



# **TYÖMAAN KOSTEUDENHALLIN- NAN KEHITTÄMINEN**

Jussi Lammi

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2012  
Rakennustekniikan koulu-  
tushjelma  
Tuotantotekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Työmaan tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto

LAMMI, JUSSI:  
Työmaan kosteudenhallinnan kehittäminen

Opinnäytetyö 43 sivua, josta liitteitä 2 sivua  
Toukokuu 2012

---

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin työmaan kosteudenhallintaa. Aihealueesta laadittiin paketti, jossa otettiin kattavasti huomioon koko rakennusaikainen kosteudenhallinta. Työn tilaajana toimi Rakennusliike K ja M Lammi Oy ja ohjaavana opettajana Katja Lehti. Ohje rajattiin yleisimmille rakennuskohteille, kuten kerros- ja rivitalotyömaille.

Työssä tuotiin esille kosteusteknisesti tärkeät ja huomioitavat asiat kullekin rakennusvaiheelle aina maanrakennustöistä sisävalmistusvaiheeseen asti. Teorian avulla saatiin luotua lukijalle mahdollisimman tarkka kuva kosteudesta työmaalla.

Työ käy läpi kosteuden kannalta yleisimmät ongelmakohdat rakennustyömaalla ja on suunnattu yleiseksi ohjeeksi, niin työmaalle kuin tietoa kosteudenhallinnasta tarvitsevillekin. Teoreettisen pohdinnan lisäksi laadittiin tarkistuslista työmaan käyttöön.

Laadittuja ohjeita noudattamalla suurin osa kosteusongelmista voidaan välttää. Maanrakennusvaiheen ratkaisuilla ja oikealla perustamiskorkeudella on kuitenkin katsottu olevan suurin vaikutus kosteusongelmien syntyjen ehkäisemisessä.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Construction management

LAMMI, JUSSI:  
Improvement of Moisture Control on a Construction Site

Bachelor's thesis 43 pages, appendices 2 pages  
May 2012

---

This thesis dealt with the construction site moisture management. Priority package was drawn up, which took full account of the entire construction phase of the humidity control. The client of the work was Rakennusliike K ja M Lammi Oy and supervising teacher was Katja Lehti. Instruction was limited to the most common building objects, such as blocks of flats and terraced building sites.

The work highlighted the technologically important moisture and related matters for each of the construction phase of the construction work at home making up to the stage. Theory was created in the reader the most accurate picture of moisture at site.

The work goes through the humidity of the most common problem areas on the construction site and is intended for a general guide, so the site as the data management require more moisture. In addition to theoretical thought was prepared a checklist of the use of the site.

Follow the instructions most of the moisture problems can be avoided. The construction phase, and the right solutions to the foundation height, is considered to have the greatest impact in preventing the moisture problems of origins.

---

Key words: moisture control, moisture

## **ERITYISSANASTO**

<b>Diffuusio</b>	on ilmiö, jossa molekyylit siirtyvät väkevämmästä pitoisuudesta laimeampaan.
<b>Höyrinsulku</b>	on ainekerros, jonka tarkoitus on estää vesihöyryn diffuusio rakenteeseen.
<b>Kapillaari ilmiö</b>	vesi imeytyy huokoiseen aineeseen, jos kappale on kosketuksessa veteen.
<b>Konvektio</b>	on lämpöenergian siirtymistä aineen virtauksen mukana.

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
1.1 Työn tausta.....	6
1.2 Työn tavoite .....	6
1.3 Työn rajaukset.....	7
2 YLEISIMMÄT KOSTEUSONGELMAT RAKENTAMISESSA .....	8
2.1 Ulkoiset kosteuslähteet .....	8
2.2 Sisäiset kosteuslähteet.....	9
2.3 Kosteuden siirtyminen .....	10
3 MAANRAKENNUS / PERUSTUKSET .....	15
3.1 Kaltevuudet .....	15
3.2 Suunnitelmapuutteet .....	16
3.3 Korkeusasema .....	17
3.4 Täytöt .....	19
3.5 Sokkelieristykset .....	20
3.6 Salaojat ja painanteet .....	22
3.7 Säätilan vaikutukset .....	24
4 RUNKOVAIHE .....	26
4.1 Työjärjestykset.....	26
4.2 Suojaus.....	28
4.3 Ilman- ja höyrynsulku .....	29
4.4 Eristeet ja lämpövuodot .....	30
4.5 Kuivumisajat ja kuivaimet .....	32
4.6 Tavarankäytön varastointi .....	34
4.7 Detaljit suunnittelussa.....	35
5 POHDINTA.....	39
LÄHTEET.....	40
LIITTEET .....	42

## **1 JOHDANTO**

### **1.1 Työn tausta**

Rakennusmateriaalien lisääntyessä ja eristevahvuuksien kasvaessa, on työmaan kosteudenhallinta noussut yhä merkittävämpään rooliin rakentamisessa. Kosteudenhallinta ja sen kehittäminen on asia, josta ei voi välttyä missään rakennusprojektissa. Tämän vuoksi päätettiin yhteistyössä Rakennusliike K ja M Lammi Oy:n kanssa valita kyseinen aihe työn aiheeksi.

Rakennusliike K ja M Lammi Oy on vuonna 1985 perustettu Juupajokelainen rakennusyritys. Päätoimialueena tällä hetkellä on Pirkanmaa, mutta myös Kanta-Häme sekä Keski-Suomi kuuluvat toimialueeseen. Yrityksen toimenkuvaan kuuluu uudis- ja korjausrakentaminen. Henkilöstöä yrityksessä on keskimäärin 12 - 17.

### **1.2 Työn tavoite**

Työn tavoitteena on antaa teoreettista tietoa kosteudenhallinnasta rakennustyömaalla. Sen avulla pyritään ennakoimaan kullekin rakennustyövaiheelle tyypillisiä kosteusriskejä ja tuomaan tämän myötä säästöjä niin ajallisesti, kuin rahallisestikin esimerkiksi vähentyvän jälkikuivatuksen ansiosta.

Tarkoituksena on löytää ratkaisuja ongelmiin. Käydään läpi myös kuivumisaikoja ja materiaaleille tyypillisiä ominaisuuksia, kuitenkin pureutumatta liikaa fysikaalisiin ilmiöihin.

### **1.3 Työn rajaukset**

Opinnäytetyö käsittelee yleisimpiä kosteusongelmia rakennustyömailla, niiden estämistä ja rakenteiden sekä rakennustavaroiden suojaamista kosteudelta. Työ keskittyy yritykselle tyypillisiin kohteisiin, kuten rivi- ja kerrostalotyömaille.

## 2 YLEISIMMÄT KOSTEUSONGELMAT RAKENTAMISESSA

### 2.1 Ulkoiset kosteuslähteet

Kosteusteknisiin asioihin tulee kiinnittää erityistä huomiota jo heti perustusvaiheessa. Väärä perustamistapa tai maanrakennustyössä tehdyt virheet, saattavat jo sellaisenaan pilata uuden rakennuksen. Jäljempänä kerrotaan mahdollisista kosteusongelmiin johtavista virheistä.

Kalliolle tehtävät perustukset mielletään erityisen hyväksi juuri kantavuuden vuoksi. Harvoin kuitenkaan voidaan valaa perustuksia suoraan puhtaalle kalliolle, vaan joudutaan louhimaan pintaa oikeaan asemaan. Louhinnasta aiheutuvia riskejä ovat usein vesipesäkkeet, joita jää epätasaisen louhinnan tai puutteellisen kolojen betonoinnin ansiosta. Tällöin perustusten alla lepäävä vesi saattaa aiheuttaa ongelmia. Myös kellarikerroksellinen rakennus kalliolla on yleinen ja riskialtis paikka. Vesi voi tihkua kallion raoista suoraan rakennuksen seinään ja jäädä seisomaan rakennuksen vierustoille.

Rakennuspohjan muotoilussa on puutteita, tai niitä ei ole osattu valvoa kuntoon ennen täyttötöiden aloittamista. Maassa oleva vesi valuu suoraan perustuskerrokseen, eikä hallitusti pois päin rakennuksesta.

Kosteus nousee maaperästä täyttökerroksia pitkin kapillaarisesti perustuksiin ja lattiarakenteisiin. Usein myös maanvastaisessa seinässä ilmenee ongelmia. Sokkelin vedeneristys vuotaa ja kellaritiloissa kosteusvauriot ilmenevät esimerkiksi maalien hilseilyinä ja tunkkaisena hajuna. Yleensä myös alhainen sokkelinkorkeus aiheuttaa ongelmia kosteuden kanssa.

Tontin salaojitus on puutteellinen tai ylikuormitettu. Katoilta tulevat vedet ja pintavedet on johdettu vastoin säädöksiä rakennuksen salaojiin. Painanteet ohjaavat veden väärään paikkaan. Pihojen nurmikot ovat epämiellyttävän pehmeitä ja niiden huolto on hankalaa



maan pettämisen takia. Keväisin pihat routivat ikävästi ja pahimmassa tapauksessa aiheuttavat vaurioita talon rakenteisiin ja maanalaisiin putkituksiin.

Tuulettuvassa alapohjassa on havaittavissa kosteusongelmia. Kosteus pääsee tiivistymään alapohjarakenteisiin aiheuttaen homevaurioita. Pahimmassa tapauksessa ryömintätila on rakennettu ”monttuun”, jossa vesi lepää avoimena. Usein tuuletusluukut sijaitsevat maanpinnan tasolla, joka edesauttaa pintavesien pääsyn tuuletustilaan.

Vesikaton läpivientien liitoksissa on ongelmia. Vesi pääsee sisälle kattorakenteisiin läpivientien pettäneistä tai väärin suunnitelluista liitoksista. Kattokaivot on sijoitettu väärin tai eivät vedä lainkaan tukkeutumisen vuoksi. Katoille kertynyt vesi patoutuu ja valuu räystäiden kautta seinille.

Rakennustavaran varastoinnissa ja suojauksessa on ongelmia työmaalla. Tuotteet pääsevät kastumaan tai eivät ole oikeassa lämpötilassa ennen paikalleen asennusta. Hukkaprosentti kasvaa ja ongelmana on, ettei materiaali ehdi kuivaa lainkaan asennetussa ympäristössä.

## **2.2 Sisäiset kosteuslähteet**

Tässä osiossa sisäisillä kosteuslähteillä tarkoitetaan rakennustyön aikana materiaaleissa olevaa kosteutta, sekä työvaiheita, joissa vettä käsitellään rakennuksen sisätiloissa rakennusvaiheessa. Seuraavaksi esitetään niihin liittyviä ongelmia ja riskejä.

Useissa rakennuksissa on niiden valmistumishetkellä runsaasti ylimääräistä rakenteen ympäristöolosuhteita vastaavan tasapainokosteuden ylittävää kosteutta. Rakennuskosteutta siirtyy rakenteeseen valmistuksen, kuljetuksen ja rakennustyön aikana. Tällaisia rakenteita ovat erityisesti muuratut rakenteet, betonirakenteet ja rappaukset. Rakenteen kuivumiselle tulisi varata riittävästi aikaa kosteusvaurioiden välttämiseksi. (RIL 155 Lämmön- ja kostedeneristys 1984.)

Yksi suurimmista ongelmista työmaalla on liian sadeveden pääsyn estäminen rakennuksen runkoon ja sisätiloihin. Rakennuselementtien eristekerrokseen päässyt vesi kastelee niin pahasti eristeet, etteivät ne ehdi kuivua tarpeeksi nopeasti, jos kuivuvat lainkaan. Ongelmaa ei osata tai haluta tiedostaa heti, vaan kosteusvauriot paljastuvat myöhemmin ikävällä tapaa.

Runkorakenteen kuivumiselle ei ole tarpeeksi aikaa. Paikalla valetut rakenteet eivät ehdi kuivua sallittuihin oloihin ennen pinnoitusta. Kosteus ei pääse ulos rakenteista, vaan pintarakenteet irtoilevat ja rakenteisiin syntyy homevaurioita.

Rungon kuivatusvaiheessa ei ole kiinnitetty tarpeeksi huomiota suojaukseen. Tuuletus on riittämätön tai ulkopuolinen vesi pääsee hidastamaan kuivatusprosessia. Lisäksi vuodenaika ja sääolosuhteet ovat epäsuotuisat rakenteen kuivumiselle.

Höyrynsulun liitoskohdat ja läpiviennit ovat jääneet puutteelliseksi. Vesihöyryä pääsee siirtymään diffuusion avulla enemmän rakenteeseen kuin rakenteesta voi poistua. Tällöin pääsee syntymään helposti kosteusvaurioita.

### **2.3 Kosteuden siirtyminen**

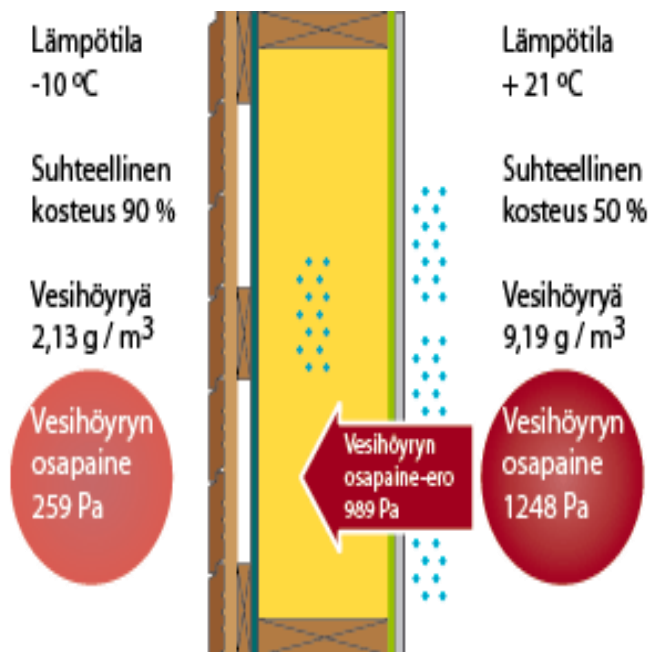
Vesi voi esiintyä kolmessa olomuodossa, kiinteänä jäänä, nestemäisenä vetenä ja kaasumaisena vesihöyrynä. Kosteuden siirtymistapoja materiaaleissa ja rakenteissa ovat vesihöyryn diffuusio, vesihöyryn konvektio, painovoimainen siirtyminen ja kapillaarinen siirtyminen. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Vesihöyry siirtyy diffuusiolla suuremmasta vesihöyryn osapaineesta pienempään. Diffusiovirtauksen suuruuteen vaikuttavat vesihöyrypitoisuuden ero rakenteiden eri puolilla ja materiaalin vesihöyrynläpäisevyys. Materiaalikohtaiset erot vesihöyrynläpäisevyydessä ovat suuret. Esimerkiksi 100 mm:n paksuinen betoni läpäisee kymmenen kertaa enemmän vesihöyryä kuin 0,2 mm vahva muovikalvo, kun taas 100 mm vahvui-

sen mineraalivillan vesihöyrynläpäisevyys on satakertainen suhteessa 100 mm:n paksuiseen betoniin. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Rakenteen sisäpuolen höyrynsulkuna käytetään materiaalia, jolla on korkea diffuusiovastus, estämään vesihöyryn pääsy rakenteisiin. Ulkopuolella tuulensuojana taas käytetään materiaalia, jolla on pieni vesihöyryn diffuusiovastus, jotta eristeisiin kulkeutunut vesihöyry pääsisi tuulettumaan. (Tiivistalo 2012.)

Diffuusion kulkusuunta on yleensä sisätiloista ulospäin (kuva 1), koska sisäilmassa on useimmiten ulkoilmaa enemmän kosteutta. Aina lämpötila ei kuitenkaan määrää diffuusion suuntaa. Esimerkiksi alapohjarakenteissa kosteutta voi kuitenkin tulla diffuusiolla kylmästä lämpimään. (Tiivistalo 2012.)

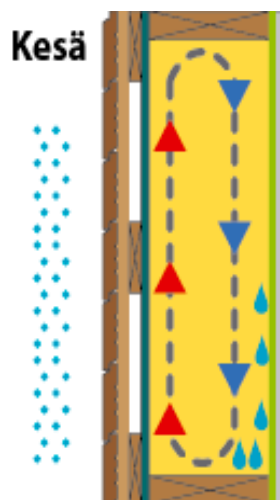


KUVA 1. Vesihöyryn kulkusuunta seinärakenteen läpi pakkasella (Tiivistalo 2012)

Vesihöyryn siirtymistä ilmavirran mukana kutsutaan konvektioksi. Ilmavirtauksia aiheuttavat rakenteen eri puolilla mahdollisesti vallitsevat erilaiset ilman kokonaispaineet. Vesihöyryn konvektiossa potentiaalina ovat siis ilmanpaine-erot, joita aiheuttavat tuuli, lämpötilaerot, ilmanvaihtojärjestelmä ja puhaltimet. (Björkholtz 1997.)

Ilma jäähtyy virratessaan ulos sisätilasta. Tuloksena tästä voi olla haitallista kosteuden tiivistymistä ja keräytymistä. Sisälle päin virratessa ilma taas lämpenee ja kuivattaa virtauksen avulla rakennetta, koska ilman sitomiskyky kasvaa. (Björkholtz 1997.)

Kesällä syntyvää haitallista konvektiota voi syntyä, jos lämpötila on korkeampi ulkona ja eristeen sisällä. Ulkoseinää vasten oleva lämmin ilmassa nousee ylöspäin ja kohtaa viileämmän sisäseinän. Tällöin ilma alkaa viilentyä ja muuttua raskaammaksi tilavuuden laskiessa. Jos rakenne ei pääse tuulettumaan tarpeeksi ja saavutetaan kastepiste, ylimääräinen kosteus voi tiivistyä haitallisesti sisäseinän puoleisiin rakenteisiin (kuva 2).



KUVA 2. Konvektion aiheuttama haitallinen kosteuden tiivistyminen sisäseinän rakenteisiin (Tiivistalo 2012)

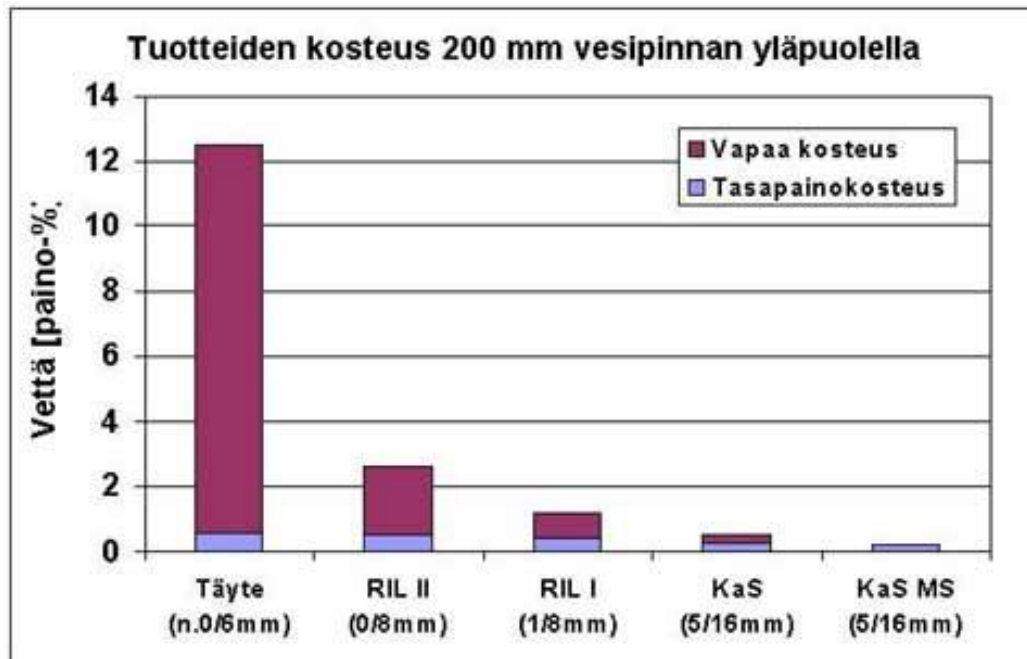
Kosteus siirtyy myös painovoiman ansiosta. Merkittävä osa rakennusteknisistä ratkaisuista perustuu juuri veden painovoimaiseen siirtymiseen. Sen avulla vesi kulkee alaspäin. Toivottua painovoimaista siirtymistä käytetään hyväksi esimerkiksi kylpyhuoneen lattian kaadoissa, kouruissa, katoilla ja putkistoissa. Vähemmän toivottu painovoimainen liike tuottaa yleensä vaivaa raoissa, saumoissa ja halkeamissa. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Veden kapillaarisella liikkeellä tarkoitetaan rakennusaineiden ja maaperän kykyä imeä ja siirtää vettä itseensä niiden ollessa kosketuksissa veden kanssa. Tällaista vettä ovat mm. sade (julkisivut), pohjavesi (maaperä) sekä sulamis- ja valumavedet (kellarin seinät, perusmuurit). (Björkholtz 1997.)

Maaperän kapillaarivoimat nostavat vettä pohjavedenpinnan yläpuolelle. Rakenteen ja maaperän väliin tulevan kapillaarisuuden katkaisevan kerroksen ansiosta kapillaarista nousukorkeutta ei normaalisti tarvitse kuitenkaan ottaa huomioon laskelmissa. Tämän kerroksen pois jättäminen on riskialtista. Rakennusaineiden kapillaariset nousukorkeudet voivat ylittää kymmeniä tai jopa satoja kertoja rakennusaineissa käytetyt paksuudet. Onkin käytettävä kapillaarikatkosta aina paikoissa, joissa vettä voi siirtyä haitallisessa määrin rakennusaineesta toiseen. Kapillaarikatkoina käytetään esim. bitumia perusmuurin ja seinän välillä sekä huopakaistaa erottamaan puun ja betonin. (Björkholtz 1997.)

Taulukossa 1 materiaalimerkintä täyte on hienoa hiekkaa, RIL I ja RIL II ovat normien mukaiset salaojatorat. KaS on kalliosta murskattua sepeliä. KaS MS on kapillaarikatkosepeliä, joka on märkäseulottu pölyn poistamiseksi ja tuotteen tasalaatuistamiseksi. Täytteen valinnalla on siis erityinen merkitys rakennettaessa maanvaraisilla pohjaratkaisuilla. (Rakentaja 2012.)

TAULUKKO 1. Kiviaineksen rakeisuuden vaikutus kosteuden sitoutumiseen (Rakentaja 2012)

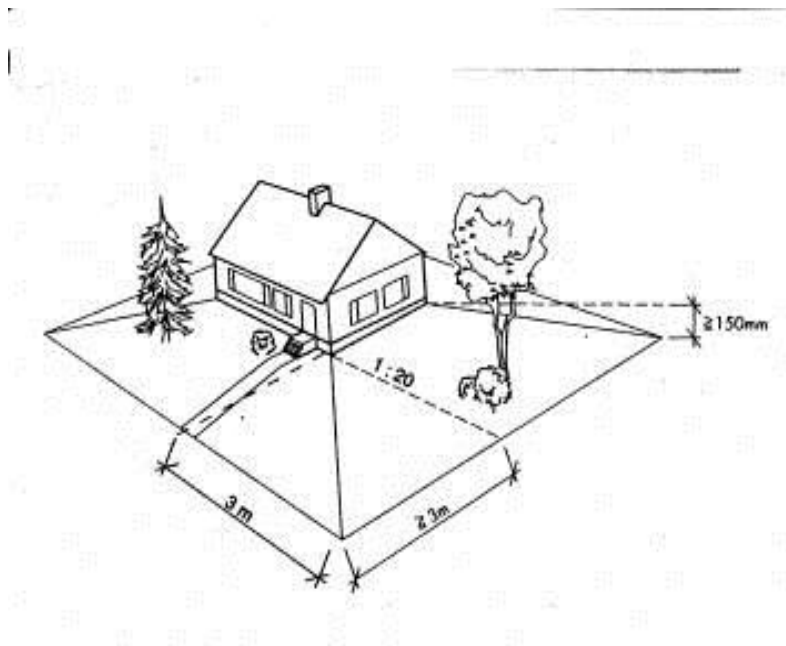


Diffuusioon ei juurikaan voida kiviaineksen valinnalla vaikuttaa, mutta kapillaarisuuteen kylläkin. Kapillaarisuuden nostamaa vesimäärää voidaan vähentää merkittävästi käyttämällä juuri siihen kehitettyä kapillaarikatkosepeliä. Kosteus nousee sepelissäkin, mutta kosteuspitoisuudet ovat niissä hyvin pienet verrattuna hiekkaan ja soraan, jossa hienoainesta on runsaasti. Kapillaarisen kosteuden määrään vaikuttaa merkittävästi juuri tuotteiden rakeisuus. Nyrkkisääntönä on, että mitä hienojakoisempaa kiviaines on, sitä korkeammalle kapillaarinen kosteus voi rakenteissa nousta. Kosteus pääsee nousemaan myös karkeissa rakenteissa rakeiden pinnalla olevan pölyn ansiosta. Tämän vuoksi kapillaarikerroksen tulisi alapohjassa olla vesipestyä sepeliä, josta pöly on poistunut. (Rakentaja 2012.)

### 3 MAANRAKENNUS / PERUSTUKSET

#### 3.1 Kaltevuudet

Sade- ja sulamisvesien aiheuttamaa kosteusrasitusta perustusrakenteille vähennetään maanpinnan oikealla muotoilulla (kuva 3). Tämän takia myös kosteuskuormitus kapillaarisen veden nousun kannalta perustusrakenteisiin vähenee. Rakennusta ympäröivä maanpinta tulee muotoilla rakennuksesta pois päin viettäväksi. Vähimmäiskaltevuuden tulisi olla kolmen metrin etäisyyteen sokkelista 1:20. (RakMk C2 1998.)



KUVA 3. Esimerkki maanpinnan muotoilusta rakennuksen ympärillä (RakMK C2 1998)

Rinnetonteilla maanpinnan muotoillessa välittömästi rakennusta tai muiden käyttötarkoituksesta johtuvien pakotteiden myötä on säädösten tarkka noudattaminen usein vaikeaa tai mahdotonta. Tällöin tulisi kuitenkin soveltaa ohjetta maanpinnan kallistamisesta pintavesien poisjohtamiseksi huolellisella suunnittelulla ja toteutuksella rakennettavan kohteen ehdoilla. Eritystä huomiota on kiinnitettävä rinteiden yläpuolelta valuviin sade- ja sulamisvesiin, jotta ne ohjautuisivat oikein rakennuksen sivuitse. On kuitenkin

huomioitava, ettei vesien ohjauksesta aiheudu haittaa naapuritonteille. Tarvittaessa pyritään tekemään niskaojat tai vastakallistukset. (RakMk C2 1998.)

### **3.2 Suunnitelmapuutteet**

Ennen maankaivun aloittamista tulee varmistaa, että tarvittavat viranomaisilmoitukset ja -luvat on annettu ja saatu. Maankaivun toteutus tulee suunnitella aikataulun ja tavoitteiden mukaisesti. Kaluston sopivuus kyseiseen kohteeseen tarkistetaan. (Rakennustöiden laatu 2009.)

On varmistettava, ettei piirustuksissa ilmene puutteita ja että olosuhteet ovat asiakirjojen mukaiset. Rakennuttajan tulee selvittää kaivualueella olevat putket, johdot, kaapelit yms. rakenteet sekä terveydelle vaaralliset aineet. Myös veden, sähkön ja kaasun katkaisu alueelta on varmistettava. Turvallisuuden kannalta myös luiskien kaltevuudet ja kaivuvarat on tarkistettava. (Rakennustöiden laatu 2009.)

Väli aikaisten tuentojen purkuajankohta tulee varmistaa. Loppukaivu sekä työnaikainen kuivatus lähellä perustamistasoa suoritetaan siten, että kaivannon pohja häiriintyy mahdollisimman vähän. Häiriintynyt maa-aines tulee korvata suunnittelijan ohjeiden mukaisella täytöllä. Kylmänä vuodenaikana kaivanto tulee suojata niin, ettei sen jäätymisestä synny vahinkoa. (Rakennustöiden laatu 2009.)

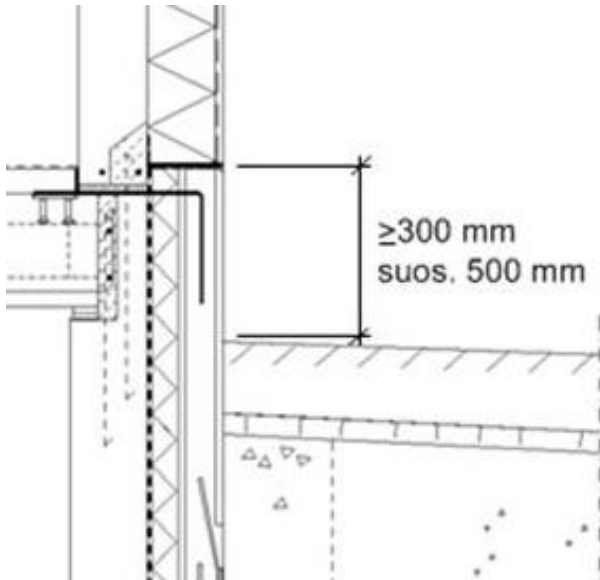
Perustusten osalta tulee varmistaa, että rakennus perustetaan korkeusaseman suhteen tarpeeksi ylös. Rakennustontin ympärillä oleva maanpinnan muoto ja korkeus huomioidaan suhteessa rakennettavaan ympäristöön. Suunnitelma-asiakirjoista tarkastetaan vielä kosteuden kannalta kriittisimmät kohdat, kuten perustusten kapillaarikatkot ja salaojien sekä pintakallistusten riittävyys.



Rakennuspaikan pohjaolosuhteet tulee selvittää ennakolta jokaisen rakennushankkeen yhteydessä. Tämä selvitys tehdään yleensä rakennuspaikalla suoritettavalla pohjatutkimuksella. Pohjatutkimuksessa selvitetään maapohjan kerrosrakenne, pinnanmuodot, kalliopinnan sijainti, maakerrosten ja kallion ominaisuudet sekä pohjavesisuhteet turvallisen rakentamisen aikaansaamiseksi. (Suomen rakentamismääräyskokoelma B3, 2004.)

### **3.3 Korkeusasema**

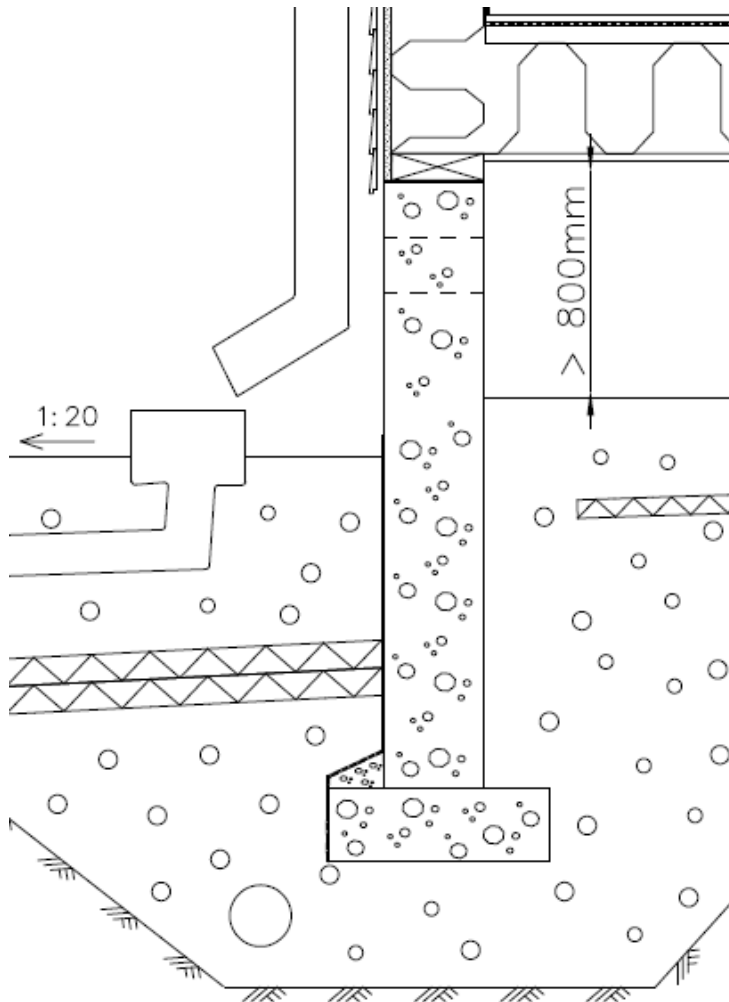
Rakennuksen korkeusasema vaikuttaa oleellisesti perustamisratkaisuihin, kaivu- ja täyttökustannuksiin sekä rakennuksen ja koko piha-alueen ulkonäköön. Korkeusasemaa huomioitaessa tulee ottaa huomioon mm. rakennuspaikan korkeuserot, teiden ja katujen korkeusasema sekä piha-alueen kuivatus. Kustannusten kannalta ei ole järkevää tehdä liian korkeita täyttöjä. Lattiapinnan ja maanpinnan välinen korkeusero tulee nyky määräysten mukaan olla vähintään 300 mm (kuva 4), mutta suositeltava muurin korkeus on 500 mm, jotta kosteusvaurioilta vältyttäisiin. Kaikki julkisivumateriaalit eivät myöskään kestä vaurioitumattomina tai ulkonäöllisesti moitteettomina roiskeveden, lumipeitteen ja kasvillisuuden aiheuttaman kosteusrasituksen takia. Liian matala perustus lisää myös lattiarakenteiden kosteusvaurioriskejä ja puurakenteiden lahoamisvaaraa. Routivalla maalla perustamissyvyys tulisi olla vähintään 600 mm, jotta routasuojauksen päälle saataisiin riittävä 300 mm maakerros seinän vierustalle tehtäviä istutuksia varten. Routimattomilla maapohjilla perustamissyvyys voi tosin olla matalampi. (Betoni 2012.)



KUVA 4. Lattiapinnan ja maanpinnan vähimmäiskorkeusero  
(Elementtisuunnittelu 2012)

Ryömintätalallinen alapohja tulee suunnitella ja rakentaa siten, ettei ryömintätilaan kerääny vettä ja että ryömintätila tuulettuu riittävän tehokkaasti, eikä kosteudesta ilmatilassa ole haittaa rakenteiden toiminnalle ja kestävyydelle. Ryömintätilan tarkastettavuuden kannalta tulee ryömintätilan korkeuden olla vähintään 0,8 m (kuva 5) ja kulkuaukkojen kautta on päästävä kaikkialle ryömintätilaan. (RakMk C2 1998.)

Ryömintätilan tuuletusaukkojen yhteispinta-alan tulee olla vähintään 4 promillea ryömintätilan pinta-alasta. Tuuletusaukot on jaettava tasaisesti ulkoseinälinjalle niin, että koko ryömintätila pääsee tuulettumaan. Aukkojen alareunan on oltava vähintään 150 mm maanpinnan yläpuolella, mutta jos mahdollista niin mieluummin tätäkin korkeammalla. Aukkojen vähimmäiskoko tulee olla 150 cm<sup>2</sup> ja enimmäisvälin 6 m. Ryömintätallassa oleviin väliseiniin ja tilaa osastoiviin palkkeihin tehtävät reiät on oltava kooltaan kaksinkertaiset ulkoseinien reikiin verrattuna. (RakMk C2 1998.)



KUVA 5. Nykyaikainen tuulettuva alapohjarakenne vaadittavine mittoineen (Etholén 2011.)

### 3.4 Täytöt

Anturoiden alla esiintyvät kaikkein suurimmat jännitykset. Niinpä materiaalin tulee anturoiden alla olla helposti tiivistettävää ja tiivistettynä hyvin kantavaa. Tällaista materiaalia on sora tai murske. (Jääskeläinen 2009.)

Pohjarakennusohjeen mukaan anturoiden alla tulisi aina käyttää moreenipohjaisilla mailla 200 mm:n vahvuista sora-arinaa. Sorakerroksen avulla saadaan vesi kulkemaan anturoiden alitse ulkopuolisiin salaojiin. Arina estää ilmiön, jossa jokin osa anturaa lepäisi lohkarkeen päällä, kun taas toinen osa saattaisi painua. Arina levittää myös rasiituk- sia anturan alapinnasta luonnonmaahan. Luonnonmaan ja soratäyttöjen välillä tulisi käyttää suodatinkangasta materiaalien sekoittumisen estämiseksi. (Jääskeläinen 2009.)

Louhittaessa kalliota, tulee kallioon jääneet vesipesät täyttää esimerkiksi valamalla be- tonilla umpeen. Tätä ennen ei täyttöä saa aloittaa.

Lattiarakenteen alle tulee levittää vähintään 200 mm:n vahvuinen, kosteuden kapillaari- sen nousun katkaiseva kerros kuten sepeli- tai pesty singelikerros. Täyttötöissä tulee myös kiinnittää erityistä huomiota kerrosten tiivistämiseen. Sora- ja mursketäytöt tulee tiivistää yleisesti noin 4-6 kertaan.

### **3.5 Sokkelieristykset**

Käytettäessä perusmuurilevyä sokkelin ulkopinnassa, tulee alimman harkon ja anturan ulkopinnassa oleva vedeneristyskermi limittää vähintään 100 mm perusmuurilevyn alle (kuva 6). Radonin torjumiseksi tulee laatan ja perusmuurin liittymässä käyttää kumibi- tumikermiä. (RT-81-10854 2005.)



Kuva 6. Vedeneristyskermin ja perusmuurilevyn limitys anturan ja sokkelin liittymässä (Taloencore 2012)

Kellarin seinä tulee suojata kosteudelta bitumihuovalla. Kosteudeneristys voidaan myös toteuttaa mineraalivillalla, mutta tämän tulee olla erityisen kovaa, siihen tarkoitukseen sopivaa. Vähimmäispaksuus on 50 mm. Eristys pitää suojata ala- ja yläosista huopakaisella. Lisäksi muurattu kellarin seinä pitää slammata tai rapata ulkopinnasta. Mineraalivilla antaa ns. diffuusioavoimen kosteussuojan, joka ei estä rakennekosteuden kuivumista ulospäin. Kellarin seinän ollessa eristyksen lämpimällä puolella, on se eduksi seinän kosteutta ajatellen. (Björkholtz 1997.)

### 3.6 Salaojat ja painanteet

Salaojan tehtävänä on kuivattaa maapohjaa syvemmältä. Maanpinnan muotoilu ja erilaiset kourut taas ovat pintakuivatusrakenteita. Salaojituskerros on oltava hyvin vettä läpäisevää tasarakeista sepeliä tai muuta materiaalia, jolla on vastaavat vedenläpäisyominaisuudet.

Ulkopuolisten vesien tulo tontille pyritään estämään rinteiden juurialueilla rinteiden puoleiselle rajalle tehtävällä niskaojalla. Nämä vedet voivat olla hetkittäin erittäin suuriakin, joten ne pitää pyrkiä johtamaan mahdollisimman suoraan väljiä reittejä käyttäen purkupaikkaan. (Jääskeläinen 2009.)

Salaojitus tulee tehdä aina. Sen yhteyteen on tehtävä kapillaarikatko, joka estää veden nousun rakenteisiin. Salaojat sijoitetaan perusmuurianturan alimman tason alapuolelle ja anturan alle tehdään kapillaarisen nousun katkaiseva salaojituskerros, jota pitkin vesi pääsee hallitusti valumaan salaojiin. Perusmaiden pinnat tulee kallistaa niin, että perusvedet kulkeutuvat painovoiman avulla kapillaarikerroksessa salaojiin. (Sisäilmayhdistys 2012.)

Salaojista vedet kerätään perusvesikaivoihin vesien poisjohtamiseksi (kuva 7). Perusvesikaivoissa tulee olla padotusventtiili, joka estää vesien pääsyn rakenteisiin salaojia pitkin. Rakennuksen salaojiin ei saa johtaa pintavesiä tai katoilta valuvia vesiä. (Sisäilmayhdistys 2012.)



KUVA 7. Pientalon salaoja- ja sadevesijärjestelmän periaate (Rakentaja 2011)

Salaojaputken ylimmän pinnan tulee olla vähintään 0,4 m viereisen tai yläpuolisen maanvastaisen lattian alapinnan alapuolella. Alapohjassa salaoja tulee asentaa kapillaarisen nousun katkaisevan salaojituskerroksen alapuolelle. Perus- ja tukimuurin vastainen salaojatäyttö tulee olla vähintään 200 mm (kuva 8). Salaojaputkea ympäröivän salaojituskerroksen tulee olla putken alla ja sivuilla vähintään 100 mm ja putken päällä vähintään 200 mm. Piha-alueen päällysteen tai pintarakenteiden alapuolisen aineksen tulee olla huonosti vettä läpäisevää, jotta sade- ja pintavedet eivät kulkeutuisi salaojiin. (Sisäilmayhdistys 2012.)

Perusmuurin ulkopuolisen salaojien vähimmäiskaltevuus tulee olla 1:200. Jos salaojia ei routasuojata, tulee peitesyvyyden olla Etelä-Suomessa vähintään 0,8 m. (RT-kortisto 2010.)

Ellei perusmuurin anturan alle tehdä 200 mm:n salaojituserrosta, tulee perusmuuriin tai perusmuurin anturaan tehdä reikiä veden poisjohtamisen vuoksi. Reikien halkaisijoiden tulee olla vähintään 100 mm ja niitä tulee sijoittaa 1,5 - 3,0 m jaolla. Pääsääntönä kuitenkin on, että arinakerros tehtäisiin anturan alle. (Jääskeläinen 2009.)



KUVA 8. Kellarillisen ulkoseinän vedeneristys ja salaojituksen toteutus (weber 2012)

### 3.7 Säätilan vaikutukset

Talvirakentaminen lisää suunnittelun ja huolellisuuden merkitystä entisestään maanrakennusvaiheessa. Työmaalla täytyy osata varautua kylmyyden ja lumen tuoman kustannusten nousun lisäksi myös aikataulullisiin nousuihin.

Jos työmaa aloitetaan talvella, olisi lumenpoisto syytä tehdä vasta viime hetkellä ja vaikkapa vaiheittain sitä mukaa kuin muu työ sen sallii. Lumen tuoman eristävyys poistaminen vaikeuttaa kaivutyötä entisestään, sillä routa pääsee tunkeutumaan paljaaseen maahan esteettä. Jäätyneen maan kaivu aiheuttaa lisäkuluja. Varsinkin liikutuilla



alueilla saatetaan joutua turvautumaan järeisiin menetelmiin ja päästäkseen sulaan maahan, joudutaan maata poistamaan paksulta. Maan poiskuljetuskustannusten nousun lisäksi menetetään usein myös materiaalia, jota muuten olisi voitu hyödyntää tontin uudelleen muotoilussa. ( Jääskeläinen 2009.)

Perustuksia ei saa valaa jäätyneen maan päälle. Maan sulamisesta aiheutuu painumaa, jonka suuruutta on hyvin vaikea arvioida. Routa ei saa päästä perustusten alle senkään jälkeen, kun perustusten betonirakenteet on jo valettu. Tämän vuoksi tulee laatia selkeä suunnitelma siitä, miten kaivu, muotitukset, valut sekä suojaukset ja tarvittaessa lämmitykset hoidetaan niin, että pohjamaa ja perustusvalut pysyvät sulina työvaiheessa kuin siitä eteenpäinkin. ( Jääskeläinen 2009.)

Myös täyttö- ja tiivistystyössä on oltava huolellisia. Lunta ja jäätä ei saa jäädä täyttökerrosten väliin. Jää ei poistu täyttökerroksista tiivistysten aikana vaan sulaneen jään aiheuttama ilmiö näkyy vasta myöhemmin. Talvella tiivistystyössä tulee käyttää mahdollisimman kuivaa materiaalia. ( Jääskeläinen 2009.)

## 4 RUNKOVAIHE

### 4.1 Työjärjestykset

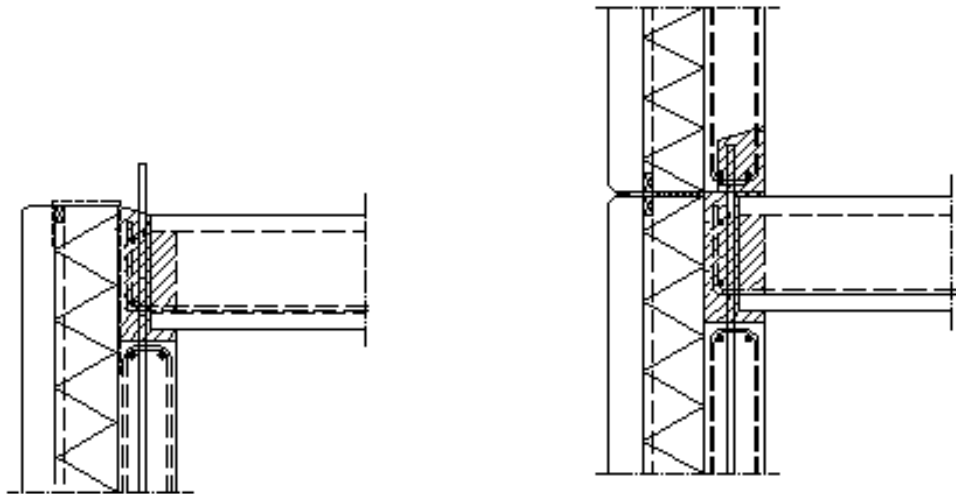
Kosteudenhallintasuunnitelmalla ja työjärjestyksellä on suuri vaikutus runkovaiheessa. Työn ja sopimusten valvonnalla sekä oikean työjärjestyksen löytämisellä on kosteuden kannalta suuri merkitys. Oikea työjärjestys vähentää suojauksen tarvetta, joka taas näkyy säästöinä työmaan kustannuksissa.

Kerralla tiiviiksi tehdyn välipohjan (kuva 9) merkitys korostuu kerrostalotyömaalla. Sen avulla rajataan veden pääsy alempiin kerroksiin. Syksyisenä sadepäivänä voi vettä tulla jopa 20 mm. Esimerkiksi 400 m<sup>2</sup> holvin lohkolla voi sademäärä tällöin olla 8 m<sup>3</sup>. Tästä vesimäärästä osa kulkee väliseiniä kohti ja osa kantavia ulkoseiniä kohden ja sitä kautta alaspäin, jossa sandwichelementin lämpöeristeet sijaitsevat. Tällöin eristeet saattavat olla paikoin täysin märkiä. (Suomen Betonitieto Oy 2003.)



KUVA 9. Paikalla valettu välipohja (Betoni 2003)

Jos välipohjarakenne toteutetaan ontelolaatoilla, pitää seuraavat asiat muistaa. Ontelolaattojen asennuksen jälkeen tukelaudoitus ja pumppusaumaus alapäin ohjaavat sadevesiä eristeeseen päin. Tämän veden haitallinen vaikutus eristeisiin pitäisi estää. Varsinainen saumaus tulisi tällöin tehdä mahdollisimman pian. Onteloiden kaareutuessa keskeltä, valuu holville satava vesi kantavia seiniä kohden. Jos seinäelementtien yläpäät on suunniteltu 10 - 20 mm laatastoa korkeammalle (kuva 10), pystytään eristetilän suojauksella ja huolellisella saumauksella saamaan aikaan padotusta eristetilän ja holvin välille. Mitä nopeammin holvi saadaan tiiviiksi, sitä enemmän alemmalle holville jää aikaa kuivua. Tämän jälkeen tulee muistaa järjestää vielä veden johtaminen pois kerrokista esimerkiksi reunakaistasta putken avulla ulos tai poraamalla reikiä holviin ja johtamalla kourua pitkin vesi ulos välipohjan alapuolella. (Suomen Betonitieto Oy 2003.)



KUVA 10. Ontelolaattojen saumaus on sadevesien kulun rajoittamisen kannalta keskeisin vaihe (Suomen Betonitieto Oy 2003)

Jotta rakennus saataisiin mahdollisimman nopeasti vesikattovaiheeseen, tulisi ensin asentaa seinäelementit sekä välipohjat ja vasta lopuksi parvekkeet jälkiasennuksena. Porrashuoneiden avonaiset lasiseinät tulee suojata väliaikaisesti tai nopeuttaa asennusta. Sisävalmistusvaihetta nopeuttaakseen kannattaa myös miettiä olisiko järkevä valmistaa parvekkekatot ja vesikatto maanpäällä ja nostaa lohkoina paikoilleen. Yleensä tasoitetyöt ja muut betonipintoja peittävät työt aloitetaan 3 viikkoa siitä kun lämpö on saatu päälle. (Suomen Betonitieto Oy 2003.)

Lopulliset ikkunat tulisi asentaa mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Tämä on julkisivun lämmöneristämisen kannalta edullisinta. Myös viistosateiden ja lumien pääsy rakennukseen estyy tämän myötä. Ikkunat tulee kuitenkin suojata muovilla valumavesien ja karmin kosteusvaurioiden estämiseksi. Jos ikkunoita ja parvekeovia ei voida asentaa tai niiden asennusta halutaan lykätä mahdollisten vaurioitumisten vuoksi mahdollisimman pitkälle, tulee aukot suojata esimerkiksi muovilla. Oviaukot tulee suojata kestävyden ja eristävyden takia vanerilla tai väliaikaisilla ovilla. (Betoni 2012.)

## **4.2 Suojaus**

Rakennustarvikkeiden suojauksessa tärkeää on, että tuote on suojassa koko toimitusketjun ajan tehtaalta asennukseen asti. Työmaalla rakennustavarat ja elementit tulee välivarastoida sääsuojissa tai huputettuina varmistaen, että tuuletus näissä on riittävä.

Paikalla valettavan välipohjan (kuva 9) suojaussuunnittelun lähtökohtana on minimoida sadevesiltä tiivistettävien läpimenojen määrä. Ulkoseinien sääsuojauksessa on huomiotava ulkoseinien rakennusmateriaalien säänkestävyys ja rakennusaikainen tiiveys, ettei rakenteiden sisään pääse haitallisesti kosteutta. Suojatuissa sisätiloissa voidaan täten aloittaa rakennekosteuden kuivatus ennen rungon valmistumista, jotta sisävalmistusvaiheen aloitus nopeutuisi. (Rakennustieto 2011.)

Työmaalla onteloiden vedenpoistoreiät tulee muistaa aukaista, ettei onteloihin jää haitallista vettä. Käytettäessä sisäkuorielementtejä ja muurattaessa julkisivu vasta myöhemmin paikanpäällä, tulee julkisivun lämmöneristeet suojata sateelta. Suojauksessa tulee käyttää riittävän lujuuden omaavaa muovia tai materiaalia, joka kestää puuskittaiset tuulet.

### 4.3 Ilman- ja höyrinsulku

Rakenteiden kosteus- ja lämpöteknisen toiminnan kannalta on otettava huomioon rakenteen suunnittelussa vesihöyryn diffuusion ja ilmavirtausten muodostama riski. Höyrinsulku ja ilmansulku tulee asentaa mahdollisimman lähelle rakenteen lämpimää pintaa. Rakennuksen vaipasta on saatava mahdollisimman ilmatiivis. Ilmansulun tiiveyteen tulee kiinnittää erityistä huomiota rakenneosien välisten liitosten, läpivientien laiteasennusten yms. kohdalla. Hyvä ja tiivis lopputulos vaatii oikean materiaalin, detaljisuunnittelun ja onnistuneen toteutuksen. . (RakMk C2 1998.)

Onnistuneen ja tiiviin läpiviennin aikaansaamiseksi on myös järkevä käyttää riskialttiissa paikoissa valmiita läpivientikappaleita (kuva 11). Itseliimautuvan laippaosan avulla saadaan tiivistettyä isommatkin viillot, joita ilman/höyrinsulkuun tulee esimerkiksi ilmanvaihtoputkien asennuksessa. (Visux 2012.)



KUVA 11. Läpivientikappale ilman- ja höyrinsulkuun (Visux 2012)

Kattokaivojen poistoviemärit sijaitsevat rakennuksen sisätiloissa ja voivat kylmänä vuodenaikana olla huoneilmaan verrattuna kylmiä. Tästä koituu vesihöyryn tiivistymistä poistoviemärien ulkopintaan, ellei niitä tiivistetä. Kattokaivojen poistoviemärien läpivienneissä täytyy kiinnittää huomiota ilmatiiviiseen liitokseen yläpohjan ilmansulun kanssa. Jos tätä ei huomioida, saattaa ilmavirtausten mukana kulkeva vesihöyry tiivistyä ja valua putkea myöten sisätiloihin kostuttaen putken lämmöneristyksen. (RakMk C2 1998.)

Kaksikerroksisessa puutalossa höyrynsululle kriittisiä paikkoja ovat erilaiset liittymät. Yläkerran höyrynsulku tulee tuoda välipohjan läpi ja liittää alakerran höyrynsulkuun ilmatiiviisti. Päätyseinällä voidaan reunimmaisena välipohjapalkin ja seinärungon väliin asentaa erillinen höyrynsulkukaistale ennen välipohjapalkin asennusta, joka myöhemmin liitetään ylä- ja alakerran höyrynsulkuun tiiviisti tiivistysteipillä. (Tiivistalo 2012.)

#### **4.4 Eristeet ja lämpövuodot**

Mineraalivilla on yleisnimitys kuitumaisille ja epäorgaanisille aineille. Ne jaetaan raaka-aineen mukaan lasi-, kivi ja kuonavillaan. (Palomäki 1993.)

Pehmeiden mineraalivillojen kanssa on käytettävä tuulensuojalevyä, sillä pehmeän mineraalivillan ilmaläpäisevyys on hyvin suuri. Mineraalivillan lämmöneristysominaisuudet perustuvat juuri siihen, että ilman liikkuminen materiaalin sisällä estetään tehokkaasti. (RIL 155 Lämmön- ja kosteudeneristys 1984.)

Mineraalivillan pieni vedenimukyky perustuu aineen öljykäsittelyyn ja muovilla sitomiseen. Sitä voidaan käyttää jopa kapillaarikatkaisuisissa. Veteen upotettuna mineraalivilla voi imeä ja säilyttää suuria vesimääriä. Kuidut eivät kuitenkaan ime vettä, vaan kosteus on kuitujen välisessä ilmatilassa. Hyvän vesihöyrynläpäisevyyden takia kostunut mineraalivilla kuivuu nopeasti ja on eristävyydeltään alkuperäisen veroinen oikein toteutetussa rakenteessa. (RIL 155 Lämmön- ja kosteudeneristys 1984.)

Mineraalivillan suuren vesihöyrynläpäisevyyden takia villa tulee suojata höyrynsululla, jotta vesihöyryn tunkeutuminen rakenteeseen estyisi. Keskeneräiset rakenteet tulee aina suojata niin, ettei sadevesi pääse kastelemaan eristeitä ja tunkeutumaan rakenteisiin. (Björkholtz 1997.)

EPS eli solupolystyreenieriste on paisutettua polystyreeniä ja sillä on erinomainen lämmöneristyskyky. Suljetun solurakenteen ansiosta se on tiivistä, vettä hylkivää ja puristuslujuudeltaan vahvaa. (Thermisol 2012.)

EPS:n vesihöyrynvastus paranee tiheyden kasvaessa. Polystyreeniin imeytyy erittäin vähän vettä, eivätkä kosteus ja pakkanen vaikuta sen muotoon tai kestävyYTEEN. Ominaisimpia käyttökohteita näille ovat lämmöneristykset, joissa eristeen lujuus ja vetty-mättömyys voidaan käyttää hyväksi, esim. maanvaraislattiat, perustukset, roudaneristykset katot ja sandwich-rakenteet yms. (RIL 155 Lämmön- ja kosteudeneristys 1984.)

Polyuretaanieristeillä eristyskyky perustuu solujen sisältämän kaasuseoksen lämmöneristävyYTEEN. Sen vesihöyrynläpäisevyys on pieni verrattuna muihin käytössä oleviin lämmöneristeisiin. Sitä voidaan yleensä käyttää ilman erillistä höyrynsulkua. Polyuretaani on vesi- ja ilmatiivis solurakenteen ansiosta. Se soveltuu myös varastoitavaksi ulkona kuitenkin niin, ettei aurinko ole suoraan yhteydessä siihen. (RIL 155 Lämmön- ja kosteudeneristys 1984.)

Lumen sulaminen katolla kertoo yläpohjan huonosta lämmönvastuksesta ja ilmatiiveydestä sekä tuuletusraon toimivuudesta. Kosteuden haitallinen kertyminen yläpohjarakenteisiin tulee estää huolellisella ilmansululla ja tuuletuksella. Katolla sulava vesi voi jäättyä räystäään viileällä kohdalla ja padota veden, mikä helposti aiheuttaa vesivuodon kattorakenteessa. (RakMk C2 1998.)

#### 4.5 Kuivumisajat ja kuivaimet

Kosteusvaurioiden välttämiseksi on rakennuskosteuden kuivumiselle varattava rakenteelliset mahdollisuudet ja riittävästi aikaa. Esimerkiksi maalaus käsittelyä ei tule suorittaa rakenteille, joista rakennuskosteus ei ole riittävästi ehtinyt poistua.

Puolet betonin rakennekosteudesta poistuu betonin tiiviiden mukaan 3 - 12 kuukauden kuluessa, kun kyseessä on 100 mm:n vahvuinen betonirakenne, joka saa kuivua molemmilta puolilta. Rakenteen kaksinkertaistaminen nostaa kuivumisajan nelinkertaiseksi (taulukko 2). Betonirakenteen kuivumista voidaan nopeuttaa nostamalla betonin lujuusluokkaa, kuivattamistavoilla ja hoitamalla jälkihoito ilman kastelua. Betonin kuivumiselle on luotava hyvät olosuhteet. Ihanteellisena pidetään ilman suhteellisen kosteuden arvoa 50 % ja lämpötilaa +20 °C. Pitää myös huolehtia, että kuivattava betonirakenne pääsee kuivumaan paljaana. (Palomäki 1993.)

TAULUKKO 2. Kuivumisaika arvioita kahteen suuntaan kuivavalle betoniväli pohjalle, joka on kastunut kokonaan kapillaarialueelle (RH>98 %) asti. Ympäristön lämpötila +20 °C ja suhteellinen kosteus 50 % (Sisäilmayhdistys 2008)

Rakenteen paksuus H [mm]	Aika [vrk]			
	Suhteellinen kosteus 0,2 *H syvyydellä [%]			
	95 %	90 %	85 %	80 %
50	5	15	30	40
75	15	40	60	95
100	25	70	110	165
125	35	105	175	260
150	50	150	250	375
175	70	205	340	510
200	90	270	445	665
225	115	340	560	840
250	250	420	695	1040



Betonin ei tarvitse kuivua rakennusaikana tasapainokosteuteen ympäröivän ilman kanssa, vaan tavoitekosteuden arvon määräävät päällystemateriaalit. Useimmilla materiaaleilla RH arvo on 80–90 %. Lautaparketilla RH:n enimmäisarvo saa olla 85 % ja mosaiikkiparketilla 80 %. Rakenne päällystettäessä keraamisilla laatoilla, tulee betonin kuivua vähintään 90 % RH:n, jolloin betonin oletetaan kutistuneen riittävästi. (Betoni 2012.)

Rakenteen kuivumisen ja kustannusten kannalta parasta olisi saada rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä mahdollisimman pian käyttöön. Jos tämä ei ole mahdollista, tulee käyttää lämmittimiä ja kuivaimia (kuva 12). Lisälämmittiminä voidaan käyttää neste-, kaasu- ja sähkölämmittimiä. Ennen kuivatuksen aloittamista tulee rakennuksesta poistaa ylimääräinen vesi ja lumi sekä varmistaa, ettei kuivatettavaan tilaan pääse lisäkosteutta. Kuivatuksen aikana on hyvä seurata sen tehokkuutta sisäilman lämpötila- ja kosteusmittauksin sekä rakennekosteusmittauksin. (Betoni 2012.)

Puhaltimia käytettäessä tulee muistaa, että ne eivät lämmitä tilaa tasaisesti vaan niiden taakse jää helposti katvealue. Isojen puhaltimien sijaan on hyvä käyttää useampia pienempiä puhaltimia ja siirrellä niiden paikkaa tarpeeksi usein. Näiden kanssa voidaan käyttää myös ilmaa sekoittavia apupuhaltimia. Kosteudenkerääjiä käytettäessä tulee varmistaa tilan tiiveys, ettei kerätä kosteutta ulkoilmasta. (Betoni 2012.)



KUVA 12. Tehokas rakennusaikaiseen lämmitykseen soveltuva siirrettävä öljylämmitin (Hämeen Rakennuskone Oy 2012)

#### 4.6 Tavarankorostointi

Eri materiaaleilla on erilainen kyky reagoida kosteuteen. Joidenkin valmistuksessa käytetään vettä, kun taas jotkut materiaalit eivät siedä lainkaan kosteutta. Esimerkiksi puu ja erilaiset kivimateriaalit kestävät hyvin kosteutta, kun taas kipsikartonkilevy pilaantuu herkästi kosteassa ilmassa. Rakennusmateriaaleja peitettäessä tulee muistaa, että peitettävä tavara pääsee myös tuulettumaan peitteen alla riittävästi.

Puu on hygroskooppista ainetta ja sen sisältämän veden määrä riippuu ympäröivän ilman vesihöyryn osapaineesta. Kosteuden pienessä, puu alkaa kutistua ja kostuessa taas turvota. Puu pyrkii asettumaan tiettyyn tasapainokosteuteen ilman kostuessa. (Saarelainen 1981.)

Puutavara on varastoitava työmaalla kuivalle, tukevalle ja tasaiselle alustalle niin, että puutavara on irti maasta ja, että puutavaraan ei pääse syntymään haitallista ulkonäköä heikentäviä virheitä tai muodonmuutoksia. Suojauksessa tulee huolehtia, että puutavara pääsee tuulettumaan suojauksen alla. Puutavaran tulisi olla varastoitaessa lähes saman-

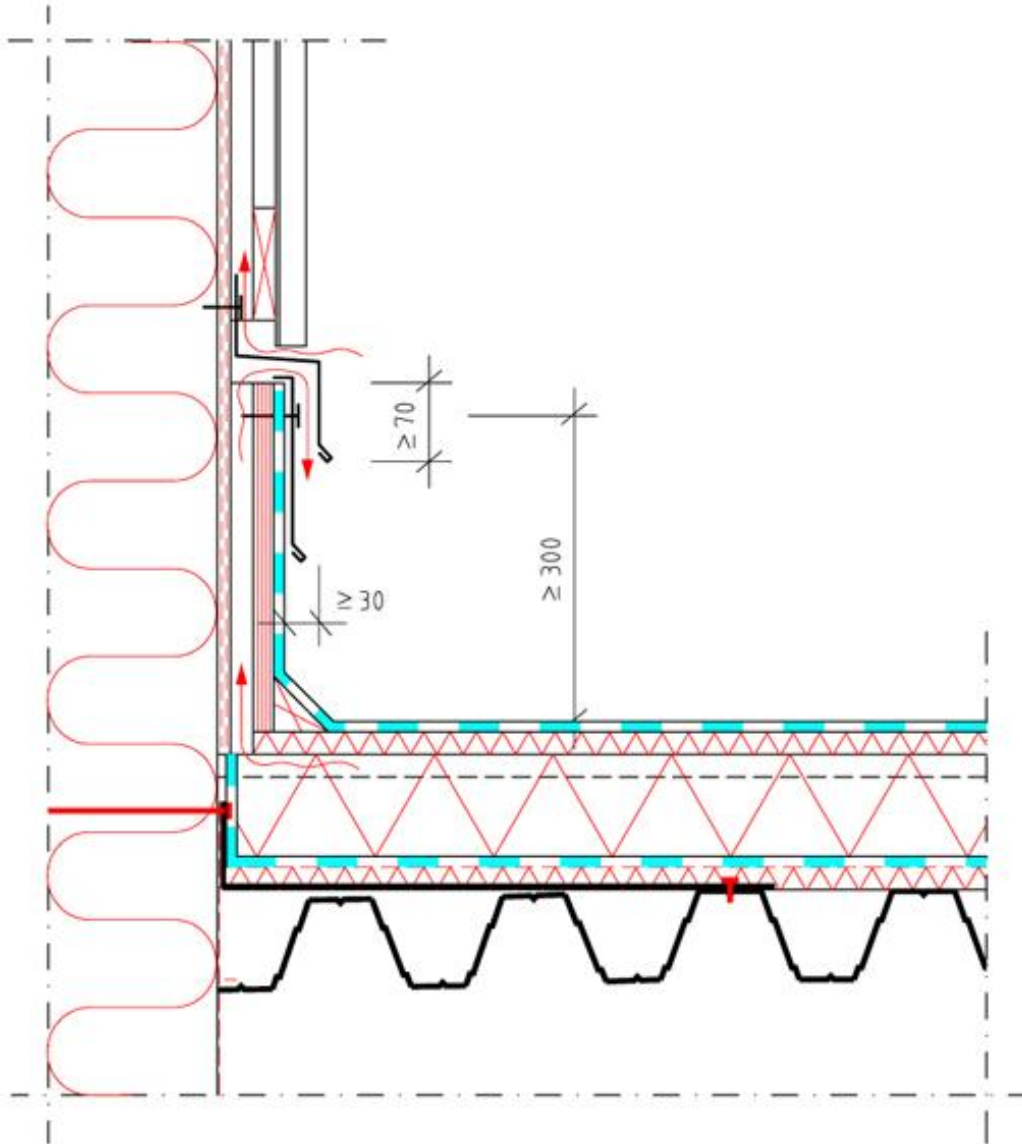
laisissa kosteusolosuhteissa, kuin lopullisessa käyttökohteessakin. Lattialaudat kuivataan nykyään niin kuiviksi, että ne turpoavat yleensä asennuksen jälkeen. Tämän vuoksi suojamuovien irrottaminen tulee tehdä vasta asennuksen yhteydessä, etteivät lattialaudat pääse imemään kosteutta ympäristöstä ja turpoamaan ennen asennusta. (Puuinfo 2011.)

#### **4.7 Detaljit suunnittelussa**

Erilaisten rakenteiden liittymien ja kosteusteknisesti vaikeasti toteutettavien työkohteiden kanssa tulee olla huolellinen niin työmaalla, kuin suunnittelussakin. Suunnittelijoiden ja työmaan tuotannon on oltava yhteydessä toisiinsa ja estettävä mahdollisten ongelmakohtien johdosta syntyvät kosteusongelmat. Vesikatossa ja yläpohjissa on paljon liittymiä ja läpimenoja jotka on saatava tiiviiksi ja toimiviksi. Niitä rasittaa erityisesti jää ja sadevesi.

Jos ulkonäköseikat eivät ole esteenä, tulisi käyttää ulkonevia räystäitä. Räystäät vähentävät viistosateiden kohdistumista seinien yläosan sekä veden tai lumen pääsyä rakenteisiin. Tasakatoilla tulee ottaa huomioon kattokaivojen tukkeutumisesta johtuva tulvariski. Niinpä ylösnostojen ja tuuletusputkien vedeneristysten yläpäiden tulee olla tulva-veden enimmäistason yläpuolella. (RakMK C2 1998.)

Vedeneristyksen liittyessä seinäpintaan on vedeneristyksen ulotuttava ehjänä vähintään 300 mm valmista kattopintaa ylemmäksi sekä 100 mm vesikaton padotuskorkeuden yläpuolelle (kuva 13). Päällimmäisenä kerminä pystypinnoilla käytetään aina pintakermiä. Eristyksen yläreuna tulee kiinnittää niin, ettei se pääse valumaan. Vedeneristyksen ja seinäpinnan liitos varmistetaan vielä suojaPELLITYKSELLÄ. (Kattoliitto 2012.)



KUVA 13. Vedeneristyksen liittyminen pystypintaan (Kattoliitto 2012)

Jos mahdollista, läpiviennit olisi syytä sijoittaa mahdollisimman lähelle katon harjakoh-  
 taa. Tämä vähentää vuotovesien määrää kosteusvaurioiden sattuessa. Voidaan myös  
 käyttää ns. apuharjaa. Esimerkiksi savupiipun harjan puoleiselle sivulle voidaan tehdä  
 apuharja, joka ohjaa tehokkaasti sade- ja sulamisvedet läpiviennin ohi ja estää veden  
 lammikoitumisen läpiviennin viereen. (RakMK C2 1998.)

Loivankin katon on oltava kaltevuudeltaan sellainen, ettei katolle jää sateen jälkeen lammikoita. Tällainen kaltevuus katolla on vähintään 1:40. Kattokaivot tulisi sijoittaa vedenpoistoalueiden alimmalle kohdalle. Kattokaivojen sijoittaminen vesikatetta kantavien rakenteiden jännevälän keskialueille lisää yleensä kaltevuutta, kun taas kantavien rakenteiden läheisyyteen sijoittaminen helposti vähentää katon kaltevuutta kaivoihin päin. (RakMK C2 1998.)

Veden pääsy rakenteisiin tuulenpaineen avulla tulee estää. Ulkoverhouksesta ja sen liitoksista on tehtävä toimiva erilaisten myrskypeltien ja muiden tarkoitukseen soveltuvien rakenteiden avulla. Puuskittainen tuuli voi aiheuttaa nopeasti vaihtelevan painerasituksen ja kuljettaa rakenteisiin haitallisen suuren määrän vettä tai lunta. Yksi kriittinen paikka on erityisesti räystäällä. Räystäspellin tulee ulottua tarpeeksi alas seinälle, eikä myrskypellin asennusta tule unohtaa. (RakMK C2 1998.)

Ikkunoiden ja ovien on oltava riittävän tiiviitä ilman ja ulkopuolisen veden tunkeutumisen kannalta. Ikkunapellin tulee ulottua riittävän pitkälle, eikä se saa myöskään katkaista ulkoverhouksen ja eristeen välistä ilmarakoa. Seinärakenne on suunniteltava niin, ettei ulkoverhouksen taakse joudu vettä tai suunniteltava siten, että kosteus pääsee poistumaan ja tuulettumaan taustalta. (RakMK C2 1998.)

Märkätiloissa puurunkoisen seinän aluspuu tulee nostaa laatan yläpuolelle niin, ettei betonin sisään jää puuta. Aluspuu erotetaan kivrakenteesta kosteuden siirtymisen katkaisevalla kerroksella, kuten kumibitumikermillä. Vedeneristyksen ja lattiakaivon liitoksen tulee kiinnittää erityistä huomiota (kuva 14). Liitoksen on oltava niin tiivis, ettei vesi pääse vedeneristyksen alapuolisiin rakenteisiin, vaikka vedenpinta kaivossa noususikin liitoksen yläpuolelle. Veden valuminen kaivoon tulee onnistua niin lattian, kuin vesieristeenkin pinnalta. Lattian kaltevuuden tulisi olla vähintään 1:100. Märkätilan lattiaan saa tehdä vain viemäroinnille välttämättömiä läpivientejä. Seinään tehtävät läpiviennit tulisi sijoittaa mahdollisuuksien mukaan paikkaan, jossa roiskevedet eivät aiheuta rasituksia. (RakMK C2 1998.)



KUVA 14. Lattiakaivon ja kiristysrenkaan alareunan tiiveyden varmistaminen  
(Rakentaja 2012)

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyöstä tuli suunnitelmienmukaisesti laaja paketti kosteudenhallinnasta työmaalla. Työssä kerrottiin monipuolisesti eri rakennusvaiheisiin liittyvistä riskeistä kosteuden kannalta. Suuren osan sisällöstä vei maanrakennus- ja perustusvaiheet, sillä niissä on runsaasti vaiheita, jotka väärin toteuttamalla pilaavat rakennuksen oikeaoppisen kosteuskäyttäytymisen.

Työn teoreettinen kerronta on jo itsessään laaja ja havainnollistava, joten liitteeksi tehdyt listat ovat yksinkertaisia ja selkeitä. Muistilistojen tarkoituksena on saada kosteuden kannalta kriittisimmät asiat ennalta mietityiksi.

Työtä tehdessä on tullut käytyä läpi runsaasti kosteutta käsitteleviä kirjoja ja internetsivustoja, joten kosteuden teoria on tullut hyvin tutuksi. Jatkon kannalta työstä on apua siirtyessäni työmaatehtäviin. Opinnäytetyön kautta on saanut hyvän yleiskuvan kosteudesta ja sen hallinnasta työmaaolosuhteissa.

Työmaalla tulee kiinnittää erityistä huomiota liitosten pitävyyteen ja tiiveyteen. Runkovaiheen osalta eristeiden rakennusaikainen suojaus, sekä kuivatusvaiheen tehokkuus ovat tärkeimpiä asioita. Oikeiden kuivumisolosuhteiden ja kuivatettavan tilan tiiveyden parantamisella saavutetaan kuivatusvaiheessa niin ajallisia, kuin rahallisiakin säästöjä.

## LÄHTEET

Björkholz, D. 1997. Lämpö ja kosteus. Rakennusfysiikka. 2. painos. Helsinki; Rakennustieto Oy.

Betoni. 2003. Rakennustyömaan olosuhdehallinta. Luettu 20.3.2012.  
<http://www.betoni.com/files/files/Yhteenvedoraportti.pdf>

Elementtisuunnittelu. Sokkelielementit. Luettu 20.3.2012.  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/perustukset-ja-vaestonsuojat/sokkelielementit>

Hämeen Rakennuskone Oy. Lämmityskalusto öljy ja säiliöt. Luettu 27.3.2012.  
<http://www.hrk.fi/?sivunro=5&sid=84>

Jääskeläinen, J. 2009. Pohjarakennuksen perusteet. 1. painos. Tampere; Tammertekniikka / Amk-Kustannus Oy.

Kattoliitto. Detaljipiirroksia. Luettu.27.3.2012.  
<http://www.kattoliitto.fi/index.phtml?s=70>

Palomäki, E. 1993. Rakennusmateriaalit ja terveys. Tampere; Rakennustieto Oy.

Puuinfo. 2011. Puun kosteuskäyttäytyminen. Luettu 27.3.2012.  
<http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/puun-kosteuskayttaytyminen/puun-kosteuskayttaytyminen.pdf>

Rakennustieto. 2011. Paikallavalettavan kerrostalorungon sääsuojaus. Luettu 20.3.2012.  
[http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/unnamed\\_837.html](http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/unnamed_837.html)

Rakennustöiden laatu 2009. 2008. 9. painos. Helsinki; Rakennustieto Oy.  
Rakentaja. Lattiakaivon tiivistäminen. Luettu 1.4.2012.  
[http://www.rakentaja.fi/tv/e279kerafiber\\_vedeneristysmenetelma\\_lattia.aspx](http://www.rakentaja.fi/tv/e279kerafiber_vedeneristysmenetelma_lattia.aspx)

Rakentaja. Pienrakentajan kiviainekset. Luettu 17.3.2012.  
<http://www.rakentaja.fi/pdf/lohja/kiviainekset.pdf>

Rakentaja. 2011. Terveellä talolla on kuivat jalat. Luettu 17.3.2012.  
[http://www.rakentaja.fi/artikkelit/8585/terveella\\_talolla\\_on.htm](http://www.rakentaja.fi/artikkelit/8585/terveella_talolla_on.htm)

RakMK C2 opas. Kosteus rakentamisessa. 1999. Tampere; Tammer-Paino Oy.

RIL 155 Lämmön- ja kosteudeneristys. 1984. Helsinki; Suomen Rakennusinsinöörien Liitto r.y.

RT-kortisto. 2005. Pientalon perustukset ja alapohjien liittymät. RT-81-10854.

RT-kortisto. 2010. Salaojitus. RT-81-11000.



Saarelainen, U. 1981. Puurakenteet 1. Helsinki; Rakentajain kustannus Oy.

Sisäilmayhdistys ry. 2008. Kosteuden siirtyminen. Luettu 12.3.2012.  
[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen\\_toiminta/kosteuden\\_siirtyminen/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen_toiminta/kosteuden_siirtyminen/)

Sisäilmayhdistys ry. 2008. Rakenteiden kuivaus. Luettu. 20.3.2012.  
[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/)

Sisäilmayhdistys ry. 2008. Salaojat. Luettu 23.3.2012.  
[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/kunnossapito\\_ja\\_korjaaminen/kuivatusjarjestelmat/salaojat/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kunnossapito_ja_korjaaminen/kuivatusjarjestelmat/salaojat/)

Suomen betonitieto Oy. 2003. Betonivalmisosarakentamisen kosteudenhallinta, pdf. Luettu 24.3.2012.  
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/Haku?term=suomen%20betonitieto>

Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2004. Ohjeet B3.  
Taloencore. 2011. Luettu. 20.3.2012.  
[www.taloencore.blogspot.com](http://www.taloencore.blogspot.com)

Thermisol. Thermisol EPS – eristeet. Luettu 27.3.2012.  
<http://www.thermisol.fi/tuotteet-ja-palvelut/eriste/eps-eristeet>

Tiivistalo. Diffuusion ja konvektion kulkusuunta. Luettu 17.3.2012.  
<http://www.tiivistalo.fi/tiedostot/default.asp>

Visux. Läpiviennit. Luettu. 17.3.2012.  
<http://visux.fi/index2.html>

Weber. 2012. Kellarillinen Leca perustus. Luettu 21.3.2012.  
<http://www.e-weber.fi/lecareg-harkot-ja-hormit/weber-tuotteet/lecareg-harkkorakenteet/kellarillinen-lecareg-perustus.html>

# LIITTEET

Rakennusliike K ja M Lammi Oy

Rakennusaikainen kosteudenhallinta

sivu 1 / 2

Kohde:		Laatija / pvm:	
TYÖVAIHE	VAARAT	RATKAISUT	TOIMENPITEET
<b>MAANKAIVU</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rakennuspohja</li> <li>Ympäröivä maanpinta</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Vesipesäkkeet <input type="checkbox"/> Valumavedet <input type="checkbox"/> Kaivannon jäätyminen <input type="checkbox"/> Pohjan häiriintyminen <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Oikeat kallistukset <input type="checkbox"/> Kolojen betonointi <input type="checkbox"/> Ojat / painanteet <input type="checkbox"/> Suojaus jäätymiseltä <input type="checkbox"/> Häiriintyneen maan vaihto	
<b>TÄYTÖT</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Salaojitus</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Kapillaarinen nousu <input type="checkbox"/> Maan routivuus <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Salaojitus <input type="checkbox"/> Kapillaarikatkot <input type="checkbox"/> Oikeat kiviainekset	
<b>PERUSTUKSET</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eristykset</li> <li>Korkeusasema</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Veden patoutuminen <input type="checkbox"/> Pohjavesi <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Sokkelin vedeneristys <input type="checkbox"/> Sokkelin korottaminen <input type="checkbox"/> Anturan vedenpoistoreiät	
<b>RUNKO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lämmöneristeet</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Eristeiden kastuminen <input type="checkbox"/> Holville kerääntyvä vesi <input type="checkbox"/> Pidentyvä kuivatusaika <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Suojaus muovilla <input type="checkbox"/> Veden ohjaus alas hallitusti <input type="checkbox"/> Tiivis välipohja <input type="checkbox"/> Työjärjestyksen suunnittelu	
<b>SISÄVALMISTUSVAIHE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tiiveys</li> <li>Lämmitys / kuivatus</li> <li>Pinnoitukset</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Viistosade <input type="checkbox"/> Hidas kuivuminen <input type="checkbox"/> Lämpötila- ja höyrynsuulu <input type="checkbox"/> Alustan kosteus <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Lisäkosteuden estäminen <input type="checkbox"/> Väliaikainen aukkojen suojaus <input type="checkbox"/> Tiiviit liitokset <input type="checkbox"/> Oikea lämmityskalusto <input type="checkbox"/> Kosteusmittaukset	

sivu 2 / 2

TYÖVAIHE	VAARAT	RATKAISUT	TOIMENPITEET
<b>VESIKATTO</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaljitt</li> </ul>	<input type="checkbox"/> Lämpivientien liitosten vuoto <input type="checkbox"/> Veden nousu seinäpinnalla tuulen vaikutuksesta <input type="checkbox"/> Veden lamikoituminen <input type="checkbox"/> Lumen ja jään rasitukset <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Myrskypeltili <input type="checkbox"/> Suunnitelmiin tarkastus <input type="checkbox"/> Riittävät kaadot <input type="checkbox"/> Kattokaivojen oikea sijoitus <input type="checkbox"/> Pellitysten riittävät mitat <input type="checkbox"/> Lämpivientien sijoittaminen lähelle harjaa	

**Muuta:**