

Samuli Päivärinta

## **KOSTEUDENHALLINTA RAKENNUSTYÖMAALLA**

# **KOSTEUDENHALLINTA RAKENNUSTYÖMAALLA**

Samuli Päivärinta  
Opinnäytetyö  
Kevät 2019  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, tuotantotekniikka

---

Tekijä: Samuli Päivärinta  
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Kosteudenhallinta rakennustyömaalla  
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Moisture control at construction site  
Työn ohjaaja: Martti Hekkanen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019  
Sivumäärä: 32 + 6 liitettä

---

Kosteudenhallinta on todella suuressa ja tärkeässä osassa kaikenlaisessa rakentamisessa. Rakennuksissa on havaittu todella paljon myös rakentamisen aikaisesta kosteudesta johtuvia ongelmia, joten toimivaan rakennusaikaisen kuivaketjun varmistamiseen kannattaa käyttää ja kohdentaa resursseja. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää pientalorakentamisessa käytettyä kuivaketjua ja helpottaa sen toteutusta työmaalla.

Opinnäytetyössä luotiin puurakenteisten pientalojen rakentamisessa hyväksi ja toimivaksi todetun kuivaketjun pohjalta selkeä ohje, jossa konkreettisesti esitellään kuivaketjun vaiheet ja pääperiaatteet rakennustekniseltä osalta. Tämän lisäksi luotiin tarkastusasiakirjapohjat kyseisen kuivaketjumallin toteutuksen seurantaan, raportointia ja todentamista varten. Aluksi perehdyttiin rakentamisen kosteudenhallintaan, minkä jälkeen laadittiin kosteudenhallinnan tarkastusasiakirjat sekä kuivaketjumalli.

Opinnäytetyössä saatiin laadittua alkuperäisen suunnitelman mukaisesti työkalut kosteudenhallinnan toteutukseen. Asiakirjat ja kosteudenhallintaohje on testattu työmaalla ja ne menevät lähitulevaisuudessa työmaakäyttöön pientalotyömaalle. Kuivaketjumallin ja tarkastusasiakirjojen avulla on myös mahdollista hakea sertifikaattia kuivaketjulle.

---

Asiasanat: kosteudenhallinta, kuivaketju, pientalorakentaminen

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Construction engineering, production engineer

---

Author: Samuli Päivärinta  
Title of thesis: Moisture Control At Construction Site  
Supervisor: Martti Hekkanen  
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019  
Pages: 32 + 6 appendices

---

Moisture control has a very big role in all kinds of construction. Buildings have been observed a lot of problems due to moisture during construction, so it is profitable to use resources to a functional dry chain. The goal of the thesis was to develop a dry chain at construction of small houses and to do it easier to implement in building site.

The aim of the thesis was also to make a simple and functional guide for the construction of wooden houses, which includes the stages of the dry chain and the basic principles of building technology. In addition, the aim of the thesis was to make a so-called checklist for monitoring, reporting and verifying the implementation of the dry chain model.

The objectives of the thesis were realized as planned. The “checklist” documents and the moisture management guide have been tested at a building site and will be introduced in a construction company in the near future.

---

Keywords: moisture control, dry chain

## **ALKULAUSE**

Mitä suurimmat kiitokset tässä opinnäytetyössä avustaneille ja kannustaneille. Kiitokset kotiväelle, vaimolleni Niinalle ja tyttärilleni Minealle ja Islalle, ruoanlaitosta ja muusta huolenpidosta, jonka avulla selvisin lähes ehjin nahoin tästä vaativasta työrupeamasta. Kiitokset myös muille työssä avustaneille.

Samuli Päivärinta

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
1 JOHDANTO	7
2 KOSTEUS RAKENTAMISESSA	8
2.1 Kosteuden lähteet	8
2.2 Kosteuden siirtymämuodot	9
3 KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMAN SISÄLTÖ	11
4 TOIMIVA KUIVAKETJU PIENTALORAKENTAMISESSA	13
4.1 Materiaalin suojaus	14
4.2 Maatyöt ja perustukset	15
4.3 Runkovaihe ja vesikatto	17
4.4 Alapohja	20
4.5 Sisävalmistusvaihe	21
5 KEHITETYT TARKASTUSASIAKIRJAT	24
5.1 Maa- ja perustustöiden tarkastusasiakirja	25
5.2 Runko- ja vesikattotöiden tarkastusasiakirja	25
5.3 Alapohjan tarkastusasiakirja	26
5.4 Märkätilojen tarkastusasiakirja	27
5.5 Sisävalmistusvaiheen tarkastusasiakirja	27
5.6 Asiakirjojen testaus	27
6 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	30
LIITTEET	32

# 1 JOHDANTO

Asuinrakentamisen kosteudenhallinta on noussut viime aikoina yhdeksi tärkeimmistä asioista rakennustyömailla. Suomen haasteelliset sääolosuhteet ja niiden äkilliset vaihtelut ovat myös rakentamisen kannalta erityisen ongelmallisia, sillä ne voivat aiheuttaa monella tapaa kosteusongelmia rakennuksille.

Kuivan talon rakentaminen vaatii paljon resursseja ja suunnittelua, mutta tähän osa-alueeseen panostaminen kannattaa. Kun kosteudenhallinta hoidetaan ammattimaisesti, säästytään takuukorjauksilta ja muilta vastaavilta lisäkuluilta, jotka johtuvat rakentamisen huonosta laadusta. Siispä yrityksen oma, hyvin suunniteltu ja toimiva kuivaketju on iso valttikortti etenkin pientalomarkkinoilla.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään rakentamisen kosteudenhallintaan ja siihen liittyviin riskeihin. Kosteudenhallintaa lähestytään erilaisten rakentamistapojen kautta. Esimerkiksi jos katto tehdään maassa ja seinät suurelementteinä tehtaassa, se tarkoittaa automaattisesti pienempiä kosteusriskejä ja suojaustarpeita kuin kappaletavarasta tehtävässä talossa.

Työssä kehitetään puurakenteisten pientalojen rakentamiseen suunniteltua kuivaketjumallia. Lisäksi luodaan tarkastusasiakirjapohjat kuivaketjun toteutuksen valvontaa ja dokumentointia varten.

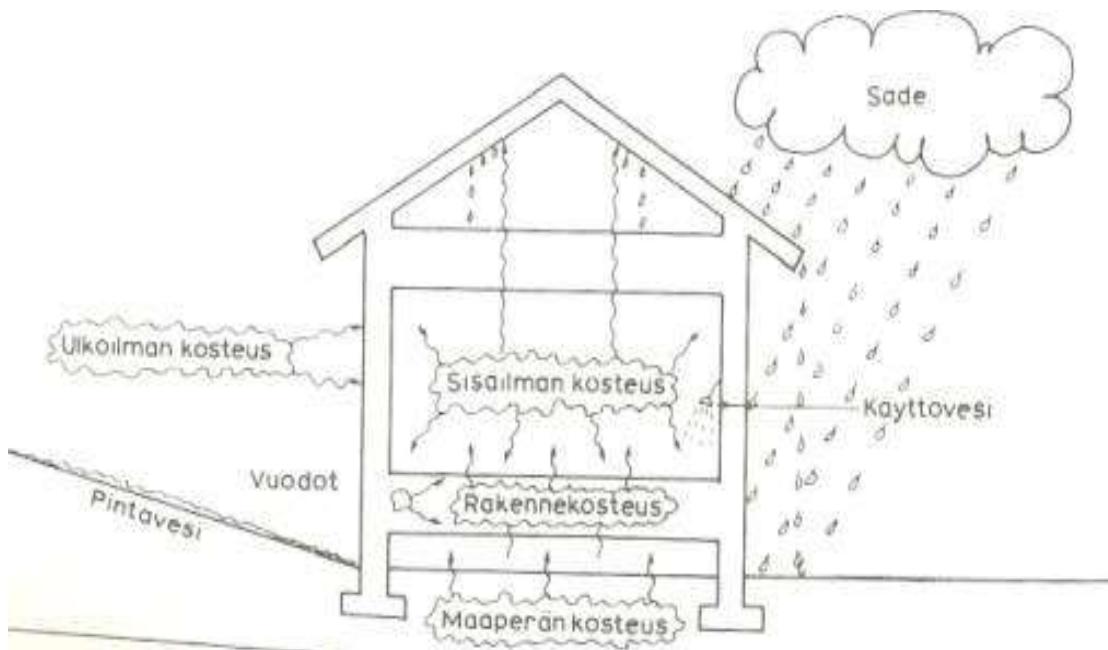
Työn tilaajana toimii oululainen rakennusliike. Yrityksen päätoimialaan kuuluu pientalorakentamisen lisäksi myös isompien asuntokokonaisuuksien ja hallien rakentaminen. Tavoitteena on saada luotua yritykselle selkeä työkalu, jolla asiakkaille voi esitellä eri rakennustapavaihtoehtoja ja niihin liittyviä kosteudenhallinnallisia riskejä ja niiden aiheuttamia toimenpiteitä. Tämän perusteella on myös helppo laatia rakennusvalvontaan kosteudenhallintaselvitys sekä -suunnitelma. Työn avulla yritys voi myös hakea sertifiointia omalle kuivaketjumallilleen.

## 2 KOSTEUS RAKENTAMISESSA

Kosteutta vastaan taisteleminen on talonrakennusprojektissa yksi haastavimmista asioista, sillä se on vaikea toteuttaa oikealla tavalla laadun varmistamiseksi. Kosteutta tulvii joka puolelta, joten rakentamisessa on otettava huomioon kaikenlaiset kosteudenlähteet sekä siirtymämuodot ja suunnitella niitä vastaan toimivat rakentamistavat. Kosteudenhallinta ei siis tarkoita pelkästään rakennuksen suojaamista sateelta. (1.)

### 2.1 Kosteuden lähteet

Rakentamisessa itsessään syntyy myös kosteutta, jonka kanssa on oltava tarkkana. Muun muassa maanvaraisesta betonilaatasta haihtuu valun jälkeen useita kuutioita vettä, koosta riippuen. Ulkopuolisia kosteuden lähteitä ovat muun muassa sadevesi, pohjavesi, ulkoilman kosteus ja maaperässä oleva vesi (kuva 1).



KUVA 1. Kosteuden lähteet (1)

Sateet ovat yksi merkittävimmistä ulkopuolisista kosteudenlähteistä. Erilaisista vuodenaajoista ja säätiloista riippuen sade voi tulla lumena, vetenä tai näiden välimuotoina. Sateen raskaus vaikuttaa taloon joka puolelta. Talon ulkokuori joutuu kaikilta osin kosketuksiin veden kanssa. Vesikatteen täytyy olla erityisen tiivis, jotta sadevesi ei läpäise sitä ja pääse jatkamaan katon läpi muihin rakenteisiin. Vesi myös imeytyy maaperään, jota kautta se voi joko kapillaarisesti tai pohjavetenä aiheuttaa rakennukselle kosteusteknisiä ongelmia. (2.)

Pohjavesi pääsee vaikuttamaan taloon silloin, jos rakennus on perustettu pohjavesipinnan alapuolelle. Sen korkeuteen vaikuttavat olennaisesti vuotuiset sademäärät, mutta pääosin pohjaveden korkeus pysyy alueittain lähellä vakiota. Jos ja kun rakennus perustetaan pohjavedenpinnan yläpuolelle, se ei aiheuta ongelmia rakennukselle. (2.)

Vaikka rakennus olisi perustettu reilusti pohjavedenpinnan yläpuolelle, voi se silti vaurioitua maaperästä tulevasta kosteudesta. Jos rakennuksen alapuolinen maakerros on hyvin kapillaarisesti vettä johtavaa, voi maaperässä oleva vesi, esimerkiksi sadevesi, nousta kapillaarisesti perustuksiin ja lattiarakenteisiin aiheuttamaan ongelmia rakennukselle. (2.)

## **2.2 Kosteuden siirtymämuodot**

Kosteus siirtyy rakennukseen tai rakennusosiin monia erilaisia reittejä pitkin, mutta myös erilaisilla siirtymämuodoilla. Kosteus voi siirtyä esimerkiksi painovoimaisesti, kapillaarisesti, kondensoitumalla sekä diffuusion tai konvektion vaikutuksesta. (3.)

Painovoimainen veden siirtyminen tarkoittaa sitä, että vesi liikkuu painovoiman avulla alaspäin. Kyseinen siirtymämuoto on isossa osassa rakennuksen kosteusteknisissä asioissa. Painovoimaista veden siirtymistä on niin tarkoituksellista kuin ei toivottuakin. Tarkoituksellista painovoimaista veden siirtymistä on esimerkiksi sadeveden johtaminen kattorakenteelta räystäskouruihin, josta se etenee syöksytorvien kautta rännikaivoihin ja sitä kautta sadevesijärjestelmään. Vesi voi aiheuttaa painovoimaisella siirtymisellään myös haittaa rakenteille, jos

se pääsee tunkeutumaan erilaisista rakenteissa olevista raoista rakenteen sisään aiheuttamaan ongelmia rakenteelle. (3.)

Kapillaarisessa vedennousussa maaperässä oleva vesi nousee kapillaarista maa-ainesta pitkin ylöspäin, huonoimmissa tapauksissa rakennuksen perustuksiin ja alapohjaan asti. Tästä syystä rakennuksen alle täytyy tehdä kapillaarikatko oikeanlaisella, riittävän isorakeisella maa-aineksella (esim. sepeli tai pesty singeli), jotta kapillaarinen vedennousu maaperästä saadaan estettyä. (4, s. 53.)

Konvektio tarkoittaa ilman ja siinä olevan kosteuden virtausta. Konvektioilmiötä on kahdenlaista, luonnollista ja pakotettua. Luonnollinen konvektio tarkoittaa ilman tiheyseroista johtuvaa pystysuuntaista virtausta. Pakotettu konvektio tarkoittaa ilman virtausta, joka aiheutuu paine-eron vaikutuksesta. (4, s. 57.)

Diffuusiosta vesihöyry siirtyy suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään vesihöyrypitoisuuteen. Talon rakenteisiin siirrettynä tämä tarkoittaa sitä, että jos ulkoilman kosteus on suurempi kuin sisäilman tai toisin päin, diffuusioilmiön vaikutuksesta kosteus pyrkii tasoittumaan ja läpäisemään rakennetta. Ongelmallisen tilanteen diffuusio aiheuttaa talon rakenteisiin silloin, kun rakenteeseen pääsee enemmän kosteutta kuin sieltä voi poistua. (4, s. 55.)

Yhtenä kosteuden siirtymämuodoista on kondensoituminen. Se tarkoittaa ilmassa olevan vesihöyryn tiivistymistä. Rakenteissa vesihöyry tiivistyy ilmaa kylmemmille pinnoille. Esimerkkinä voidaan käyttää vesihöyryn tiivistymistä aluskatteen alapintaan. Jos tuuletus on liian heikko yläpohjassa, vesihöyry voi tiivistyä aluskatteen alapintaan ja valua vetenä yläpohjaeristeiden sekaan aiheuttaen pidemmällä aikavälillä kosteusvaurion yläpohjarakenteeseen. (5, Kappale 5, s. 24.)

### 3 KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMAN SISÄLTÖ

Kosteudenhallintasuunnitelma kuuluu tärkeänä osa-alueena jokaiseen talonrakennushankkeeseen. Suunnitelman tarkoituksena ja tavoitteena on kosteudenhallinnan riskikohtien tarkastelu ja kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy. Rakennesuunnittelun aikana tilaajan laatimaa kosteudenhallinta-asiakirjaa täydennetään, jonka pohjalta muodostuu kosteudenhallintasuunnitelma. Suunnitelmassa mainittujen kosteudenhallinnallisten asioiden toteutuminen todennetaan erilaisilla mittauspöytäkirjoilla sekä dokumenteilla.

Kosteudenhallintasuunnitelman rakenne voi vaihdella kohteittain, mutta yleisesti sen sisältöön kuuluu seuraavat asiat:

1. Yleistiedot: työmaan perustiedot ja työmaan vastuhenkilöt
2. Laatutavoitteet: selostus työmaan laatutavoitteista, voidaan tehdä erikseen urakoitsijan ja rakennuttajan näkökulmasta, jotta saadaan erilaisia näkökulmia asiaan
3. Kosteusriskit: suunnittelijan riskianalyysi, valittu menettelytaso, kriittiset materiaalit, työtavat ja rakenteet sekä tarvittavat toimenpiteet näiden riskien eliminointiin
4. Kuivumisajat: materiaaleihin liittyvät päällystettävyyden raja-arvot, kuivumisajat eri rakenteille, aikataulusuunnittelu sekä toimenpiteet sitä varten, että rakenne ei kuivu suunnitelman mukaisesti
5. Olosuhdehallinta: materiaalien ja rakenteiden suojaus- ja varastointitapa, rakennusaikaisten vesivuotojen torjuminen ja korjaaminen, sekä kuivatus-tavat

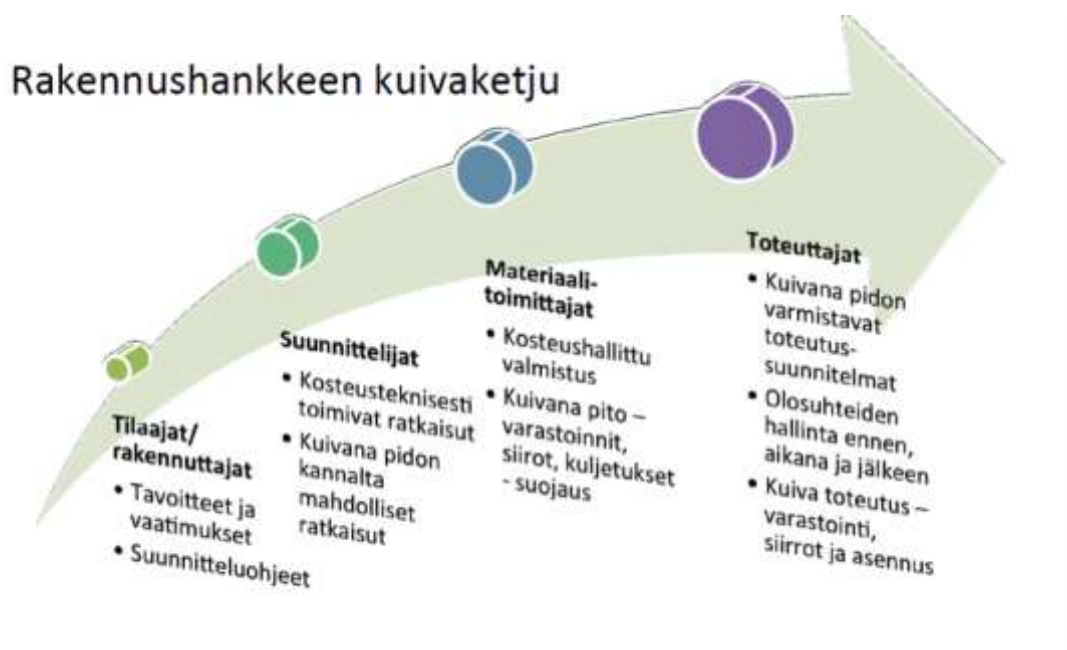
6. Erityisohjeet: märkätilojen ja muiden erityistä kosteusriskiä sisältävien tilojen rakentamiseen liittyvät ohjeet
7. Valvonta ja mittaus: valvonnan organisoiminen, kosteusmittaus suunnitelma (mitä ja milloin mitataan) ja muut mahdolliset mittaukset

Suunnitelman loppuun tarvitaan allekirjoitukset kaikilta asianosaisilta, kosteuskoordinaattorilta, vastaavalta mestarilta, rakennuttajalta sekä rakennesuunnittelijalta. (6.)

## 4 TOIMIVA KUIVAKETJU PIENTALORAKENTAMISESSA

Toimiva kuivaketju on tukeva perusta rakennusprojektissa. Kuivaketju tarkoittaa rakentamisessa sitä, että rakenteet ja rakennustarvikkeet saadaan hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella pidettyä suojassa epäedulliselta kosteusvaikutukselta koko rakennusprosessin ajan. (Kuva 2.)

Kuivaketju täytyy suunnitella erikseen jokaiseen työvaiheeseen, minkä jälkeen voidaan kasata suunnitelmat yhteen. Kaikissa rakennusvaiheissa perusajatus kosteudenhallinnassa on sama, mutta toteutus poikkeaa paljon eri työvaiheiden välillä. Työt tehdään suunnitelmien mukaan ja toteutus dokumentoidaan, jotta voidaan olla varmoja työn laadukkaasta toteutuksesta. Työmaalla täytyy olla nimettyä yksi henkilö, joka vastaa kosteudenhallinnan toteutumisesta. Näin ollen voidaan varmistua siitä, että kosteudenhallinnalliset asiat ovat tehty oikein. (7.)



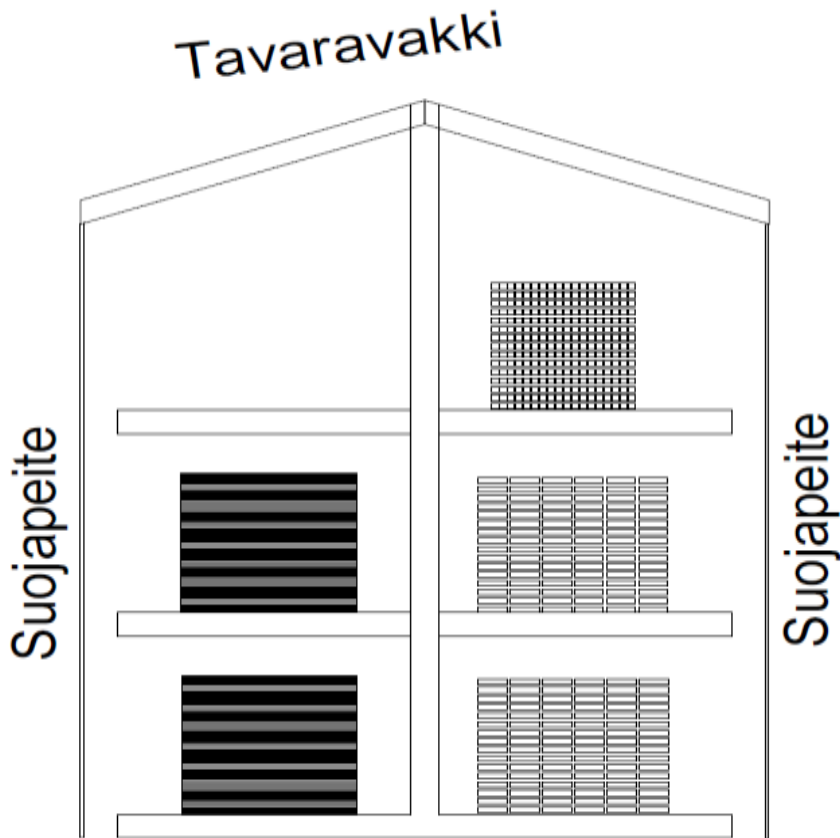
KUVA 2. Rakennushankkeen kuivaketju (8)

## 4.1 Materiaalin suojaus

Toimivassa kuivaketjussa kaikki lähtee materiaalien suojauksesta. Kun materiaali on kuivaa asennusvaiheessa, se ei aiheuta jatkossakaan ongelmia. Erityisen tärkeää on siis huomioida rakennusmateriaalien suojaus, eikä laiminlyöntejä voida sallia. (9.)

Suurin ongelma pientalotyömailla on materiaalin varastointi siten, että kuivaketju säilyy. Useilla rakennustyömailla työskenneltyäni olen huomannut poikkeuksetta saman asian. Työmaat ovat usein hyvin ahtaita, eikä tilaa ole varattu riittävästi materiaalien säilytykseen. Rakennusmateriaalit sijoitellaankin yleensä työmaalla sinne, missä tilaa sattuu esimerkiksi yksittäisen puutavaraniipun verran olemaan, ja ne peitellään niiden omilla pakkausmuoveilla tai kevytpeitteillä. (9.)

Tavaraniiput tulisi olla myös nostettuna irti maasta, jotta maaperästä tuleva kosteus ei pääse vaurioittamaan niitä. Kyseisenlaisissa tilanteissa on hyvin todennäköistä, että materiaali pääsee jotakin kautta kostumaan ja on näin ollen käyttökelvotonta siihen asti, kun se on saatu riittävän kuivaksi, jotta se voidaan sijoittaa rakenteeseen. Tästä syystä työmaalla olisi hyvä olla seuraavaan kuvaan luonnosteltu ”tavaravakki”, jossa materiaalit ovat suojassa katoksen ja pressujen alla, mutta silti helposti käytettävissä. Tavaravakin alempia nippuja voi käyttää telineistä suoraan ja ylemmät ovat nostettavissa alas kurottajalla. Suojat ovat helposti suljettavissa ja materiaalit siten aina säältä suojassa (kuva 3).



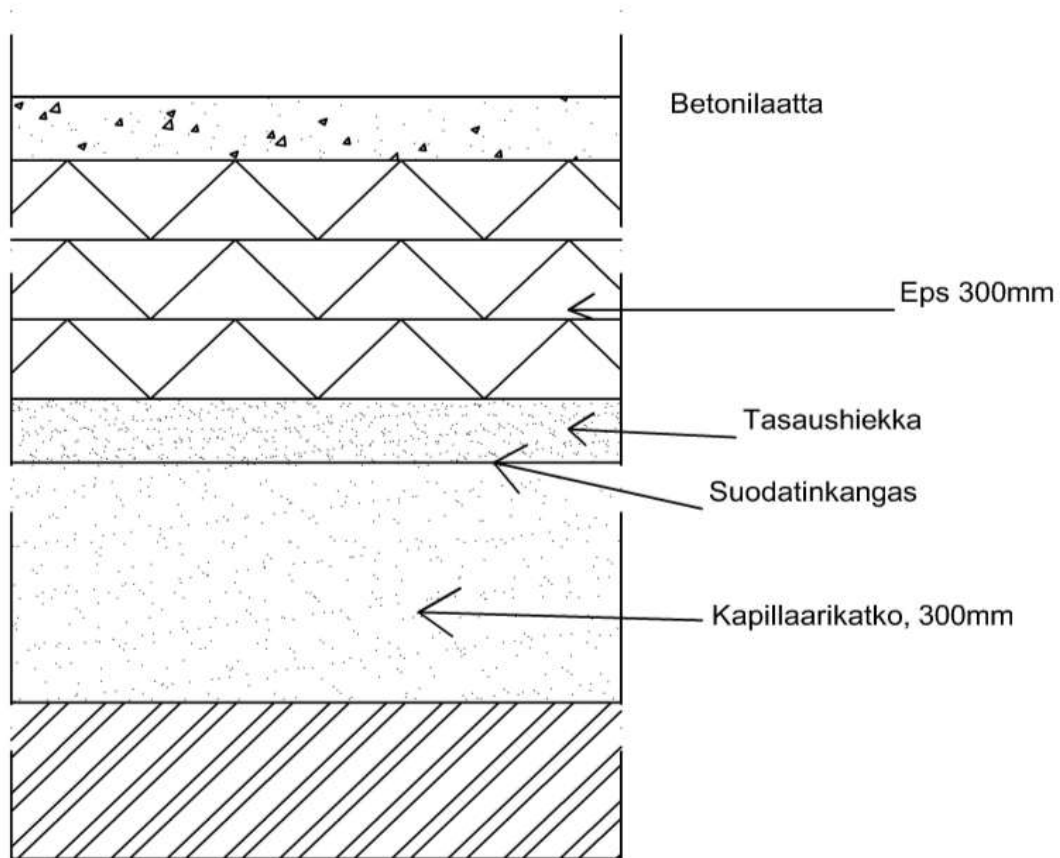
KUVA 3. "Tavaravakki", jossa materiaalit saadaan helposti varastoitua säältä suojassa

#### 4.2 Maatyöt ja perustukset

Maatöiden osuus kuivaketjussa on erittäin merkittävä. Maasta tuleva kosteus voi monella tapaa aiheuttaa ongelmia rakennukselle. Kuten jo aiemmin kosteudenlähteitä käsitellessä tuli ilmi, maaperässä oleva vesi voi nousta kapillaarisesti rakenteisiin, pintavedet voi valua maan pintoja myöten perustuksiin ja pohjavesi voi myös aiheuttaa ongelmia, jos talon perustuskorkeus on väärä. Toimivassa kuivaketjussa maatöiden osalta on siis rakennettava myös toimiva pohjarakenne. (1.)

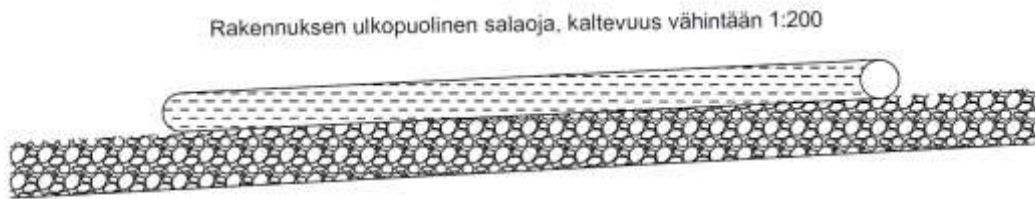
Toimivassa rakennuspohjassa vedet ohjataan pois rakennuksen ympäriltä teemmällä kaadot pois päin rakennuksesta. Pintamaan kaato tulee olla vähintään

1:200, ulospäin rakennuksesta. Kapillaarisen veden nousun estäminen on erityisen tärkeänä osana maatoiden kosteudenhallintaa. Se toteutetaan tekemällä rakennuspenkkaan katko, joka toteutetaan kerroksella maa-ainesta, jossa ei tapahdu veden kapillaarista nousua. Tämä kyseinen aines voi olla esimerkiksi riittävän karkearakeista sepeliä tai pestyä singeliä. Kerroksen paksuus tulee olla vähintään 300 mm ja se tiivistetään tärylätkällä tai jyrällä. (10.)



*KUVA 4. Yleisesti käytetty alapohjarakenne, havainnollistettu kapillaarikatkon sijainti*

Salaojitus tulee hoitaa myös asianmukaisesti, jotta vesi saadaan pois rakennuksen alta. Salaojaputket asennetaan koko talon ympärille anturan tai perusmuurin läheisyyteen. Salaojaputkien kaltevuus tulee olla vähintään 1:200 (0,5 %), mutta yleisesti käytetään kuitenkin 1:100 (1 %) kaltevuutta (kuva 5). (11.)



*KUVA 5. Salaojaputken kaltevuus tulee olla vähintään 1:200 (11)*

#### **4.3 Runkovaihe ja vesikatto**

Runkovaiheen töissä kuivaketjun toteuttaminen riippuu hyvin pitkälti rakennustavasta. Jos rakennus tehdään elementeistä, on sen kosteudenhallintamenetelmät runkovaiheessa hyvin paljon erilaiset kuin pitkästä tavarasta rakennettaessa. (9.)

Runkovaiheen osalta kuivaketjun toteuttaminen on helpointa siten, että rakennuksen seinät valmistetaan suurelementteinä kuivissa tehdasolosuhteissa ja pakataan suojamuoviin, jotta elementti säilyy kuivana sen asennukseen asti. Elementit rakennetaan tehtaalla ulkopuolelta valmiiksi ja sisäpuolelta höyrynsulkuovi- ja koolauspinnalle. Näin elementti ei itsessään ole alttiina kosteudelle. Elementit suojataan hyvin tehtaalla, jotta ne eivät pääse kastumaan varastoinnin ja kuljetuksen aikana. Elementtipaketit täytyy myös säilyttää katoksen alla, jotta sään mekaaniset rasitukset eivät riko suojamuovia ja pääse kastelemaan rakenteita. (12.)

Elementtikuorma tuodaan työmaalle vasta asennuspäivänä, ettei elementit ole turhaan sään armoilla. Suojamuovit poistetaan siinä vaiheessa, kun elementtien

asennus aloitetaan. Kun seinäelementeissä on ulkovuori valmiina ja sisäpuolella höyrynsulkumuovi, on se myös asennusvaiheessa hyvin säältä suojassa. Ainoat vaaranpaikat ovat elementtien päällä olevat nostoliinujen reiät, joista vesi pääsee sateella seinärakenteen sisään kastelemaan seinäeristettä. Nostoreiät onkin suojattava heti elementin asennuksen jälkeen, jos asennus tapahtuu sateisella säällä. Myös elementtisaumat sekä ikkunapenkit täytyy suojata, ellei välittömästi elementtiasennuksen jälkeen voida rakentaa verhousta valmiiksi ja asentaa ikkunoiden vesipeltejä paikalleen. (12.)

Toimivassa ja riskittömässä kuivaketjussa vesikatto rakennetaan mahdollisimman valmiiksi perustuksien päällä ja se nostetaan seinien päälle välittömästi seinäelementtien pystytyksen jälkeen. Vesikatto voidaan rakentaa lähes täysin valmiiksi ennen nostoa. Jos kyseessä on peltikatto, jätetään nostokohdista kattepellit irti noston ajaksi. Huopakatossa riittää pienen huopakaistaleen auki jättäminen. Kun katto on asennettu paikalleen, käydään nostokohdat viimeistelemässä. Tällä menettelyllä rakennus on heti säältä suojassa, eikä erillistä säänsoojaa tarvita. (Kuva 6.)



*KUVA 6. Katto asennetaan seinien päälle heti pystytyksen jälkeen, jotta kuiva-  
ketju ei katkea*

Jos taas rakennetaan rakennuspaikalla pitkästä tavarasta, on ainoa toimiva ratkaisu rakennuksen huputtaminen. Ainoastaan huputuksella voidaan varmistua rakenteiden kuivana pysymisestä kyseisellä tavalla rakennettaessa. Huputus on hyvä ja toimiva keino, mutta edellä mainittuun rakennustapaan verrattaessa se lisää huomattavasti kustannuksia. Muutaman rakennuskoneita vuokraavista yrityksistä kysytyn tarjouspyynnön perusteella 100 neliömetrin kokoisen omakotitalon huputus maksaisi noin 35 000 euroa. Tämän lisäksi se aiheuttaa ongelmia eri rakennusvaiheissa. Hupun katto pitää avata, jos esimerkiksi kattoristikot halutaan nostaa nosturilla paikalleen. Lisäksi se vaikeuttaa muuta tavaran nostoa rakennuksen läheisyyteen.

#### 4.4 Alapohja

Alapohjarakenteena käytetään pientaloissa useimmiten maanvaraista betonilaattaa tai vaihtoehtoisesti tuulettuvaa alapohjaa, puurakenteisella tai betonirakenteisella rossipohjalla.

Maanvaraisen betonilattian rakentamisessa tulee erityisesti huomioida sisätäytön maa-aineksen soveltuvuus kyseiseen rakenteeseen. Hiekan, jolla sisätyttö tehdään, tulee olla puhdasta ja sulaa maata, jotta se ei sulaessaan pääse painumaan eikä aiheuta hajuhaittaa tai mahdollisesti mikrobivaurioita, jos hiekan seassa on liikaa eloperäisiä aineita. Sisätyttö tulee myös tiivistää perusteellisesti. Jos maa pääsee painumaan laatan alla, se aiheuttaa murtumia laattaan, mikä voi taas aiheuttaa esimerkiksi märkätilojen kohdalla vesieristeen rikkoutumisen ja sitä kautta laajan kosteusongelman rakennukseen. Lattian alle täytyy laittaa riittävästi eristettä, joka tasaa lämpöerot lattialaatan ja hiekkakerroksen välillä. Tämä estää kastepisteen syntyminen väärään paikkaan, esimerkiksi lattialaattaan, josta se lähtisi aiheuttamaan kosteusongelmia muille rakenteille. (13.)

Maanvaraisen betonilattian valuvaihe on myös yksi merkittävimmistä kosteusriskeistä rakentamisessa. Kun lattia valetaan, betonimassassa oleva vesi haihtuu pois rakenteesta, betonin kuivuessa. Tästä syystä rakennuksessa täytyy olla hyvä lämmitys ja ilmanvaihto. Tämän lisäksi on myös erittäin suositeltavaa käyttää rakennuskuivainta lattiavalun jälkeen, sillä se poistaa tehokkaasti kosteutta ilmasta (kuva 7). Rakennuksen höyrynsulkukerros on myös rakennettava valmiiksi ja tiiviiksi ennen lattiavalua, jotta kosteus ei pääse tunkeutumaan rakenteissa oleviin eristeisiin. (14.)



*KUVA 7. Rakennuskuivain edistää kosteuden poistumista rakenteista (15)*

Rossipohjassa kosteudenhallinnalliset erityiskohteet liittyvät alapohjan tuuletuksen varmistamiseen. Jos alapohja ei pääse tuulettumaan, kosteus ei poistu rakenteesta ja alkaa aiheuttamaan ongelmia rakenteelle. Tuuletus hoidetaan tekemällä riittävä määrä tuuletusreikiä perustuksiin. Reikiin voi myös asentaa alipainepuhaltimia, jotka parantavat alapohjan tuuletusta. (16.)

#### **4.5 Sisävalmistusvaihe**

Sisävalmistusvaiheen kosteudenhallinnan pääkohdat liittyvät suurelta osin esteettisyyteen, mutta myös rakenteellisia kosteusongelmia voi syntyä sisävalmistusvaiheen aikana. (12.)

Materiaalien asennusohjeiden lukeminen ja niiden noudattaminen on hyvin tärkeää myös sisävalmistusvaiheessa. Erilaisten paneelien, laattojen, maalien ja lattiamateriaalien asennusohjeessa kerrotaan tarkasti niiden vaatimat asennuslämpötilat, kosteusprosentit sekä tasaantumisaika, jonka tuotteen pitää olla samassa tilassa ennen asennusta. Jos esimerkiksi sisäverhouspaneelia asennetaan suoraan ulkoa tuotuna, voi siinä hyvinkin pian näkyä virheellinen toimintatapa pääty-ponttien liiallisena rakoiluna kuivumisen seurauksena tai muuta vastaavaa ongelmaa. (12.)

Materiaaleilla on myös vaatimukset asennusalustan olosuhteille. Jos asennusalusta on liian kostea, voi se vaurioittaa päälle asennettavaa pintamateriaalia. Pahimmassa tapauksessa alustan liiallinen kosteus voi synnyttää mikrobikasvustoja ja sitä kautta kosteus- ja sisäilmaongelmia rakennukseen. Tästä syystä betonirakenteisen lattian kuivuus tulee todentaa mittaamalla. Mittausmenetelmiä on useita erilaisia, mutta useimmiten käytetään vielä nykypäivänä koepalamenetelmää. Helpoin menetelmä mittaamiseen olisi valun aikana rakenteeseen asennettavat anturit, joiden lukeminen onnistuu betonilattian päältä siihen tarkoitetulla laitteella, joka antaa heti tiedot rakenteen kosteudesta ja lämpötilasta. Betonilattia on vesieristettävissä ja pinnoitettavissa sen jälkeen, kun sen suhteellinen kosteus alittaa 90 %. Useimmat lattiamateriaalit vaativat kuitenkin alle 85 % suhteellisen kosteuden. (Taulukko 1.)

TAULUKKO 1. Betonin päällystettävyyys eri materiaaleilla (14)

Betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvo käyttölämpötilassa 20... 22°C, RH %	Päällyste / materiaaliominaisuuksia	Huomautuksia
80 - 85 % Betonin pintaosien (2-3 cm) oltava alle 75%	Mosaiikkiparketti <sup>1)</sup>	Puulajikohtainen /esim. pyökki 80%, tammi 85%)
85% <sup>2)</sup> Betonin pintaosien (2-3 cm) oltava päällystyshetkellä alle 75%	Alustaan kiinnittämättömät puulattiat ja kelluvat parketit (päällysteen ja betonin välissä vesihöyryä läpäisevä materiaali, joka irrottaa betonin ja päällysteen toisistaan)	
85 % <sup>3)</sup> Betonin pintaosien (2-3 cm) oltava päällystyshetkellä alle 75 %	Vesiliukoisella liimalla kiinnitettävät ja kelluvat päällystemateriaalit kuten: - Erilaiset muovimatot - Linoleummatto - Korkkimatot - Kumimatot - Tekstiilimatot, joissa tiivis alusmateriaali	Määräävä tekijä liiman kosteuden kestävyys
90 %	Alustaan kiinnittämättömät muovi- ja linoleummatot  Päällysteet, joissa kiinnitykseen on käytetty vähintään 90%:n kosteuspitoisuuden kestävää liimaa  Klinkkerilaatat  Polyuretaanimuovimassat  Täyssynteettiset tekstiilimatot	Liiman valmistajan ohjeet
85 - 97%	Epoksi-, akryyli ja polyesterimuovimassat	Tuotteen valmistajan antamat raja-arvot. Betonin pinnan oltava päällystysvaiheessa kuiva ja riittävän lämmin.
Muut arvot	Tapauskohtaisesti eri materiaalit	Materiaalin valmistaja voi antaa näistä ohjeista poikkeavia tuotekohtaisia arvoja.
90%	Kermieristykset	Materiaalivalmistajan ohjeet
90%	Märkätilojen vedeneristeet	Materiaalivalmistajan ohjeet

## 5 KEHITETYT TARKASTUSASIAKIRJAT

Luvuissa 2 – 4 käsiteltyjen tietojen pohjalta laadittiin kosteudenhallintaa varten tarkastusasiakirjat. Luonnissa käytettiin hyväksi myös Kuivaketju10 -mallin pientaloille suunnattua todentamisohjetta, Oulun kaupungin Pientalon laatu -julkaisua sekä Ympäristöministeriön julkaisemaa Pientalon valvonta ja tarkastusasiakirjaa.

Kehitetyt tarkastusasiakirjat tulevat työmaakäyttöön ja toimivat siellä hyvänä ohjenuorana kuivaketjun toteutuksessa. Tarkastusasiakirjojen avulla saadaan dokumentoitua rakentamisen aikainen kosteudenhallinta ja sen toteutuminen voidaan todentaa niiden avulla. Asiakirjapohjan rakentaminen toteutettiin Adobe pdf creator -ohjelmalla, jolla saatiin tehtyä asiakirjapohjasta niin sanottu interaktiivinen PDF-tiedosto, jossa osaa sarakkeista saa muokattua.

Aluksi rakennusprosessi jaettiin eri työvaiheisiin, joihin kaikkiin lähdettiin työstämään erillistä, kyseiseen työvaiheeseen sopivaa kosteudenhallinnan tarkastusasiakirjapohjaa. Nämä työvaiheet ovat maa- ja perustustyöt, runkovaihe ja vesikattotyöt, alapohja, märkätilat sekä sisävalmistusvaiheen työt.

Asiakirjapohjan alkuun laadittiin seuraavat peruskohdat, jotka käyvät jokaiseen työvaiheeseen:

- kohteen nimi
- päivämäärä ja kellonaika
- tarkastaja
- työvaiheen toteuttaja
- työvaiheen aloituspäivä
- työvaiheen lopetuspäivä
- sääolosuhde
- toteutus kuvien mukainen
- työvaihe kesken / työvaihe valmis.

Asiakirjapohjien loppuun laadittiin seuraavat asiat:

- lisähuomiot
- tarkastajan nimi ja allekirjoitus.

Kuvankaappaukset valmiista asiakirjoista löytyvät liitetiedostoista.

### **5.1 Maa- ja perustustöiden tarkastusasiakirja**

Kyseiseen tarkastusasiakirjaan koottiin maatöiden kosteudenhallinnan riskikohdat sekä työohjeet maatöiden kosteudenhallinnan osalta.

Maatöiden tarkastusasiakirjapohjaan sisällytettiin seuraavat asiat:

- perustamiskorkeus reilusti pohjavedenpinnan yläpuolella (kyllä/ei)
- suodatinkangas asennettu (kyllä/ei)
- kapillaarinen vedennousu estetty (min 300 mm kapillaarikatko) (kyllä/ei)
- salaojajärjestelmä asennettu suunnitelmien mukaisesti (kyllä/ei)
- salaojaputkien korko ja kaadot tarkistettu (kaato väh. 0,5 % = 1:200) (kyllä/ei)
- patolevy asennettu (kyllä/ei)
- pintamaan muotoilu tarkistettu, kaato pois päin rakennuksesta vähintään 1:200 (kyllä/ei)
- lattia vähintään 30 cm pintamaasta ylöspäin
- kuvat työvaiheista
- havaitut ongelmat.

### **5.2 Runko- ja vesikattotöiden tarkastusasiakirja**

Runkovaiheen kosteudenhallinnan tarkastusasiakirjapohjan pääkohdat liittyvät säänsuojaukseen. Kyseinen työvaihe on yksi kriittisimmistä ja riskialttiimmista kohdista rakentamisen kosteudenhallinnassa. Tämän vaiheen tarkastusasiakirjaan koottiin seuraavat asiat:

- toteutustapa (kappaletavara / tehdaselementit / työmaaelementit)
- säänsuojauksen toteutus (ok ja miten)
- materiaalin suojaus ja tarkastus (ok ja miten)
- alaohjauspuun ja sokkelin välissä huopa- tai solumuovikaista (kyllä/ei)
- elementtisaumoissa eristeet
- ikkunat ja ovet asennettu
- ikkuna- / oviliitokset tiivistetty ja vesipellit asennettu
- ulkoverhous valmis
- tuuletus toimii koko matkalla verhouksen takana
- vesikattorakenne valmis ja tiivis
- kattoläpiviennit asennettu ja tiivistetty
- yläpohjan tuuletus varmistettu
- yläpohja eristetty
- kattovedet johdettu rännikaivoihin
- kuvat työvaiheista
- havaitut ongelmat.

### 5.3 Alapohjan tarkastusasiakirja

Alapohjan kosteudenhallinnassa on syytä keskittyä seuraaviin seikkoihin:

- toteutustapa (maanvarainen teräsbetoni-laatta / ontelolaatat / puurakenteinen rossipohja)
- tuulettuva alapohja → tuuletus varmistettu
- maanvarainen teräsbetoni-laatta → rakenteen oikeellisuus varmistettu (kappillaarikatko, suodatinkangas, tasaushiekka, pu-eriste, rauditus, betoni), → höyrinsulkukerroksen limitys alapohjan ja seinän välille toteutettu, laatan kosteus mitattu ennen päällystämistä
- betonilattian kuivatussuunnitelma ja -aikataulu tehty
- lattian suoruus tarkistettu
- kaadot tarkistettu
- kuvat työvaiheista
- havaitut ongelmat.

#### **5.4 Märkätilojen tarkastusasiakirja**

Märkätilojen kosteudenhallinnan tarkastusasiakirjan sisällöstä koottiin alla oleva listaus:

- lattian kaadot riittävät
- lattian kosteus mitattu ennen vedeneristystä
- vedeneristäjällä sertifikaatti
- vedeneriste asennettu
- vedeneristeiden paksuus mitattu
- nurkissa ja läpivienneissä vahvikkeet
- tilassa ympärivuotinen lattialämmitys
- havaitut ongelmat.

#### **5.5 Sisävalmistusvaiheen tarkastusasiakirja**

Sisävalmistusvaiheen kosteudenhallinnassa seuraavat asiat ovat tärkeitä:

- kuivuri käytössä
- poistoilmapuhallin käytössä
- sisäilman lämpötila
- betonilattian kosteus mitattu ennen lattiamateriaalin asennusta (RH <85%)
- materiaalien kosteus tasaantunut ennen asennusta
- materiaalien kuivaketju onnistunut
- kosteutta saaneet materiaalit kuivatettu
- havaitut ongelmat.

#### **5.6 Asiakirjojen testaus**

Asiakirjat tarkastettiin sekä raakaversioina että valmiina versioina pientalotyömaalla työnjohtajien toimesta. Alkuperäisiin versioihin tehtiin työmaatarkastuksen

jälkeen muutamia pieniä käytännön toteutukseen liittyviä viilauksia. Lisähuomina välitarkastuksessa lisättiin lopullisiin tarkastusasiakirjoihin havaitut ongelmat kohta, johon voidaan jatkoa helpottaen kirjata kyseisessä työvaiheessa havaitut ongelmat, jotta niihin voidaan varautua tulevaisuudessa. Lisäksi jokaiseen tarkastusasiakirjaan lisättiin kohta, jossa todetaan, onko työvaihe toteutettu annettujen suunnitelmakuvien mukaan, ja jos ei, kerrotaan selkeästi, miksi on poikettu suunnitelmista ja kenen hyväksytyksellä. Viimeisimmät asiakirjaversiot todettiin hyväksi ja toimivaksi työmaakäyttöön. Jatkokehitystä tapahtuu myös varmasti, kun asiakirjat otetaan varsinaiseen työmaakäyttöön.

Asiakirjoista luotiin selkeitä ja helppokäyttöisiä. Ne ovat helposti täytettävissä ja käytettävissä mobiililaitteella tai tietokoneella, joten paperisota vähenee työmaalla huomattavasti. Lisäksi interaktiiviset PDF-tiedostot on helppo tallentaa pilvipalveluun kaikkien asianosaisten saataville.

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää pientalojen rakentamisessa käytettyä kuivaketjumallia, sekä luoda sen toteutusta helpottamaan tarkastusasiakirjapohjat. Tarkastusasiakirjojen avulla voidaan todentaa ja dokumentoida oikeaoppisen kosteudenhallinnan toteutusta rakennustyömaalla.

Työn aluksi perehdyttiin rakentamisessa esiintyvään kosteuteen ja sen siirtymämuotoihin. Kosteudenhallinta on tällä hetkellä todella suuressa roolissa rakennusalalla, joten tekstiä ja tutkimuksia aiheesta löytyy riittävästi. Ongelmaksi muodostuikin lähinnä oikean tiedon perkaus. Oman käytännön kokemuksen kautta pystyin hakemaan tarpeellista tietoa ja sivuuttamaan tarpeettomia. Lisäksi pyrin haastamaan itseäni tutustumaan syvällisemmin myös joihinkin sellaisiin aiheisiin, joita olin aiemmin pitänyt jossain määrin merkityksettöminä kosteudenhallinnan näkökulmasta.

Onnistuin mielestäni kehittämään puurakenteisten pientalojen rakennuksessa toteutettavaa kuivaketjua oikeaan suuntaan. Yleisesti käytettyä kuivaketjumallia saatiin muokattua entistä paremmaksi ja kohdennettua sitä pientalojen rakentamisprojektiä palvelevaksi. Myös asiakirjapohjien luonti onnistui hyvin. Niistä tuli selkeät ja helposti käytettävät, joten niiden käyttö helpottaa varmasti kuivaketjun toteutusta ja seurantaa.

Suurin yksittäinen vaikuttaja kuivaketjun toteutumiseen on kuitenkin työmaan sisäinen valvonta. Jos sisäisessä valvonnassa on puutteita ja kosteudenhallinnassa tehdään virheitä tai asioihin jätetään puuttumatta, aiheutuu ongelmia, joita ei välttämättä havaita kuin vasta vuosia rakennuksen valmistumisen jälkeen. Siksi rakennusaikainen dokumentointi on elinehto sille, että voidaan varmistua rakennuksen terveellisyydestä.

Työn tuloksena saatuja asiakirjapohjia sekä kuivaketjumallia on tarkoitus hyödyntää jatkossa työmaakäytössä.

## LÄHTEET

1. Kosteuslähteet. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Saatavissa: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuslahteet>. Hakupäivä 1.4.2019.
2. Pursiainen, Teemu 2018. Yleisimmät kosteuden lähteet rakennuksissa. Saatavissa: <http://kosteus-mittaus.fi/kosteudenhallinta-yleisimmat-kosteuden-lahheet-rakennuksissa/>. Hakupäivä: 13.4.2019.
3. Kosteuden siirtyminen. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Saatavissa: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuden-siirtyminen>. Hakupäivä 1.4.2019.
4. Björkholtz, Dick 1987. Lämpö ja kosteus, Rakennusfysiikka. Helsinki. Rakentajain Kustannus Oy.
5. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. 2016. Ympäristöministeriö.
6. Kosteudenhallintasuunnitelma. 2015. Kosteudenhallinta.fi. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/kosteudenhallintasuunnitelma>. Hakupäivä 13.5.2019.
7. Outinen, Katja 2017. Kuivaketju rakentamisessa, rakentamisen aikainen kosteuden hallinta valvonnan näkökulmasta. Ympäristöministeriö.
8. Kuivaketjun toteutus. Kosteudenhallinta.fi. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/suojaus/kuivaketjun-toteutus>. Hakupäivä 4.4.2019.
9. Materiaalien toimitukset ja varastointi. Kosteudenhallinta.fi. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisen-valmistelu/materiaalien-toimitukset-ja-varastointi>. Hakupäivä 4.4.2019.
10. Palolahti, Tuomas 2010. Pientalon maarakennustyöt, ohjeita konepalvelun ja pienurakoiden tilaajalle. Mittaviiva Oy. Saatavissa: [https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tietoa-ja-tilastoja/ohjeita-ja-opastusta/pientalon\\_maarakennustyot.pdf](https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/tietoa-ja-tilastoja/ohjeita-ja-opastusta/pientalon_maarakennustyot.pdf). Hakupäivä 14.4.2019.

11. Salaojat. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Saatavissa: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Salaojat>. Hakupäivä 1.4.2019.
12. Seppälä, Pekka 2013. Rakentamisprosessin kosteudenhallinta. Oulu. Oulun yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut / rakennusvalvonta.
13. Maanvastaiset alapohjat. Kosteudenhallinta.fi. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/alapohjat/maanvastaiset-alapohjat>. Hakupäivä 1.6.2019.
14. Työmaan kosteudenhallinta. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Saatavissa: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Korjausten-laadunvarmistus/Työmaan-kosteudenhallinta>. Hakupäivä 14.4.2019.
15. Rakennuskuivain Master DH 26. Saatavissa: <https://www.virtasen-kauppa.fi/rakennuskuivain-dh-26-27-l-24-h-master-5923> Hakupäivä 5.4.2019
16. Ryömintätalalliset eli tuulettuvat alapohjat. Kosteudenhallinta.fi. Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/alapohjat/ryoemintatilalliset-eli-tuulettuvat-alapohjat>. Hakupäivä 4.4.2019.

## **LIITTEET**

Liite 1. Maa- ja perustustöiden tarkastusasiakirja

Liite 2. Runko- ja vesikattotöiden tarkastusasiakirja

Liite 3. Alapohjan tarkastusasiakirja

Liite 4. Märkätilojen tarkastusasiakirja

Liite 5. Sisävalmistusvaiheen tarkastusasiakirja

Liite 6. Pientalon kuivaketju

**Maa- ja perustustyöt**

Työkohte: Opinnäytetyö  
 Päivämäärä: 11.05.2019  
 Tarkastaja: Samuli Päivärinta  
 Työvaiheen toteuttaja: Onni Opiskelija  
 Työvaiheen aloituspäivämäärä: 2.4.2019  
 Työvaiheen lopetuspäivämäärä: ---  
 Sääolosuhde: Sateinen

Työvaihe kesken / työvaihe valmis: kesken

Lisähuomiot: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

- Perustamiskorkeus pohjavedenpinnan yläpuolella:
- Suodatinkangas asennettu:
- Kapillaarinen vedennousu estetty (min 300mm kapillaarikatko):
- Salaojajärjestelmä asennettu suunnitelmien mukaisesti:
- Salaojaputkien korko ja kaadot tarkistettu (kaato väh. 0,5% = 1:200):
- Patolevy asennettu:
- Pintamaan muotoilu tarkistettu, kaato pois päin rakennuksesta vähintään 1:200:
- Toteutus suunnitelmien mukainen:
- Kuvat otettu työvaiheista:
- Havaitut ongelmat: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Tarkastaja: Samuli Päivärinta

Allekirjoitus: \_\_\_\_\_

## Runko- ja vesikattotyöt

Työkohde: \_\_\_\_\_

Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Tarkastaja: \_\_\_\_\_

Työvaiheen toteuttaja: \_\_\_\_\_

Työvaiheen aloituspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Työvaiheen lopetuspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Sääolosuhde: \_\_\_\_\_

Työvaihe kesken / työvaihe valmis: \_\_\_\_\_

Lisähuomiot: \_\_\_\_\_

---



---



---



---



---



---



---



---

Tarkastaja: \_\_\_\_\_

Allekirjoitus: \_\_\_\_\_

- Toteutustapa: kappaletavara  tehdaselementit  työmaaelementit

- Säätösuojaus toteutettu hyvin

- Materiaalit suojattu hyvin

- Materiaalit tarkistettu ennen asennusta

- Alaohjauspuun ja sokkelin välissä huopa- tai solumuovikaista

- Elementisaumoissa eristeet

- Ikkunat ja ovet asennettu

- Ikkuna- / oviliitokset tiivistetty ja vesipellit asennettu

- Ulkoverhous valmis

- Tuuletusraon toimivuus varmistettu

- Vesikattorakenne valmis ja tiivis

- Kattoläpiviennit asennettu ja tiivistetty

- Yläpohjan tuuletus varmistettu

- Yläpohja eristetty

- Kattovedet johdettu rännikaivoihin

- Kuvat otettu työvaiheista:

- Havaitut ongelmat: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

## Alapohja

Työkohte: \_\_\_\_\_

Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Tarkastaja: \_\_\_\_\_

Työvaiheen toteuttaja: \_\_\_\_\_

Työvaiheen aloituspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Työvaiheen lopetuspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Sääolosuhde: \_\_\_\_\_

Työvaihe kesken / työvaihe valmis: \_\_\_\_\_

Lisähuomiot: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tarkastaja: \_\_\_\_\_

Allekirjoitus: \_\_\_\_\_

• Toteutustapa: maanvarainen teräsbetoni-laatta   
ontelolaatat  puurakenteinen rossipohja

• Tuulettuva alapohja → tuuletus varmistettu

• Maanvarainen teräsbetoni-laatta → rakenteen oikeellisuus varmistettu (kapillaarikatko, suodatinkangas, tasaushiekka, pu-eriste, raudoitus, betoni)

• Höyrynsulkukerroksen limitys alapohjan ja seinän välillä toteutettu

• Laatan kosteus mitattu ennen päällystämistä

• Betonilattian kuivatussuunnitelma ja -aikataulu tehty

• Lattian suoruus tarkistettu

• Kaadot tarkistettu

• Kuvat otettu työvaiheista

• Havaitut ongelmat: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Märkätilat

Työkohde: \_\_\_\_\_

Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Tarkastaja: \_\_\_\_\_

Työvaiheen toteuttaja: \_\_\_\_\_

Työvaiheen aloituspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Työvaiheen lopetuspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Sääolosuhde: \_\_\_\_\_

Työvaihe kesken / työvaihe valmis: \_\_\_\_\_

Lisähuomiot: \_\_\_\_\_


Tarkastaja: \_\_\_\_\_

Allekirjoitus: \_\_\_\_\_

• Lattian kaadot riittävät • Lattian kosteus mitattu ennen vedeneristystä • Vedeneristäjällä sertifikaatti • Vedeneriste asennettu • Vedeneristeen paksuus mitattu • Nurkissa ja läpivienneissä vahvikkeet • Tilassa ympärivuotinen lattialämmitys • Kuvat otettu työvaiheista 

• Havaitut ongelmat: \_\_\_\_\_


**Sisävalmistusvaihe**

Työkohde: \_\_\_\_\_

Päivämäärä: \_\_\_\_\_

Tarkastaja: \_\_\_\_\_

Työvaiheen toteuttaja: \_\_\_\_\_

Työvaiheen aloituspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Työvaiheen lopetuspäivämäärä: \_\_\_\_\_

Sääolosuhde: \_\_\_\_\_

Työvaihe kesken / työvaihe valmis: \_\_\_\_\_

Lisähuomiot: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Tarkastaja: \_\_\_\_\_

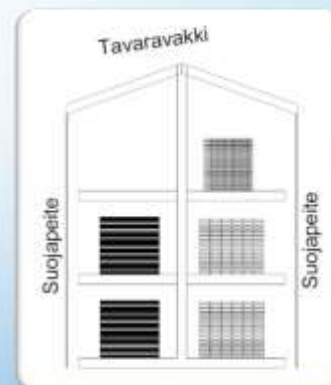
Allekirjoitus: \_\_\_\_\_

- Kuivuri käytössä
  - Poistoilmapuhallin käytössä
  - Sisäilman lämpötila: \_\_\_\_\_
  - Betonilattian kosteus mitattu ennen lattiamateriaalin asennusta (RH <85%)
  - Materiaalien kosteuden annettu tasaantua ennen asennusta
  - Materiaalien kuivaketju onnistunut
  - Kosteutta saaneet materiaalit kuivatettu
  - Kuvat otettu työvaiheista
  - Havaitut ongelmat: \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

# PIENTALON KUIVAKETJU

## MATERIAALIN SUOJAUS JA VARASTOINTI

- MATERIAALIT VARASTOIDAAN JA SUOJATAAN KUNNOLLA KUN NE SAAPUVAT TYÖMAALLE. (IRTI MAASTA, SUOJA SATEELTA)
- KUIVAKETJU ON VARMISTETTU KOKO TUOTANTO- JA LOGISTIikkaketjun ajan.
- TYÖMAALLA ON HYVÄ KÄYTTÄÄ ERILLISTÄ TAVARAVAKKIA SÄÄNSUOJAUKSESSA. VÄLTYTÄÄN USEIDEN ERILLISTEN NIPPUJEN SUOJAIKSELTA.



## MAA- JA PERUSTUSTYÖT

- SALAOJAT (KAATO MIN 1:200, SUOSITELLAAN 1:100)
- KAPILLAARIKATKO (MIN 300MM)
- MAAPINNAN MUOTOILU (KAATO 1:200 POIS RAKENNUKSESTA)
- RAKENNUSPOHJA TIIVISTETÄÄN
- ROUTAERISTYS PAIKKAKUNNAN VAATIMUSTEN MUKAISESTI
- KUVATAAN TYÖVAIHEET

## RUNKOTYÖT ELEMENTEISTÄ

- KUN RUNKO TEHDÄÄN TEHTAALLA VALMISTETUISTA ELEMENTEISTÄ, VOIDAAN VARMISTUA KUIVAKETJUN TOIMIVUUDESTA
- ELEMENTIT SUOJATAAN HYVIN TEHTAALLA, HÖYRYNSULKUMUOVIN LISÄKSI ELEMENTEISSÄ SISÄ- JA YLÄPUOLELLA SUOJAMUOVIT JA ELEMENTTIPAKETEISSA OIMAT SUOJAMUOVIT
- TYÖHAAELEMENTIT VAIHTOEHTOINEN TAPA, MINUSPUOLENA SÄÄN ARMOILLA OLEMINEN JA JATKUVAN SUOJAUKSEN TARVE / KUIVATUS
- ALAJUOKSUJEN ASENNUS JA SUOJAUS
- RUNKO SUURELEMENTTEINÄ TEHTAALLA
- ELEMENTTIEN ASENNUS JA YLÄPÄÄN SUOJAUS JOS KELI ON SATEINEN (AVATAAN SUOJAMUOVEJA VAIN ASENNUKSEN VAATIMISSA RAJOISSA, ASENNETAAN SUOJAT TAKAISIN ASENNUKSEN JÄLKEEN, TEIPATAAN NOSTOLIINOJEN REIJÄT)
- SUOJATAAN IKKUNAPENKIT JA ELEMENTTISAUMAT, TAI RAKENNETAAN NE VALMIIKSI

## RUNKOTYÖT TYÖMAALLA

- EDELLEEN PALJON KÄYTETTY RAKENNUSTAPA, RUNKO PYSTYYN TYÖMAALLA
- VAATII HUPUTUKSEN TÄYDELLISEN KUIVAKETJUN TOTEUTUMISEKSI
- ILMAN HUPUTUSTA RUNKO SÄIDEN ARMOILLA PITKÄN AIKAA
- HUPUTUKSESTA JOHTUEN KUSTANNUKSET NOUSEVAT RAJUSTI, JOPA 30%



## VESIKATTO

- PARHAIMMAN LOPPUTULOKSEN SAAMISEKSI KUIVAKETJUN OSALTA VESIKATTO RAKENNETAAN VALMIIKSI MAASSA JA NOSTETAAN VÄLITTÖMÄSTI ELEMENTTIASENNUKSEN JÄLKEEN SEINIEN PÄÄLLE. NÄIN RAKENNUSVAIPPA SAADAAN HETI VALMIIKSI JA RAKENNUS ON KOKONAAN SÄÄLTÄ SUOJASSA
- VAIHTOEHTOISESTI VESIKATTO VOIDAAN RAKENTAA SEINIEN PÄÄLLE LÄHES YHTÄ HYVÄLLÄ KOSTEUDENHALLINNALLA, KUN SEINÄELEMENTIT ON HYVIN SUOJATTUNA. TÄSSÄ ASIASSA KOROSTUU KUITENKIN TYÖTYRVALLISUUS, MINKÄ TAKIA KATON RAKENTAMINEN MAASSA ON HUOMATTAVASTI PAREMPI RATKAISU



## MAANVARAINEN ALAPOHJA

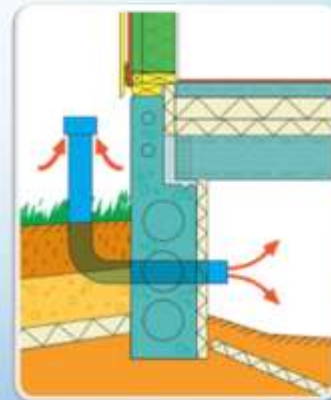
- RAKENNEKERROSTEN OIKEELLISUUDESTA HUOLEHDITAAN (KAPILLAARIKATKO, SUODATINKANGAS, TASAUSHIEKKA, PU-ERISTE, TERÄSBETONILAATTA) MAA- AINEKSET TIIVISTETTÄVÄ HUOLELLA JOTTA RAKENNE EI PÄÄSE PAINUMAAN
- VALUN JÄLKEINEN ILMANVAIHTO JA KUIVATUS TÄRKEÄÄ BETONIMASSASTA HAIHTUVASTA VEDESTÄ JOHTUVEN



Rakennuskulvain kosteuden poistoon ja laatan kuivaukseen.

## TUULETTUVA ALAPOHJA

- RAKENNETTAESSA ALAPOHJARAKENNE TUULETTUVANA, PUURAKENTEISELLA TAI BETONIRAKENTEISELLA ROSSIPOHJALLA, ON VARMISTETTAVA ALAPOHJAN TUULETUS JOTTA KOSTEUS PÄÄSEE POISTUMAAN JA VÄLTYYÄN KOSTEUSVAURIOILTA.



## SISÄVALMISTUSVAIHE

- MITATAAN LATTIAN KOSTEUS ENNEN VEDENERISTEEN RH<90% JA LATTIAMATERIAALIEN <85% ASENNUSTA
- KÄYTETÄÄN VAIN KUIVIA JA HYVÄKUNTOISIA MATERIAALEJA
- ANNETAAN MATERIAALIEN KOSTEUDEN TASAANTUA ASENNETTAVASSA TILASSA ENNEN ASENNUSTA
- HUOLEHDITAAN RIITTÄVÄSTÄ ILMANVAIHDOSTA



Nykyaikainen rakenteeseen asennettava mittausanturi

## Tiivistettynä

Materiaalin suojaus.



Rakennuspohjan ja kuivatusjärjestelmän laadukas toteutus.



Tehdaselementit ja valmis katto.



Sisätilojen kuivatus.



Materiaalien ja asennusaluksen kuivuuden varmistaminen



