiät on tiivistettävä huolellisesti, jotta riskipaikkoja ei jää. Myös kattoon tehdyt reiät, kuten onteloiden vesireiät tiivistetään, jotta konvektiovirtaukset rakenteeseen estyy. [6, s. 141-144.]

## **10 Kosteudenhallintaan liittyvät mittaukset**

Kosteudenhallinnan kannalta tärkeimpiä mittauksia ovat materiaalien ja ilman suhteellisen kosteuden mittaukset. Materiaalien päällystettävyyttä arvioidaan alustan kosteuspiitoisuuden perusteella. Materiaalitoimittajilla on olemassa määräykset alustan kosteudesta. Toinen tärkeä mittaus on rakennuksen vaipan ilmatiiyden eli ilmanpitävyyden mittaus. Tällä mittauksella voidaan todentaa rakenteiden ilmapitävyys. Ilmanpitävyydellä on suora vaikutus sisäilman kosteuden siirtymisestä rakenteisiin. Lisäksi sillä on vaikutuksia energiatehokkuuteen, äänitekniikkaan sekä sisäilman viihtyvyyteen. [3, s. 106-109.]



## 10.1 Kosteusmittaus

Kosteusmittauksia tehdään rakentamisen aikana materiaaleista ja ilmasta. Kosteutta mittaavien laitteiden tulee olla kalibroituja ja tarkkoja. Pintakosteusmittareilla ei rakentamisen laadunvalvonnassa ole hyötyä. Ne ovat suuntaa-antavia eikä niiden tuloksiin voida luottaa, kun päällystettävyyttä arvioidaan. Skanskan työmailla on tapana tehdä kosteusmittaukset omana työnä ja vakiintunut menetelmä on porareikämenetelmä. [17, s. 5-6.]

Betonin suhteellisen kosteuden mittauksen tarkoitus on saada kuva rakenteen kosteusjakaumasta. Lisäksi saadaan selvitettyä rakenteen kosteuspitoisuus ulkoilmaan nähden sekä päällystettävyyys ilman kosteusvaurioriskiä. Skanskassa mittaukset tehdään porareikämenetelmällä. Porareikämenetelmän on todettu olevan luotettava mittaustapa, mutta mittaaminen itsessään on haastava tehtävä, koska betonin laatu ja vallitsevat olosuhteet mittapisteessä luovat yhdessä monia variaatioita, jotka voivat johtaa virheelliseen lopputulokseen. Mittaukseen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa

- Mittapäiden kalibrointi
- Mittausreiän puhtaus, tiiviys ja tasaantuminen
- Mittapäiden tasaantumisaikat rakenteessa
- Mittapäiden vasteaika ja lämpötilakapasiteetti
- Ympäristön ja betonin lämpötilat
- Betonin ominaisuudet. [17, s. 11-12.]

Porareikämenetelmässä tehdään betoniin poratusta reiästä. Poratun reiän kosteus asettuu tasapainotilaan ympäröivän materiaalin kanssa. Päällystettävyyttä arvioidessa on porausreiän syvyydessä otettava huomioon käytettävä rakenneratkaisu. Porauksen jälkeen reikä puhdistetaan ja tiivistetään huolellisesti. Tiivistys hoituu yleensä mittalaitetoimittajan tarvikkeilla. Tiivistyksen jälkeen mittausreiän annetaan tasaantua 3-7 vuorokautta. Kalibroitu ja toimintakuntoinen mittapää voidaan asentaa, kun sen on annettu tasaantua ympäröiviin olosuhteisiin riittävästi. Liian kylmän mittapään asentaminen voi aiheuttaa kondenssia reiässä jolloin tulos on virheellinen. Hyvä tapa onkin asentaa mittapää samalla, kun reikä porataan, puhdistetaan ja tiivistetään. Tällöin myös mittapää tasaantuu olosuhteisiin. Näyttölaite voidaan mittapään tasaantumisen jälkeen liit-

tää mittapähän ja tulokset voidaan lukea. Näyttölaite ilmoittaa betonin suhteellisen kosteuden sekä lämpötilan. Mittaushetkellä on syytä varmistua siitä, että betonin lämpötila on lähes sama kuin rakennuksen käyttölämpötila. Jo viiden lämpöasteen heitto voi vaikuttaa tulokseen  $\pm 0-5$  prosenttiyksikköä. Mittaushetkellä betonin ja ilman lämpötila tulisi olla 20 °C. [17, s. 13-16.]

Päällystettävyyttä arvioidessa betonista otetaan lukemia niin kauan, että voidaan varmistua sallittujen arvojen saavuttamisesta. Kaikki mittaukset dokumentoidaan kosteudenhallintasuunnitelmaan. Myös mittauspaikat on hyvä merkitä ylös. [15.]



Kuva 15. Betonin suhteellisen kosteuspitoisuuden mittaamisen työvaiheet. [17, s. 13-15.]

## 10.2 Tiiviysmittaus ja lämpökuvaus

Tiiviysmittauksella selvitetään rakennuksen vaipan ilmanvuotoluku. Vuotoluku ilmaisee kuinka paljon tunnissa kulkee ilmaa vaipparakenteiden vuotoreittien läpi 50 Pascalin paine-erolla. Mittauksessa luodaan koneellinen paine-ero rakennuksen vaipan eri puolille. Tiiviyden mittaus olisi suositeltavaa tehdä siinä vaiheessa rakentamista, kun vaipan rakenteet ovat ilmanpitäviä, mutta lopullista pintaa ei vielä ole tehty. Tällöin vuotokohdat voidaan vielä tiivistää ilman, että rakenteita tarvitsee purkaa. Ennen luovutusta valmiista talosta otetaan uusintamittaus, jonka ilmanvuotoluvun arvoja voidaan käyttää muun muassa energiatodistuksen laadintaan. Ilmatiiviysmittauksen hinta on rakennusbudjettiin suhteutettuna olematon ja näin ollen se kannattaa aina teettää. Mittauksia suorittavat niin Skanskan omat työntekijät kuin myös ulkopuoliset konsultointiyhtiöt. [18.]



Kuva 16. Tiiviysmittauslaitteisto ja lämpökamera. [18.]

Tiiviysmittauksen ohella kannattaa teettää myös lämpökamerakuvaus, jossa ulkoilmaan rajoittuvat rakenteet lämpövideoijaan vuotopaikkojen löytämiseksi. Lämpökamera on armoton laite oikein käytettynä ja paljastaa kaikki poikkeamat pintalämpötiloissa. Lämpökameralla voidaan tutkia myös ontelovesiä. Kuvausajankohta tulisi olla 1-2 vuorokautta rakennuksen lämmön kytkemisestä runkovaiheen jälkeen. Tällöin onteloissa oleva vesi on vielä viileämpää kuin laattojen alapinnat ja vesipesät näkyvät lämpökameralla kylmempinä kohtina. [18.]

## 11 Rakentamisaikainen kuivatus ja suojaus

Materiaalien suojaaminen on tärkeää, jotta voidaan vähentää rakennuskosteutta, materiaalihukkaa sekä kuivaustarvetta. Työmaalle saapuvat varastoitavat materiaalit suojataan asianmukaisesti kastumiselta. Aluesuunnitelmassa tulee olla osoitettuna paikka johon materiaaleja voidaan välivarastoida. Puutavarat, laastisäkit, ikkuna, ovet ja muut pienemmät materiaaliniput varastoidaan niin, että ilma niiden alla pääsee kiertämään. Lisäksi ne suojataan peitteillä, jotta sade ei pääse niitä kastelemaan. Suuremmat materiaalit, kuten elementit suojataan välivarastoinneissa. Elementtien yläpää ja ikkunaukkojen alasmyygit suojataan peitteillä niin ettei vettä pääse eristeisiin. Peitteet voidaan poistaa vasta, kun rakennuksen omia vaipparakenteita asennetaan paikoilleen. Suojaus on tarpeellista rakennuksen rungon sekä keskeneräisten rakenteiden osalta. Myös rakennukseen lopullisesti kiinnitettävät materiaalit täytyy suojata huolellisesti, ettei kosteuden siirtymistä materiaalien välillä pääse tapahtumaan eikä myöskään koholla oleva kosteus rakenteissa luo edellytyksiä mikro-organismeille. [19.]

Rakentamisen aikaiseen suojaamiseen on olemassa monia eri sovellutuksia. Kevytpeitteet ja rakennusmuovi ovat yleistarpeita, joita menee jokaisella työmaalla ja niitä

kannattaa olla varastossa valmiina. Erikoisempia suojauksia ovat teräs- ja alumiinirunkoiset katokset ja sääsuojatelineet. Kohteen alussa kannattaakin perehtyä eri sääsuojatoimittajien tuotteisiin ja arvioida suojaustarvetta ennakkoon. Toimittajat tarjoavat konsultointia sääsuojauksen järjestämiseen. Suuremman mittakaavan suojaaminen voi vaikuttaa venttipäiviin vähentävästi ja esimerkiksi talvimuuraus voidaan tehdä mahdolliseksi sääsuojatuilla telineillä, koska lämmityksen järjestäminen on helpompaa. Venttipäivien poisjääminen voi tehdä suojaamiseen taloudellisesti kannattavaksi. [20.]

Suojauksia suunniteltaessa on syytä arvioida, mitkä materiaalit turmeltuvat kosteudesta ja mitkä taas eivät itsessään turmellu, mutta voivat aiheuttaa välillistä vahinkoa. Jotkin materiaalit eivät kestä kosteutta lainkaan ja toisten sietokyky voi olla hyvinkin korkea. Esimerkiksi kipsilevyt turmeltuvat herkästi kosteudesta, mutta tiilet taas voivat absorboida kosteutta reilusti. Tiili itsessään ei helposti kosteudesta vaurioidu, mutta pinnoitteiden ja päällysteiden kanssa voi syntyä ongelma. [3, s. 102.]



Kuva 17. Elementtien suojaus välivarastoinnin aikana. [21.]

Rakenteiden kuivatus aloitetaan jo runkovaiheessa. Tuuletus ja lämpö luovat hyvät olosuhteet rakenteiden kuivumiselle. Pyrkimyksenä on, että ilman suhteellinen kosteus pyritään pitämään mahdollisimman alhaisena. Ilman absorptio on mahdollinen, kun sen suhteellinen kosteus on alhainen. Lämpötilan vaikutus kuivamiseen on suuri. Lämpötilan kasvatus on tuloksekas tapa kiihdyttää rakenteiden kuivumista. Ympäröivää lämpötilaa nostamalla saadaan ilman suhteellinen kosteus laskemaan ja rakenteiden lämpötila nousemaan. Tällöin kosteuden liike kiihtyy. Betonirakenteiden kuivumisen esimerkkinä on lämpötilan nosto 10 °C:sta 30 °C:een, jolloin betonin kuivumisaika puolittuu. [3, s. 104.]

Kuivattamisen alettua tulee varmistua, ettei rakenteisiin pääse lisäkosteutta. Kuivatuksen aikana on hyvä seurata sisäilman lämpötilaa ja ilman suhteellista kosteutta. Kuivatusvaiheessa ilman suhteellinen kosteus pyritään pitämään 50%:ssa ja lämpötila 20°C:ssa. Kuivatusta voidaan tehostaa erilaisilla lisälaitteilla. Rakennuskonevuokraamoista saa ilmankuivaimia sekä lisälämmittimiä. Kuivaimia käytettäessä on muistettava, että kuivattava tila täytyy olla ilmatiivis. Näin varmistetaan, ettei kerätä ulkoilman sisältämää kosteutta vaan rakenteista poistuvaa kosteutta. [22.]

Vuodenaikojen vaikutukset kuivattamiseen on hyvä huomioida kosteudenhallintasuunnitelmaa tehdessä. Ulkoilman suhteellinen kosteus on erilainen riippuen vuodenajasta. Talvisin tehokkain tapa on sisäilman lämmittäminen, kun taas kesällä voi joutua käyttämään ilmankuivaimia. Keväällä ja syksyllä yleensä riittää ilmanvaihdon tehostaminen ja riittävä lämpötila. [3, s. 104-105.]

## **12 Rakentamisvaiheen kosteudenhallinta**

Kosteudenhallinta on yksi työmaan perussuunnitelmien osa-alue. Kosteudenhallinnan perussuunnitelma eli kosteudenhallintasuunnitelma on tärkeä osa työmaan laadunhallintaprosessia ja työnsuunnittelua. Suunnitelman tarkoituksena on toimia työmaan työnjohdon työkaluna kosteudenhallinnassa. Kosteudenhallintasuunnitelman laatii kohteen vastaava työnjohtaja yhdessä työmaan työnjohdon kanssa. Pyrkimyksenä on, että kosteustekniset riskitekijät minimoidaan erilaisilla toimenpiteillä. Työmaajohdon yhdessä laatima suunnitelma helpottaa ja auttaa kaikkia riskien tunnistamisessa sekä olosuhteiden ohjaamisessa. [3, s.94-95.]

Kosteudenhallintasuunnitelman avulla pyritään estämään materiaalien kastuminen ja rakennuskosteuspitoisuuden nousu. Lisäksi suunnitelmalla varmistetaan myös rakenteiden riittävä ja tarpeeksi nopea kuivuminen. Suunnitelman pääotsakkeita ovat kostusriskien kartoitus, kuivumisaika-arviot, olosuhteiden hallinta, mittausuunnitelma, seuranta ja valvonta sekä dokumentointi. Kuivumisaika-arvioiden pohjalta voidaan tarkentaa työmaan aikataulusuunnittelua. Hyvin laaditulla suunnitelmalla ja sen oikeaoppisella noudattamisella on myös työolosuhteita ja työtehoa parantava vaikutus. [3, s. 97-108.]

Kosteudenhallintasuunnitelman laadinta aloitetaan listaamalla hankkeen perustiedot ja nimeämällä kosteudenhallinnan toimenpiteistä vastaava henkilö tai henkilöt. Toisena asiana arvioidaan hankkeen laatutavoitteita kosteudenhallinnan kannalta. Rakennuttajalla voi olla listattuna kriteerit ja laatutavoitteet joita hankkeelta edellytetään. Lisäksi tutustutaan suunnitelmiin, jotta saadaan riittävä lähtötietomalli riskien arviointia varten. Kolmantena arvioidaan riskipaikkoja. Täydennetään suunnittelijalta saadun riskianalyysin tuotoksia sekä perehdytään kohteen kosteusriskiluokkaan. Riskiarvio taas toimii lähtötietona kosteudenhallinnan kohdentamiseen suunnitelman muissa osissa. Detalji- en ja rakennesuunnitelmien läpikäyminen ja niiden toiminnan arviointi kosteuden kannalta on riskienarvioinnin tärkeimpiä osia. Neljäntenä vaiheena on kuivumisaika-arviot. Tässä osiossa puututaan rakennuskosteuden hallittuun poistamiseen. Määritetään tavoitekosteuspitoisuudet kaikille pinnoitettaville materiaaleille. Tavoitekosteuden saavuttamiseen vaadittavat menetelmät kirjataan, jotta varmistutaan aikataulujen edellyttä- mästä kuivumisesta. Viidentenä kohtana kosteudenhallintasuunnitelmassa kohdenne- taan menettelyt kosteudenhallinnan toimenpiteistä. Arvioidaan sääsuojauksien tarvetta sekä kuivatusolosuhteiden saavuttamista. Lisäksi päätetään toimenpiteet vesivahinko- jen varalle sekä rakennuksen rungon sekä materiaalien kastumisen ehkäisevä suojaus- tapa. Työmaaolosuhteiden ennustaminen ja hallinta on kosteudenhallintasuunnitelman vaikein ja työläin osa. Olosuhteidenhallinnan tarkka miettiminen ja määrittäminen hankkeen alussa auttaa työnsuunnittelussa myöhemmässä vaiheessa rakentamista. Kuudentena osa-alueena on kosteusmittausuunnitelma. Tässä määritellään, että mitä mitataan, miten ja millä kalustolla. [3, s. 97-108.]

## 12.1 Rakentamisvaiheen kosteudenhallinta Skanskassa

Skanska Talonrakennus Oy:llä on kansiin painettu ohje kosteudenhallintaan. Ohje on osa Skanskan toimintajärjestelmää. Ohje kuvaa kosteudenhallinnan prosessin aina hankkeen alusta hankkeen loppuun. Ohjeessa on esitelty kosteuden liikkeitä kuvaavia ilmiöitä ja kosteuden kertymätavat rakenteisiin. Ohje on kokonaisuudessaan hyvin kat- tava ja erinomainen tietopaketti. Dokumentointia painotetaan ja yhtenä osana ohjetta käsitellään työmaiden kosteudenhallinnan toimenpiteitä. [23.]

Työmaalla tapahtuva kosteudenhallinta perustuu Skanskassa kosteudenhallintasuunni- telmaan. Kosteudenhallinnan oppaassa on kuvattu kuinka kosteudenhallintasuunnitel- ma tehdään ja mihin siinä tulee ottaa kantaa. Ohje mukailee rakennusinsinööri- ilton

julkaisua kosteudenhallinnasta. Ohje on hyvä ja sen avulla on ymmärrettävästi helppo hahmotella kosteudenhallintasuunnitelmaa. Skanskalla suunnitelma tehdään Microsoft Excel-tiedostoon. Tämä on valmis tiedosto jossa on sarakkeina kuvattuna työmaan kosteudenhallinnan pääotsakkeet. Pääotsakkeiden vierelle on varattu tilaa ”lomakkeen” täyttämiseksi. Lomake kattaa työmaan kosteudenhallinnan pääkohdat, mutta sitä ei voi kutsua työkaluksi. Suunnitelma ei toimi hyvänä dokumentoinnin ja johtamisen työkaluna vaan se on enemmänkin ”lomake” mikä täytetään, jotta saataisiin neuvotteluhuoneen seinälle vähän koristetta. Itse en ole huomannut kenenkään käyttävän kosteudenhallintasuunnitelmaa päivittäisenä, viikoittaisena tai edes kuukausittaisena työkaluna. [23.]

### **13 Rakentamisvaiheen kosteudenhallinnan tehostaminen**

Skanskan toimintajärjestelmän opas kosteudenhallintaan on kattava. Kuitenkin uskon, että vain murto-osa teknisistä toimihenkilöistä on siihen tutustunut. Opas pitäisi tuoda kaikkien tietoisuuteen ja antaa työntekijöille aikaa perehtyä siihen. Toimintajärjestelmän tarkoitus on kuvata yrityksen tapaa toimia. Mikäli se ei ole kaikkien tiedossa niin tuskin on olemassa yhtenäistä tapaa siitä, kuinka kosteudenhallinnassa menetellään. Kaikki edellytykset ymmärtää kosteudenhallintaan liittyviä seikkoja on olemassa ja niiden koaminen yksiin kansiin on Skanskassa tehty. Tiedon jakaminen työmaiden toimihenkilöiden ja työntekijöiden käyttöön mahdollistaa perehtyneisyyden Skanskan tapaan toimia.

Työmaalla tehtävän kosteudenhallintasuunnitelman käyttäminen päivittäisenä työkaluna pitäisi olla mahdollista. Suunnitelmasta ei ole kenellekään hyötyä, jos se on kerran viitsitty täyttää ja sen jälkeen laitettu roikkumaan toimiston seinälle koristeeksi. Suunnitelman pitää olla toimiva, helppokäyttöinen ja sen pitää toimia myös dokumentoinnin ja johtamisen apuvälineenä.

Osana suunnitelmaa voisi olla integroidut tarkastuslistat rakennusosittain työnjohtajien käyttöön. Tarkastuslistojen avulla työnjohtaja voisi dokumentoida oman johtamisensa sekä kosteudenhallinnan toimenpiteet. Voidaan todeta, että työmaan työnjohtajien työmaavalvonta on hyvällä tasolla, mikäli työnjohtajat joutuvat dokumentoimaan oman valvontansa. Mikäli dokumentointia ei ole tehty, ei myöskään työnjohtaja ole tehnyt

hänelle kuuluvaa työtään. Dokumentointi on yksiselitteistä ja ne olisi syytä käydä läpi kuukausittain pidettävissä työpäälliköiden seurantapalaverissa.

Skanskalla on käytössä työntekijöille tarkoitettu verkkokurssi-portaali. Osa portaalissa olevista kursseista on pakollisia ja osa on vapaaehtoisia. Erinomainen väline tiedonjakamiseen olisi tehdä kosteudenhallinnasta verkkokurssi ja asettaa se pakolliseksi kaikille toimihenkilöille. Kurssissa voitaisiin kuvata kosteudenhallinta toimintajärjestelmän mukaan.

Kosteudenhallintaan on kiinnitetty huomiota myös takuutyökokouksissa. Kokouksissa on esitelty esiin tulleita ongelmia ja etsitty niille ratkaisuja sekä tiedotettu myös työmaille käsiteltyjä asioita. Tämä on hyvä toimintatapa ja se kertoo toiminnan tasosta sekä halusta ja tahtotilasta ratkoa ongelmia.

### 13.1 Kosteudenhallinnan verkkokurssi

Henkilöstön kouluttaminen uusiin asioihin onnistuu verkkokoulun kautta vaivattomasti vaikka työmaalta käsin. Verkkokoulu on tällä hetkellä keskittynyt lähinnä työturvallisuuden ja henkilöstöhallinnan parantamiseen. Verkkoportaaliin olisi hyvä saada kursseja, jotka kuvaavat Skanskan toimintajärjestelmän mukaisen tavan tehdä asioita.

Väylän voidaan katsoa olevan erinomainen tapa jakaa tietoa työmaiden käyttöön. Kosteudenhallinnasta laadittu verkkokurssi olisi perehdytys kosteudenhallintaa käsittelevään osaan Skanskan toimintajärjestelmässä. Verkkokurssissa käytäisiin perusteet työmailla tehtävän kosteudenhallinnan osalta pääotsaketasolla. Siinä voitaisiin myös syventyä kosteudenhallintasuunnitelman laatimiseen ja sen vaatimaan tarkkuuteen sekä käyttämiseen. Se siis toimisi ikään kuin tukena kosteudenhallintasuunnitelman täyttämiseksi ja käyttämiseksi. Siinä voitaisiin myös painottaa henkilöiden rooleja kosteudenhallinnan kannalta. Verkkokurssi voitaisiin asettaa pakolliseksi, jolloin kaikki yrityksen toimihenkilöt joutuisivat sen käymään ja tällöin yhtenäiset käytännöt valottuisivat kaikille.



## 13.2 Kosteudenhallintasuunnitelman päivitys

Kosteudenhallintasuunnitelman tarkoituksena on ohjata työmaan kosteudenhallintaa. Olemassa olevaa suunnitelmaa päivitettiin tämän työn pohjalta. Siitä tehtiin työmaiden kannalta helpommin käytettävä työkalu. Päivitetty suunnitelma on vaihtoehtoinen ”raakile”, mutta kuitenkin paremmin muokattavissa kuin edellinen. Päivitetty versio ei ota kantaa muihin kuin betonirunkoisiin asuinkerrostaloihin ja osittain betonirunkoisiin toimittilarakennuksiin. Suunnitelman lisäjalostaminen muutaman työmaan jälkeen on helppoa, kun käyttökokemuksista tiedetään enemmän. Jatkojalostus voidaan tehdä myös koskemaan puurunkoisia pien- ja kerrostaloja.

Vanhassa suunnitelmassa oli yksi Excel-taulukon välilehti varattuna työmaan kosteudenhallinnan toimenpiteille. Siinä oli lisäksi omat välilehdet suunnitteluvaiheelle, laskeutuvaiheelle ja luovutuksen jälkeiselle vaiheelle. Päivityksessä suunnitelmassa on yksi tiedosto pelkästään rakennusvaiheelle ja sen välilehdillä on esitetty kosteudenhallinta rakennusosittain. Tarkastuslistat on integroituna rakennusosiin. Suunnitelman laatimisen helpottamiseksi tehtiin huomautuksia taulukon soluihin, joissa ohjataan lomakkeen täyttöä ja annetaan vinkkejä.

Suunnitelmaa tulisi säilyttää työmaan verkkokansiossa. Näin kaikki työnjohtajat pääsevät päivittämään sitä omien työvaiheidensa osalta. Suunnitelmaa tehtäessä nimetään kustakin rakennusosasta vastaavat henkilöt. Nämä henkilöt toimivat myös työnjohtajina näissä työvaiheissa. Tällöin jokainen voi suunnitella oman työvaiheen kosteudenhallinnan ennen työvaiheen aloittamista tehtäväsuunnittelun ohella.

Suunnitelma tulisi myös käydä työntekijöiden kanssa läpi ennen työvaiheiden aloitusta. Suunnitelmasta tiedotetaan ja siinä suunnitellut kohdennetut menettelyt kerrotaan työntekijöille. Näin myös työntekijät osaavat toimia oikein materiaaleja vastaanottaessa ja varastoidessa sekä vesivahinkojen sattuessa. Tieto yhteisistä tavoitteista ja käytännöistä kuuluu jokaisen yhteisellä työpaikalla työskentelevän tietouteen.

### 13.3 Integroidut tarkastuslistat

Työvaiheiden tarkastuslistat tehtiin rakennusosittain. Nämä listat integroitiin kosteudenhallintasuunnitelmaan, jotta niiden käyttö, päivittäminen ja seuranta tallentuisi yrityksen lähiverkkoon. Tarkastuslistoissa on merkattuna yleisiä riskipaikkoja rakennusosittain. Tarkastuslistat eivät ole täydellisiä vaan niitä kuuluu täydentää kohdekohtaisesti, kun kosteudenhallintasuunnitelmaa tehdään. Tarkoituksena on, että työvaiheeseen liittyvät riskit tunnistettaisiin ja niihin osattaisiin varautua riittävän ajoissa. Viimeiset päivitykset listaan tehdään, kun työnjohtaja perehtyy seuraavan työvaiheen tekniisiin asiakirjoihin ja tehtäväsuunnitteluun. Tarkastuslistojen on tarkoitus toimia dokumentoinnin apuvälineenä. Dokumentoitu tieto yksissä kansissa helpottaa mahdollista jälkianalysointia ja muuta jälkipyykkiä.

Tarkastuslistoihin listattu tieto muuttuu johtamiseksi, kun työntekijöitä perehdytetään työvaiheeseen aloituspalavereissa, joissa käydään olennaiset riskipaikat läpi ennen työvaiheen aloitusta ja seurataan niiden tekemistä ja tavoitteiden toteutumista koko työvaiheen ajan.

## 14 Yhteenveto ja johtopäätökset

Rakennusvaiheen kosteudenhallinta on pitkäjänteinen ja katkeamaton prosessi, joka kestää hankkeen määrittelystä sen koko elinkaaren loppuun saakka. Kosteudenhallintaan puuttuminen on kasvava kehitystrendi kaikkien rakennushankkeen parissa työskentelevien sekä sidosryhmien osalta. Työmailla tehtävää kosteudenhallintaa tehostamalla voidaan vaikuttaa suuresti lopputuotteen kosteuskestävyyteen sekä takuuajaisien kosteus- ja vesivuotoreklamaatioiden ja niiden selvittämiseen vaadittavien resurssien määrään. Kosteudenhallinnan media-arvo on kasvava ja on huomattu, että yksikin kosteudenhallinnaltaan retuperällä oleva rakennus riittää vahingoittamaan yrityksen mainetta.

Skanska Talonrakennus Oy:n toimenpiteet kosteudenhallinnan kannalta ovat hyvällä tasolla. Takuutöissä ilmenneitä ongelmia on analysoitu ja niiden kehitysratkaisuista sekä hyvistä käytännöistä on tiedotettu työmaita. Tiedon jakaminen käytännön toteuttajille sekä oikeiden työkalujen kehittäminen ovat avainasemassa onnistuneessa kosteudenhallinnassa. Skanskan suunta kehitykselle on oikea, mutta vielä on paljon tekemistä, jotta kosteus- ja vesivuotoihin tuhlattut resurssit saadaan nollattua.

Työn lopputuotteena saadut ehdotus verkkokurssista sekä vaihtoehtoinen kosteudenhallintasuunnitelma ovat yksi tapa parantaa tietoutta sekä hallita suunnitelmien toteutumista halutulla tasolla. Koekäytön ja sen jälkeisten kehitysehdotusten pohjalta voidaan luoda aukottomampi ja pitkässä juoksussa toimiva työkalu kosteudenhallinnasta työmaiden teknisten toimihenkilöiden käyttöön.

## Lähteet

- 1 Skanska Suomessa ja Virossa. 2013. Verkkodokumentti. Skanska-konserni. <http://www.skanska.fi/Tietoa-Skanskasta/Skanska-konserni/Skanska-Suomessa-ja-Virossa/>. Luettu 22.4.2013
- 2 Kokko, Erkki. ym. 1999. Kosteus rakentamisessa RakMK C2 opas. Tampere. Rakennustieto Oy.
- 3 Airaksinen, Miimu. ym. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.
- 4 Leivo, Virpi. 1998. Opas kosteusongelmiin. Tampere. TAMPEREEN TEKNILLINEN KORKEAKOULU.
- 5 Sisäilmayhdistys. 2008. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Verkkodokumentti. <[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/kosteusvauriot/kosteusvaurioituminen/vaurioitumisen\\_yleisperiaate/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/kosteusvaurioituminen/vaurioitumisen_yleisperiaate/)>. Luettu 21.4.2013.
- 6 Vahanen, Risto. ym. 2000. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry.
- 7 Sisäilmayhdistys. 2008. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Verkkodokumentti. <[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen\\_toiminta/kosteuden\\_siirtyminen/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen_toiminta/kosteuden_siirtyminen/)>. Luettu 20.4.2013.
- 8 Sisäilmayhdistys. 2008. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Verkkodokumentti. <[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/terveysvaikutukset/mikrobien\\_terveyshaitat/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/terveysvaikutukset/mikrobien_terveyshaitat/)>. Luettu 27.2.2013.
- 9 Sisäilmayhdistys. 2008. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Verkkodokumentti. <[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen\\_toiminta/kosteuslahteet/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen_toiminta/kosteuslahteet/)>. Luettu 20.3.2013.
- 10 Björkholtz, Dick. 2002. Lämpö ja kosteus, rakennusfysiikka. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 11 Salo, Reijo. 2013. Vanhempi työnjohtaja, Skanska Talonrakennus Oy, Helsinki. Haastattelut 19.10.2012 ja 18.1.2013
- 12 Takuutyöraportit. 2013. Skanska Talonrakennus Oy, Helsinki.

- 13 Rakennustietosäätiö. 1997. RAKENNUKSEN SUOJAPPELLITYKSET. Helsinki. Rakennustieto Oy.
- 14 Jalonen, Pentti. ym. 1995. RIL 183-2.32-1995. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.
- 15 Petäjäniemi, Ari. 2013. Vastaava työnjohtaja, Skanska Talonrakennus Oy, Helsinki. Haastattelu 29.3.2013.
- 16 Kattoliitto ry. 2007. Toimivat katot. Helsinki. Kattoliitto ry
- 17 Merikallio, Tarja. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki. Betonikeskus ry.
- 18 Kokko, Martti. 2013. Tiiviysmittaaja sekä lämpökuvaaja, Uudenmaan Talotutkimus Oy, Helsinki. Haastattelu 10.4.2013.
- 19 Sisäilmayhdistys. 2008. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Verkko-dokumentti.  
<[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/korjausten\\_laadunvarmistus/tyomaan\\_kosteudenhallinta/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/korjausten_laadunvarmistus/tyomaan_kosteudenhallinta/)>. Luettu 14.4.2013.
- 20 Tompuri, Vesa. 2009. Kunnan sääsuojaus korvaa pressuilla leikkimisen. Verkko-dokumentti.  
<<http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/5lOn3MFwa.html>>. Luettu 19.4.2013
- 21 Teriö, Olli. 2003. Betonivalmisosarakentamisen kosteudenhallinta. Tampere. VTT rakennus- ja yhdyskuntatekniikka.
- 22 Sisäilmayhdistys. 2008. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat. Verkko-dokumentti.  
<[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/kunnossapito\\_ja\\_korjaaminen/purku\\_kuivaus\\_ja\\_puhdistus/rakenteiden\\_kuivaus/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaaminen/purku_kuivaus_ja_puhdistus/rakenteiden_kuivaus/)>. Luettu 15.4.2013.
- 23 Toimintajärjestelmä. 2004. Kosteudenhallinta Skanskassa. Helsinki. Skanska Oy.
- 24 Immonen, Markus. 2013. 06b\_Vedeneristys\_laatoitus.pdf, Metropolia, Helsinki. Luentomoniste.



4. Yhteistyö LVIS-urakoitsijoiden kanssa	Toimepide	Sovittu tai sovitaan	Vastuu
5. Materiaalivalinnat	Rakenteissa on pyrittävä käyttämään kosteusteknisesti mahdollisimman riskittömiä rakenteita.		
	Valittavat vaihdettavat materiaalit	Valinnan tai vaihdon syy (tarvittaessa sovittava rakennuttajan kanssa ks. kohta 1)	Vastuu
6. Materiaalien suojausten ja varastoinnin järjestäminen	Suunnitelmaan materiaalivirrät niin että optimoidaan työmaalla varastointi.		
	Materiaali	Vastaanotto, välivarastointi, suojaus ja siirrot kohteessa.	Vastuu
7. Runkorakenteiden suojaaminen kastumiselta	Toimepide	Toteutus tässä kohteessa	Vastuu
8. Työnsikaisten vesivahingon aiheuttajien ja vahinkojen torjunta	Vesivahingon aiheuttaja	Toimepide (suunnitellaan miten toimitaan jos sattuu)	Vastuu
9.a Märkätilojen rakentaminen	Skansalla on käytössä asuinrakennusten märkätilat kansio, jonka periaatteita noudatetaan myöskin toimittakohteissa		
	Skansan vaatimuksia(V) tai suosituksia(S)	Jstkotolmenpiteet	
9.b Vedeneristystyön tekijät	Vedeneristystyöntekijän täytyy olla joko sertifioitu tai muulla tavalla vedeneristystyöhön koulutuksen saanut(vuodot joht. pääosin tekijästä)		
	Eristäjän pätevyys	Tekijän nimi ja koulutus(sertifioitu tai mikä muu)	Vastuu
10. Hyvien kuivumisolosuhteiden järjestäminen	Toimepide tai menetelmä	Toteutus tässä kohteessa	Vastuu
11. Kosteusteknisen valvonnassa organisointi ja hoitaminen ja poikkeamat	Työmaan kosteusvastaava vastaa kosteudenhallintasuunnitelman toteutuksesta ja kontrollit, että vastuuhenkilöt tekevät asiat sovituksi		
	Toimepide	Nimi ja mittajän pätevyys(sertif. tai muu koulutus, mikä?)	Vastuu
	Kosteusvastaava kirjaa poikkeamat kosteudenhallintasuunnitelmasta tähän: esim. vesivuodot, kastumiset.	Korjaavat toimet(kosteus vaurioituneet materiaalit pitää vaihtaa)	Vastuu
12. Kohteen kosteusmittaus-suunnitelma: Milloin mittaukset alkavat ja minkälaisin aikavälin niitä tehdään ja mistä mitataan. Mittaustulokset kirjataan sivulle 6.	Mittaus nro	Mittausaika, vk	Laajuus mistä paikoista mitataan Mittauspaikka/ osa, krs
13. Kosteudenhallintasuunnitelma läpikäynti rakennuttajan kanssa ja allekirjoitukset			
	Pvm Kosteusvastaava	Vastaava työnjohtaja	Pvm Rakennuttajan edustaja Kosteustekninen suunnittelija/tai pääsuunnittelija

## Uusi kosteudenhallintasuunnitelma

**SKANSKA**

### Työmaanperustiedot

1. Perustiedot	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>
2. Kosteudenhallinnan laatutavoitteet	<div style="background-color: yellow; height: 155px; border: 1px solid black;"></div>
3. Suunnitteluvaiheen kosteudenhallinnan riskiarvion tulokset	<div style="background-color: yellow; height: 155px; border: 1px solid black;"></div>





SKANSKA

Alapohjarakenteet

1. Työvähen olosuhteet	
------------------------	--

2. Työvähen erityispiirteet	
-----------------------------	--

3. Työvähen turvallisuuden, terveyden, turvallisuuden, turvallisuuden ja valvonta	
---	--

4.1 Tässä rakennusosassa keskeisimmiksi arvioitavat rakenteet, materiaalit tai työtavat	<b>TYÖVAHENSUOJAUS</b>					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					

4.2 Tässä rakennusosassa keskeisimmiksi arvioitavat rakenteet, materiaalit tai työtavat	<b>MAANRAKENNUS</b>					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					
	Maanrakennus					

4.3 Tässä rakennusosassa keskeisimmiksi arvioitavat rakenteet, materiaalit tai työtavat	<b>ALAPOHJERAKENTEET</b>					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					

5. Työvähen turvallisuuden ja vahinkojen torjunta	
---	--

6. Materiaalien ja rakenteiden suojaaminen ja vauriokorjausjärjestämisen	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					
	Alapohjarakenne					

7. Rakenteiden säilyttäminen ja vauriokorjausjärjestämisen	
--	--

8. Työvähen turvallisuuden suojaaminen ja vauriokorjausjärjestämisen	
--	--

7.3 Rakenteiden	Rakennus	Vuorokausi	Rakenteiden	Alustan	Alustan	Katuminen	Turvallisuus	Kuluvuus
-----------------	----------	------------	-------------	---------	---------	-----------	--------------	----------







SKANSKA

Väliohjarkenteet

1. Työmaan piirustukset	
-------------------------	--

2. Työmaiden sijoituspiirustukset	
-----------------------------------	--

3. Työmaan konesuodatuksen laatusuunnitelma, seuranta- ja vahvontasuunnitelma	
---	--

4. Tiesä rakennuksessa koostettu luettelo kivilläsi rakenteista, materiaaleista ja työtavoista	
---	--

TVÖVAHEENTARKASTUSLISTA	Tarjousnumero	Tarjotun kauden alkamispäivä	Alue	Kohde	Kohde	Kohde	Kohde
Rakennusjärjestys							
Ohjeita							
Falkonin							
Pöytäkirjat							
Sääntökirjat							
Muutokset							
Kuuleminen							
Alustava							
Ohjeita							
...							

5. Työmaan sijoitus- ja vahvontasuunnitelma	
---	--

5.1 Materiaalin ja rakenteiden sijoitus- ja vahvontasuunnitelma	Tarjotun kauden alkamispäivä	Alue	Kohde	Kohde	Kohde	Kohde

6.1 Rakenteiden sijoitus- ja vahvontasuunnitelma (Laudat ja sokkeli)	
--	--

6.2 Hyvien käytäntöjen sijoitus- ja vahvontasuunnitelma	
---	--

6.3 Rakenteiden sijoitus- ja vahvontasuunnitelma (Laudat ja sokkeli)	Rakennusjärjestys	Alue	Kohde	Kohde	Kohde	Kohde	Arvioitu määrä
Alue	Viestintäkeskus						0,0
Rakennus	Viestintäkeskus						0,0
Kohde	Viestintäkeskus						0,0
Alue	Viestintäkeskus						0,0
Rakennus	Viestintäkeskus						0,0
Kohde	Viestintäkeskus						0,0
Alue	Viestintäkeskus						0,0
Rakennus	Viestintäkeskus						0,0
Kohde	Viestintäkeskus						0,0

6.4 Alueiden sijoitus- ja vahvontasuunnitelma	Rakennusjärjestys	Alue	Kohde	Kohde	Kohde	Kohde	Arvioitu määrä
Alue	Viestintäkeskus						0,0
Rakennus	Viestintäkeskus						0,0
Kohde	Viestintäkeskus						0,0











