



Ville Turpeinen

Kosteudenhallinta hirsirakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri

Rakennustekniikka

Insinööriyö

28.04.2025

Tiivistelmä

Tekijä(t):	Ville Turpeinen
Otsikko:	Kosteudenhallinta hirsirakentamisessa
Sivumäärä:	43 sivua + 3 liitettä
Aika:	28.04.2025
Tutkinto:	Insinööri
Tutkinto-ohjelma:	Rakennustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto:	Projektinhallinta
Ohjaajat:	Lehtori Tapani Järvenpää Laboratoriopäällikkö Anne-Marie Mäntylä

Tässä insinööriyössä käsitellään kosteudenhallintaa hirsirakentamisessa työmaan, käyttöönoton sekä käytön aikana. Työn tavoitteena oli selvittää kosteudenhallinnan erityispiirteet hirsirakentamisessa ja kehittää toimintamalli, jonka avulla kosteudenhallintaa voidaan toteuttaa hirsirakennustyömaiden toteutusvaiheessa.

Työ toteutettiin kolmivaiheisena kokonaisuutena. Ensimmäisessä vaiheessa perehdyttiin kosteudenhallintaan liittyvään kirjallisuuteen, standardeihin ja ohjeistuksiin. Toisessa vaiheessa haastateltiin kolmea hirsirakentamiseen erikoistunutta yritystä, joiden näkemyksiä kosteudenhallinnan käytännöistä ja haasteista kartoitettiin. Kolmannessa vaiheessa laadittiin koottujen tietojen pohjalta toimintamalli, joka ohjaa kosteudenhallinnan toteutusta työmaan eri vaiheissa.

Kosteudenhallinta on tärkeä osa-alue hirsirakentamisessa, sillä vaikka hirsi on luonnostaan kosteutta tasaava materiaali, se on samalla altis pitkäaikaisen kosteuden aiheuttamille vaurioille kuten homeelle ja lahottajasienille. Kirjallisuusselvityksessä havaittiin, että onnistunut työmaan kosteudenhallinta edellyttää huolellista suunnittelua, oikea-aikaisia materiaalitointoituksia, huolellista sääsuojauksia sekä kosteuden seurantaa työmaalla ja käytön aikana.

Osana opinnäytetyötä laadittiin käytännönläheinen toimintamalli, joka sisältää muun muassa hirsirakennustyömaan kosteusriskikartoituksen, työmaan perustamisen ohjeet, materiaalien kuljetus- ja varastointikäytännöt, rakentamisen aikaiset suojaustoimenpiteet sekä käyttöönottovaiheen ja käytön aikaisen kosteudenhallinnan näkökohdat.

Johtopäätöksenä todettiin, että kosteudenhallinnan onnistumisella voidaan ehkäistä merkittäviä vaurioita ja lisäkustannuksia sekä parantaa rakennuksen terveellisyyttä ja pitkäaikaista toimivuutta. Esiitetty toimintamalli tarjoaa hirsirakentajille selkeän työkalun kosteudenhallinnan työmaan aikaiseen toteutukseen, ja se on hyödynnettävissä yksityishenkilöiden sekä rakennusyritysten toimesta.

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Ville Turpeinen
Title: Moisture Control in Log Construction
Number of Pages: 43 pages + 3 appendices
Date: 28 April 2025

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Civil Engineering
Specialisation option: Project management
Instructors: Tapani Järvenpää, Senior Lecturer
Anne-Marie Mäntylä, Laboratory Manager

This engineering thesis discussed moisture control in log construction during the construction site phase, commissioning, and use. The aim was to find out the special features of moisture control in log building and to develop a model that can be used to manage moisture during the construction phase of log buildings.

The study was conducted in three phases. In the first phase, literature, standards, and guidelines about moisture control were studied. In the second phase, three companies specializing in log construction were interviewed to find out their views on moisture control practices and challenges. In the third phase, a model was created based on the collected information. This model guides how to manage moisture during different phases of the construction site.

Moisture control is important in log construction. Even though logs naturally balance moisture, they are still at risk of long-term moisture damage, such as mold and rot. The literature review showed that successful moisture control at the construction site requires careful planning, timely delivery of materials, good weather protection, and monitoring of moisture both during construction and use.

As part of the thesis, a practical model was created. It includes a moisture risk assessment for the construction site, instructions for setting up the site, practices for transporting and storing materials, protection measures during construction, and aspects of moisture control during commissioning and use.

The conclusion was that proper moisture control can prevent major damage and extra costs, and it can improve the health and long-term functionality of the building. The presented model gives log builders a clear tool for moisture control during construction. Both private individuals and construction companies can use it.

Sisällys

1	Johdanto	6
1.1	Työn toteutus	6
1.2	Taustaa	7
2	Kosteudenhallinta	8
2.1	Kosteudenhallinta ja lainsäädäntö	9
2.2	Kosteudenhallintaselvitys	9
2.3	Kosteudenhallintakoordinaattori	10
2.4	RALA-kosteudenhallintasertifikaatti	10
2.5	Rakennusaikainen kosteus	11
2.6	Käytön aikainen kosteus	12
2.7	Kosteusvaurio	13
2.8	Sisäilmaongelmat	13
2.9	Lahovauriot	14
3	Kosteudenhallinta rakennustyömaalla	15
3.1	Kustannusvaikutukset	15
3.2	Aikatauluvaikutukset	16
3.3	Kuivaketju10-malli	17
3.4	Sääsuojaus	17
3.5	Vuodenaikojen erityispiirteet	18
3.6	Kosteuden mittaaminen ja seuranta	19
3.7	Kosteusmittausuunnitelma	20
4	Hirsirakentamisen erityispiirteet	22
4.1	Hirren ominaisuuksista	22
4.2	Kosteustekniset rakennusvirheet hirsirakentamisessa	24
4.3	Talvipystytys	26
5	Hirsirakentajien mietteitä kosteudenhallinnasta	27
5.1	Haastattelu Kontio	27
5.2	Haastattelu Aarre rakennusasiaintoimisto	28
5.3	Haastattelu Kiiruna Talot	29

6	Toimintamalli hirsirakentamisen kosteudenhallinnan työmaatoteutukseen	31
6.1	Hirsirakennustyömaan kosteusriskikartoitus	31
6.2	Työmaan perustaminen	33
6.3	Hirsien kuljetus ja varastointi	34
6.4	Rakentamisvaihe	35
6.5	Käyttöönotto	37
6.6	Hirsirakennuksen käyttö	38
7	Tulokset	39
8	Yhteenveto	40
	Lähteet	42
	Liitteet	45
	Liite 1 Haastattelupöytäkirja Kontio	45
	Liite 2 Haastattelupöytäkirja Rakennusasiaintoimisto Aarre Oy	47
	Liite 3 Haastattelupöytäkirja Kiiruna Talot	50

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee kosteudenhallintaa hirsirakentamisessa. Työn tarkoituksena on selvittää kosteudenhallinnan erityispiirteet hirsirakentamisessa rakentajan näkökulmasta ja luoda toimintamalli, jonka avulla voidaan parantaa kosteudenhallintaa hirsirakennusten työmaatoteutuksessa.

Kosteudenhallinta on kriittinen tekijä rakennuksen pitkäikäisyyden, terveellisyyden ja laadun kannalta. Virheellinen kosteudenhallinta voi johtaa vakaviin ongelmiin, kuten lahovaurioihin, homekasvuun ja sisäilmaongelmiin, jotka vaarantavat asukkaiden terveyden ja aiheuttavat mittavia korjauskustannuksia. Siksi on ensiarvoisen tärkeää ymmärtää kosteudenhallinnan erityispiirteet hirsirakentamisessa ja soveltaa oikeita menetelmiä kosteuden hallitsemiseksi rakennuksen koko elinkaaren ajan.

1.1 Työn toteutus

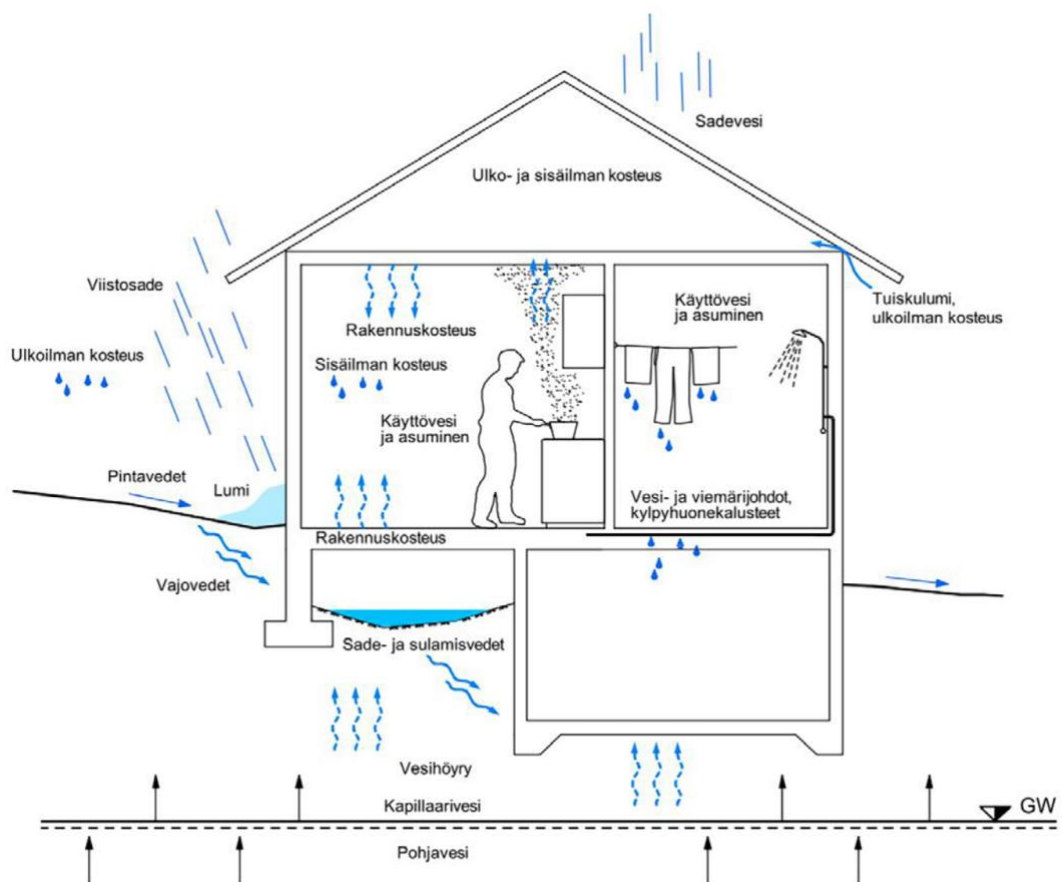
Työ toteutetaan itsenäisesti Metropolia Ammattikorkeakoulun ohjauksessa ja se koostuu kolmesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa perehdytään kosteudenhallintaan liittyvään aineistoon kuten RT-kortteihin, alan standardeihin sekä muihin julkaisuihin, joista koottiin hirsirakentamiselle olennaisimmat tiedot. Toisessa vaiheessa haastatellaan hirsirakentamiseen erikoistuneita yrityksiä, joilta kartoitetaan hirsirakentamisen kosteudenhallinnan haasteita, käytäntöjä sekä kokemuksia. Viimeisessä vaiheessa kootaan opitun tiedon perusteella toimintamalli hirsirakennusten työmaatoteutuksen sekä käytön aikaiseen kosteudenhallintaan.

1.2 Taustaa

Opinnäytetyön aihe syntyi omakohtaisesta kokemuksesta lamellihirsirakennuksen pystyttämisestä. Rakentamisprosessin aikana havaitsin, että rakentajille suunnatut kosteudenhallintaan liittyvät ohjeistukset olivat paikoitellen suppeat ja loivat epävarmuutta työn suorittamiseen. Aihetta tarkemmin tutkiessa minulle ilmeni, että kosteudenhallinta on laaja-alaisesti kiinnostava aihe ja tärkeä osa-alue rakentamisessa, ja jonka syvällisempi tarkastelu opinnäytetyön muodossa tuntui mielekkäältä.

2 Kosteudenhallinta

Kosteudenhallinnan tavoitteena on pyrkiä minimoimaan rakennuksen rakenteisiin päätyvää ylimääräistä kosteutta sekä estää kosteuden aiheuttamia ongelmia rakennukselle. Huolimaton kosteudenhallinta voi aiheuttaa ongelmia rakennuksen terveellisyydelle, käyttäjälle sekä rakennusprojektin eri vaiheisiin. Kosteudenhallinnalliset näkökulmat ovat mukana rakennushankkeen eri vaiheissa aina suunnittelusta käyttöön saakka (RT-103546, 2023). Kuvassa 1 on havainnollistettu rakennukseen kohdistuvia kosteusrasituksia.



Kuva 1. Rakennukseen kohdistuvia kosteusrasituksia (RT-103528, 2023)

2.1 Kosteudenhallinta ja lainsäädäntö

Kaikkea rakentamista säätelee maankäyttö- ja rakennuslaki. Lisäksi rakentamisen kosteudenhallintaa sääntelee ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Sen keskeisemmät vaatimukset rakennuksen suunnitteluvaiheessa ovat, että rakennuksen on oltava kosteusteknisesti toimiva suunnitellun teknisen käyttöiän ajan. Lisäksi vaaditaan ettei, rakenteiden kosteuspitoisuus saa aiheuttaa vaurioita ja että liiallisen kosteuden tulee päästä poistumaan rakenteesta.

Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta sekä vastaavan työnjohtajan tulee huolehtia työmaan kosteussuunnitelman laatimisesta tähän kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuen. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön tulee huolehtia rakennustuotteiden ja keskeneräisten rakennusosien suojaamisesta kastumiselta työmaavarastoinnin ja rakentamisen aikana sekä huolehtia, että rakenteet ovat kuivuneet tarvittavan hyvin ennen seuraaviin vaiheisiin siirtymistä.

2.2 Kosteudenhallintaselvitys

Kosteudenhallintaselvitys on keskeinen osa rakennushankkeiden kosteudenhallintaa. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017) edellyttää kosteudenhallintaselvityksen laatimista kaikissa luvanvaraisissa rakennushankkeissa. Kosteudenhallintaselvityksen tavoitteena on varmistaa, että rakennushankkeen kosteudenhallinta ja siihen liittyvät riskit huomioidaan koko hankkeen elinkaaren ajan, mikä edistää terveellisten, turvallisten ja pitkäikäisten rakennusten toteuttamista. Selvityksen tulee sisältää hankkeen yleistiedot, vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa, toimenpiteet ja menettelyt kosteudenhallinnan vaatimusten varmentamiseen, kosteudenhallinnan henkilöresurssit sekä tiedot hankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaavasta henkilöstä. (Ympäristöministeriön asetus 782/2017.)

2.3 Kosteudenhallintakoordinaattori

Kosteudenhallintakoordinaattori on lakisääteinen rooli rakennusprojekteissa, joka perustuu ympäristöministeriön asetukseen rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017). Kosteudenhallintakoordinaattorin päätehtävä on valvoa ja ohjata rakennustyömaan kosteudenhallinnan toteutumista koko rakennushankkeen ajan. Kosteudenhallintakoordinaattorin vastuualueita suunnitteluvaiheessa ovat kohteen kosteudenhallinnallisten erityispiirteiden huomioiminen suunnitelmissa sekä kosteusriskien arviointi ja toimenpiteiden suunnittelu niiden torjumiseksi. Rakentamisvaiheessa kosteudenhallintakoordinaattori valvoo rakennusaineiden, -tuotteiden ja -osien suojauksia, varmistaa rakenteiden kuivumisen, sekä valvoo kosteudenhallintasuunnitelman toteutumista. (Ympäristöministeriön asetus 782/2017.)

2.4 RALA-kosteudenhallintasertifikaatti

RALA-kosteudenhallintasertifikaatti on Rakentamisen Laatu RALA ry:n kehittämä Suomen ensimmäinen yrityksen kosteudenhallinnan menettelyt todentava sertifiointi. Se asettaa vaatimuksia yrityksen johtamiselle ja kehittämiselle, resursseille, tarjous-, sopimus- ja hankintatoiminnalle sekä projektitoiminnalle. Kriteerit perustuvat muun muassa ympäristöministeriön asetukseen rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, RIL ry:n ohjeeseen kosteudenhallinnasta ja homevaurioiden estämisestä sekä Kuivaketju10-toimintamalliin.

Kosteudenhallintasertifikaatti on suunniteltu varmistamaan, että rakentajat, suunnittelijat ja rakennuttajat huomioivat kosteudenhallinnan kaikilla toimintansa tasoilla. Sertifikaatti osoittaa, että yrityksen kosteudenhallinnan menettelyt ovat systemaattiset ja niitä sovelletaan projektien kaikissa vaiheissa suunnittelusta käytönopastukseen asti. Tämä on erityisen tärkeää Suomen sääolosuhteissa, joissa kosteus on aina ollut merkittävä tekijä rakentamisessa.

Ilmastonmuutoksen myötä lisääntyvät sään ääri-ilmiöt, kuten viistosade,

tulviminen ja ilman suhteellisen kosteuden nousu, rasittavat rakennuksia entistä enemmän.

RALA-kosteudenhallintasertifikaattia voivat hakea rakennusalalla toimivat suunnittelu-, urakoitsija- ja rakennuttamisyrietykset. Sertifiointiin myöntää hakemuksesta Rakentamisen Laatu RALA ry, joka edistää suomalaisen rakentamisen laatua, vastuullisuutta ja yhteistyötä. (RALA ry, 2024.)

2.5 Rakennusaikainen kosteus

Rakennusmateriaalit eivät ole onnistuneellakaan kosteudenhallinnalla ikinä täysin kuivia, vaan niiden valmistamisessa käytetyn veden takia, niiden kosteuspitoisuudet vaihtelevat tyypillisesti 10 kg/m^3 – 300 kg/m^3 välillä rakennusmateriaalista riippuen (RIL 250, 2020). Ympäristöolosuhteet kuten sade, lumi ja maankosteus voivat merkittävästi lisätä rakennusmateriaalien kosteuspitoisuutta ja siksi rakentamisen aikana rakennusmateriaalien eristäminen kosteista olosuhteista on hyvin tärkeää. (RIL 250, 2020.)

Rakennusaikainen kosteus pyrkii tasapainotilaan ympäristönsä kanssa, joka yleensä tarkoittaa kosteuden poistumista ympäröivään ilmaan.

Tasapainokosteus riippuu ympäröivän ilman suhteellisesta kosteudesta, lämpötilasta sekä kyseessä olevan rakennusmateriaalin ominaisuuksista. Tätä tasapainotilaa ei kuitenkaan täysin saavuteta, koska ympäröivät olosuhteet muuttuvat jatkuvasti. (RIL 250, 2020.)

Ympäröivään ilmaan poistuva kosteuden määrä voi olla huomattavankin suuri. Esimerkiksi kalkkisementtilaastista, jonka kosteuspitoisuus on rakentamisen aikana 300 kg/m^3 , voi kosteutta poistua yli 80 % kun ympäröivän ilman suhteellinen kosteus on 50 %. Puu on tyypillisimmin rakentamisen aikana kosteuspitoisuudeltaan 60 kg/m^3 ja siitä tyypillisimmin poistuu 20 kg/m^3 samoissa olosuhteissa. Arvot ovat kuitenkin viitteellisiä ja tarkan rakentamisen aikaisen kosteuden saa selville kosteusmittauksella. (RIL 250, 2020.)

2.6 Käytön aikainen kosteus

Rakennuksen käyttövaiheessa kosteutta voi kertyä rakenteisiin monien eri tekijöiden summana. Syynä voivat olla suunnittelu- ja rakennusvirheet, joiden vuoksi rakennus ei ole kosteusteknisesti optimaalinen. Syynä ylimääräisen kosteuden kertymiseen voi olla myös käytön aikainen toiminta. Rakennukseen kohdistuvaan kosteuskuormaan on kuitenkin mahdollista vaikuttaa oikeaoppisilla menetelmillä.

Käyttäjällä on merkittävä rooli rakennuksen kosteudenhallinnassa. Tärkeintä on toimia järkevästi kosteuden tuottamisessa, tiedostaa kosteudenhallinnan kriittiset tekijät ja suorittaa huolto- ja ylläpitotoimet annettujen ohjeiden mukaisesti. Rakennuksen, rakenteiden ja laitteiden toimintaa on seurattava ja mahdolliset puutteet ja viat ilmoitettava. Myös rakennuksen tai tilan alkuperäinen käyttötarkoitus on otettava huomioon, sillä vanhojen tilojen käyttötavat voivat poiketa nykyisistä. Käyttäjiä tulee informoida oikeista toimintatavoista, sillä väärillä käyttötavoilla voi aiheuttaa vahinkoa rakenteille.

Märkätiloissa, kuten kylpyhuoneissa ja saunoissa, on erityisen tärkeää huolehtia riittävästä kuivumisesta ja ilmanvaihdosta suuren kosteusrasituksen jälkeen. Käyttäjän on huolehdittava myös lattiakaivojen ja vesikalusteiden puhtaudesta tukosten ja vesivahinkojen välttämiseksi. On tärkeää välttää toimia, jotka voivat edesauttaa kosteusvaurioiden syntymistä. Esimerkkejä tällaisista toimista ovat vesivuotojen ilmoittamatta jättäminen, ilmanvaihdon omatoiminen säätely, pyykin kuivaaminen kylpyhuoneessa ilman riittävää ilmanvaihtoa sekä kosteutta imevien materiaalien säilyttäminen kylpyhuoneessa. Pyykin kuivaaminen oleskelutiloissa on suuri riski, sillä niitä ei ole suunniteltu kestämään siitä syntyvää kosteusrasitusta. Jopa liiallinen viherkasvien määrä huoneistossa voi lisätä kosteusrasitusta. Lisäksi on vältettävä lämmityksen ja ilmanvaihdon pienentämistä pitkien poissaolojen aikana, sillä se voi edistää mikrobikasvua sisätiloissa. (RIL 250, 2020.)

2.7 Kosteusvaurio

Kosteusvaurio syntyy, kun rakennusmateriaaliin tai rakenteeseen kohdistuu liiallinen tai pitkäaikainen kosteusrasitus. Tämän seurauksena, rakenteen ominaisuudet muuttuvat siten, että koko rakenne tai sen vaurioitunut osa tulee joko korjata tai vaihtaa. Kosteus- ja mikrobivaurioiden havaitseminen rakenteista on tärkeä osa rakennusten kunnon ylläpitoa ja sisäilman laadun varmistamista. Vaikka noin kolmasosa vaurioista on piileviä ja havaittavissa lähinnä mikrobiperäisestä hajusta tai rakenteita avaamalla, monet merkit ovat nähtävissä jo rakennusosien pinnoilla.

Yleisiä merkkejä kosteusvaurioista ovat pinnoitteiden irtoaminen, lohkeaminen, halkeaminen tai kupruilu. Rakennusmateriaalien muodonmuutokset, kuten levyjen turpoaminen, ovat myös tyypillisiä oireita. Pinnoitteiden värimuutokset, valumajäljet tai paikalliset värimuutokset voivat kertoa kosteusongelmista. Tunkkainen tai kellarimainen haju tilassa on usein merkki mikrobivauriosta. Rakenteen pinnalle tiivistyvä kosteus, valuva vesi tai betonin ja tiilen pinnoilla esiintyvä kalkkihärme ovat selviä merkkejä liiallisesta kosteudesta. Puurakenteiden tummuminen tai muut värimuutokset sekä näkyvä mikrobikasvu rakenteen pinnalla ovat vakavia merkkejä vauriosta. (Annala, 2015.)

2.8 Sisäilmaongelmat

Sisäilmaongelmien takana on tyypillisimmin rakenteissa esiintyvä mikrobikasvusto, tutummin tunnettu home. Mikrobikasvustoa pääsee syntymään, kun rakenteen sisällä tai sen pinnassa vallitsee otolliset kasvuolosuhteet (ravinteita, riittävä lämpötila sekä kosteutta) riittävän pitkään. Rakenteen kosteus ei siis yksinään aiheuta homevaurioita. Homesienten kasvu on mahdollista, kun materiaalin tai pinnan suhteellinen kosteus on jatkuvasti yli 75 % ja lämpötila +5°C - +55°C alueella. Kuitenkin optimaalisin lämpötila-alue homesienten kasvun kannalta on +20–30°C. Lisäksi home tarvitsee kasvaakseen hapekkaat olosuhteet. Kylmä ilma tai pakkas ei eliminoi hometta, vaan se menee lepotilaan ja aktivoituu taas lämpötilan kasvaessa.

(RIL 250, 2020.) Homesienille optimaaliset kasvuolosuhteet toteutuvat siis pääsääntöisesti aina lämpimien tilojen rakenteissa, jos niihin pääsee kosteutta.

Rakenteissa esiintyvän mikrobikasvuston seurauksena, voi rakennuksen sisäilmaan päätyä monenlaisia epäpuhtauksia sekä haitallisia aineita. Osa epäpuhtauksista voi aiheuttaa rakennuksen käyttäjille silmien ja ihon ärsytystä sekä hengitystieoireita kuten kutinaa, yskää ja hengenahdistusta. Oireiden ilmestyessä tulee välittömästi aloittaa rakennetekniset selvitykset mahdollisen kosteus- ja homeongelman kartoittamiseksi. (Ruoppi, 2009.)

2.9 Lahovauriot

Ruskolaho on yksi yleisimmistä rakennuksissa esiintyvistä lahovaurioista ja se aiheuttaa merkittäviä rakenteellisia vaurioita puurakenteille. Ruskolahon syntyyn vaikuttavat homesienten tapaan keskeisesti kosteus ja lämpötila, joiden yhteisvaikutus mahdollistaa lahottajasienten kasvun ja puun rakenteen heikkenemisen. Lahon kehittyminen vaatii kuitenkin selvästi suuremman kosteusrasituksen kuin homeen kasvu. Lahon kehittyminen on yleensä nopeampaa, kun puu on märkää (puun kosteus yli 30...35 %). Etenkin ruskolaho kehittyy yleensä tehokkaimmin, kun puun kosteus on välillä 50...80 % vettä puun kuivapainosta. (RT 08-11286.)

Ruskolaho on erityisen tehokas hajottamaan puun selluloosaa, jolloin puu muuttuu ruskeaksi ja hauraaksi. Tämä johtaa puun lujuuden ja kantokyvyn heikkenemiseen, mikä voi aiheuttaa vakavia rakenteellisia ongelmia, kuten lattioiden notkumista, seinien kallistumista tai jopa kantavien rakenteiden pettämistä. (RT 08-11286.)

3 Kosteudenhallinta rakennustyömaalla

Kosteudenhallinta on yksi rakennustyömaan kriittisimmistä ja haastavimmista tehtävistä. Se on olennainen osa laadukasta rakentamista ja vaikuttaa merkittävästi myös hankkeen aikataulutukseen sekä budjettiin.

Rakennusvaiheessa kosteudenhallinta siirtyy suunnitelmista toteutukseen ja onnistuminen vaatii jatkuvaa tarkkailua, ennakointia sekä oikea-aikaisia toimenpiteitä.

3.1 Kustannusvaikutukset

Kosteudenhallinnan kustannukselliset vaikutukset rakennusprojektille muodostuvat pääsääntöisesti rakennusmateriaalien sekä itse kohteen sääsuojustoimenpiteiden työ- sekä kalustokustannuksista. Myös työmaaolosuhteiden hallinnasta sekä rakenteiden kuivatuksesta muodostuu lämmitys sekä kalustokuluja. Välittömiä kustannustekijöitä syntyy myös huonon sääsuojauksen takia vaurioituneiden rakennusmateriaalin korvaamisesta. Hyvin toteutetusta kosteudenhallinnasta voidaan hyötyä myös välillisesti esimerkiksi kuivatusaikojen lyhenemisen tuoman aikataulusäästön ja sitä kautta kustannusten pienentymisen avulla. (Merikallio, 2002.)

VTT:n sekä Tampereen ammattikorkeakoulun tutkimuksessa:

”Asuinrakennusten korjaustarve 2006–2035” (Nippala; Vainio, 2016) todettiin, että asuinrakennusten kosteusvaurioiden korjaamiseen käytetään Suomessa vuosittain 400 miljoonaa euroa. Hyvin toteutetulla kosteudenhallinnalla voidaan välttyä kosteusvaurion aiheuttamilta korjaustoimenpiteiltä rakennusprojektin tulevaisuudessa sekä käyttövaiheessa, jotka vuorostaan vähentävät rakennuksen kokonaiskustannuksia sen elinkaaren aikana.

3.2 Aikatauluvaikutukset

Onnistunut kosteudenhallinta vaatii suunnitelmallista toteutusta sekä aikataulutusta. Epäonnistuneen kosteudenhallinnan seurauksena, voivat aikataulliset vaikutukset olla suuremmat kuin kosteudenhallinnan vaatimat toimenpiteet. Pahimmillaan voidaan joutua purkamaan jo rakennettuja rakenteita, jotta päästään korjaamaan puutteellisen kosteudenhallinnan aiheuttama vahinko. Aikataulua laadittaessa tulee kosteudenhallinnan eri osa-alueet ja niiden riippuvuudet ottaa huomioon, jotta niiden suorittamiseen jää tarpeeksi aikaa.

Erityisesti peitettävien rakenteiden kuten betonilaattojen kohdalla tulee laatia mahdollisimman tarkat kuivumisaika-arviot rakenteesta, jolla varmistetaan rakennekosteuden riittävä poistuminen ennen seuraavaa työvaihetta. Rakennekosteuden poistumista voidaan työmaalla myös seurata kuivumisen aikaisilla kosteusmittauksilla, joilla voidaan arvioida tarkemmin kuivumisen kehitystä. (Merikallio, 2002.)

Aikataulua laadittaessa tulee myös työmaan olosuhdehallinnan toimenpiteet ottaa huomioon. Olosuhdehallinta on keskeisessä roolissa, jotta rakenteet ja rakennusmateriaalit eivät pääse kastumaan työmaan aikana. Samalla pyritään luomaan optimaaliset olosuhteet, jotka mahdollistavat rakenteiden tehokkaan kuivattamisen. Olosuhdehallinnan toimenpiteitä työmaalla ovat esimerkiksi kohteen sääsuojan rakentaminen, sadevesien ohjauksen ja viemäroinnin varmistaminen, lumen mekaaninen poisto sekä työmaalämmityksen järjestäminen. Lisäksi on tärkeää varata riittävästi aikaa työpäivän päätteeksi rakennusmateriaalien ja työmaan sääsuojien tarkastamiselle. (Merikallio, 2002.)

3.3 Kuivaketju10-malli

Kuivaketju10-malli on Oulun kaupungin rakennusvalvontaviraston ja ympäristöministeriön kehittämä rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamalli, jonka tavoitteena on vähentää kosteusvaurioiden riskiä rakennuksen koko elinkaaren ajalla. Se kattaa kaikki rakentamisen vaiheet suunnittelusta käyttöönottoon asti. Mallin ytimessä on 10 kohdan lista, jotka koostuvat vastaavasti 10 merkittävimmistä kosteusvaurioiden riskitekijöistä suomalaisessa rakentamisessa. Näiden riskien hallitsemisella voidaan välttää yli 80 prosenttia kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista. Kuivaketju10-toimintamallin toteutusta kaikissa rakennusprojektin vaiheissa valvoo tilaajan kiinnittämä kosteudenhallintakoordinaattori. (Kuivaketju10 ohjekortti, 2018.)

Rakennusprojektin työmaatoteutuksessa, urakoitsijan vastuu on käydä läpi toimintamallin periaatteet työntekijöiden kanssa sekä perehdyttää heidät todentamisohjeen urakoitsijan tarkistuslistaan. Urakoitsijan tulee todentaa ja dokumentoida kosteusriskejä sisältävien työvaiheiden onnistunut toteutus sekä käsitellä niitä säännöllisesti työmaakokouksissa. Lisäksi urakoitsijan tulee varmistaa olosuhdehallinnan onnistuminen sekä osallistuttaa kaikki työntekijät huolehtimaan rakenteiden ja rakennusmateriaalien sääsuojauksesta. Hyvänä käytäntönä on nimetä henkilö vastaamaan työpäivän päätteeksi sääsuojien pitävyyden varmistamisesta. (Kuivaketju10 ohjekortti, 2018.)

3.4 Sääsuojaus

Rakennuksen ja materiaalien sääsuojaus on tärkeä osa työmaan kosteudenhallintaa ja laadukasta rakentamista. Sääsuojauksen tavoitteena on minimoida rakennuksen kosteusriskit sekä varmistaa, että rakentaminen voidaan toteuttaa suunnitellussa aikataulussa erilaisissa sääolosuhteissa. Suojausmenetelmän valintaan vaikuttavat useat tekijät, kuten rakennuksen sijainti, koko ja muoto, rakenneratkaisut, käytetyt rakennusmateriaalit sekä rakentamisajankohta. Esimerkiksi puurakennusten kohdalla on syytä pohtia

kattavaa sääsuojaa, sillä puu on erityisen herkkä kosteudelle ja voi vaurioitua nopeasti ilman asianmukaista suojausta.

Yleisimpiä sääsuojausmenetelmiä ovat suojapeitteet, julkisivusuojat ja sääsuojat. Suojapeitteet kuten pressut ja kevytpeitteet, ovat kevyt ja joustava ratkaisu pienempien alueiden suojaamiseen. Julkisivusuojat soveltuvat erityisesti julkisivutöiden suojaamiseen. Sääsuojat puolestaan kattavat koko rakennuksen tai sen osan, mahdollistaen työskentelyn säästä riippumatta. (Ratu S1232.)

Sääsuojan vedenpoisto on suunniteltava huolellisesti. Sade- ja sulamisvedet on ohjattava pois rakenteista ja esimerkiksi tasolle kertyvä vesi tai lumi on poistettava säännöllisesti. Muovi- ja pressusuojauksen käytössä on oltava erityisen tarkkana, sillä kosteus tiivistyy helposti pressun pintaan. Tällöin muovipinta on erotettava puupinnasta ja suojauksen alapuolella on varmistettava riittävä tuuletus.

3.5 Vuodenaikojen erityispiirteet

Vuodenaikojen vaihtelut vaikuttavat merkittävästi rakennustyömaan kosteudenhallintaan, sillä eri vuodenaikoina rakenteisiin kohdistuvat kosteusrasitukset vaihtelevat. Tehokas kosteudenhallinta edellyttää ulkoisten olosuhteiden ja vuodenaikojen vaikutusten huomioimista työvaiheiden suunnittelussa.

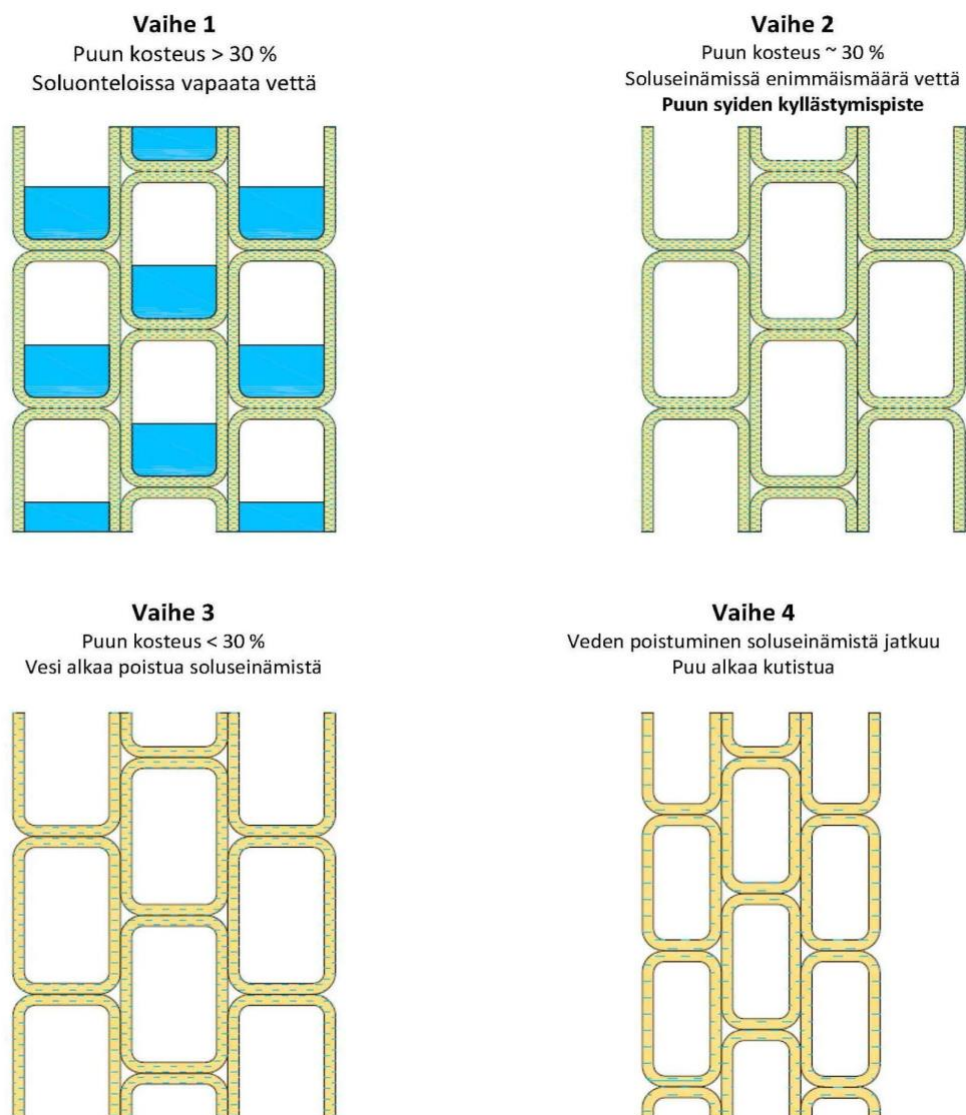
Kesällä ilman kosteuspiitoisuus on korkea, mikä hidastaa rakenteiden kuivumista. Tällöin koneellinen ilmanvaihto on usein tarpeen rakenteiden kuivumisen edistämiseksi. Lämmitykselle ei tavallisesti ole tarvetta. Syksy on haasteellisin aika rakenteiden kuivattamisen kannalta korkean ilmankosteuden vuoksi. Tuuletuksella ei juuri saada aikaan kuivumista. Lisäksi sade on merkittävä kosteusrasitus ja suuri osa vuosittaisesta sademäärästä ajoittuu syksyille. Talvella lämmitys ja tuuletus ovat tehokkaita rakennekosteuden poistajia. Huomio on kiinnitettävä lämmitysmenetelmien energiatehokkuuteen ja jatkuvaan olosuhteiden hallintaan. Lumi ja jää aiheuttavat oman

kosteudenhallinnallisen riskin ja siksi lumen poisto mekaanisesti on tärkeää. Keväällä lumien sulaminen aiheuttaa kosteusriskin, jos talven lumitöitä ei ole hoidettu asianmukaisesti. Tämä korostaa talviajan kosteudenhallintamenetelmien merkitystä.

3.6 Kosteuden mittaaminen ja seuranta

Puun kosteuden mittaaminen on tärkeä osa rakennustyömaan laadunvarmistusta. Kosteusmittaus voidaan tehdä sekä ennen puutavaran asennusta että sen ollessa jo asennettuna rakenteessa. Puutavaran kosteusmittarimalleja on useita ja ne ovat yleensä kevyitä kiinteillä piikkiantureilla varustettuja tai erillisellä mittaussyksiköllä ja piikkianturilla varustettuja. Monissa mittareissa on mahdollisuus valita eri puulajeille omat mittausalueet, jotka huomioivat puulajin fysikaaliset ominaisuudet, kuten tiheyden ja huokoisuuden. Mittauksessa piikkianturi lyödään puuhun haluttuun syvyyteen, ja mittari ilmoittaa puun kosteuden anturien syvyydeltä. Kiinteät piikkianturit soveltuvat puun pintakerroksen kosteuden mittaamiseen, sillä ne ovat usein kevytrakenteisia eikä ne kestä voimakasta käsittelyä. Erillisellä johdolla liitettävät metallirakenteisia piikkiantureita voidaan lyödä syvemmälle puuhun esimerkiksi vasaralla.

Puun kosteusmittarit antavat tuloksen puun kosteuspitoisuutena prosentteina. Tyypillinen mittaalue on 7–40 %, mikä yleensä riittää rakentamisessa käytettävän puutavaran kosteuden mittaamiseen. Kasvavan puun kosteus on noin 30 %, lautatarhassa kuivatun sahatavaran kosteus on 15–25 %, ja alle 15 % kosteusasteen saavuttaminen vaatii puutavaran keinokuivatusta ja säilytystä kuivissa sisätiloissa. On kuitenkin huomioitava, että pintakosteusmittarit eivät pysty luotettavasti osoittamaan tarkkoja ja todellisia materiaalien kosteusarvoja. Kuvassa 2 on hahmollistettu puun kuivumisen eri vaiheita sekä kosteuspitoisuuksia. (Ratu S-1215, 2006.)



Kuva 2. Puun kuivumisen vaiheet. (Puuinfo,2020)

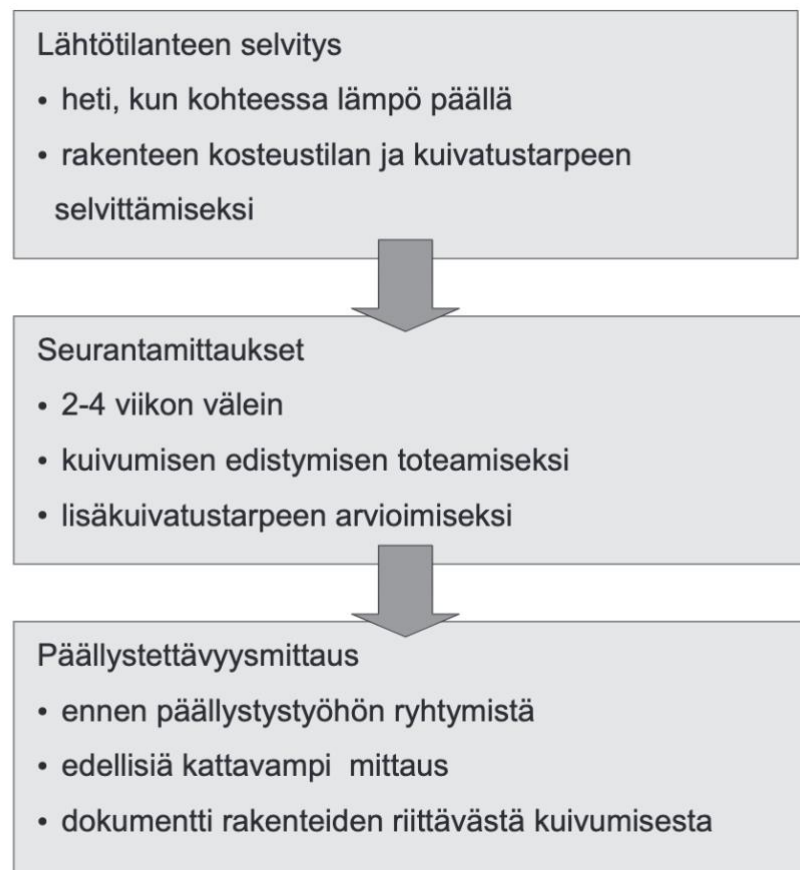
3.7 Kosteusmittaussuunnitelma

Osana kosteudenhallintasuunnitelmaa, työmaalle laaditaan kosteusmittaussuunnitelma. Kosteusmittaussuunnitelmassa määritetään, mitä mittauksia kohteessa tehdään, mittausmenetelmä ja laitteisto sekä mittalaitteiden kalibroinnin varmistus. Suunnitelman laatiminen kuuluu vastaavan työnjohtajan ja hänen nimeämänsä asiantuntijan tehtäviin, kuten henkilösertifioidulle kosteusmittaajalle. Kosteusmittaajan pätevyyteen vaaditaan

henkilösertifikaatti ja riittävä mittauskokemus. Mittausten aikataulu, laajuus ja tarvittavien mittauspisteiden sijainti on myös määritettävä. (RIL 250, 2020.)

Ensimmäinen rakenteiden kosteusmittaus rakennuksessa tulisi tehdä heti, kun kohteeseen on saatu lämpö päälle. Tämä antaa käsityksen rakenteiden kosteustilasta ja kuivattamistarpeesta. Seuraava mittaus tehdään vähintään kaksi viikkoa ennen aiottua päällystystyön aloitusta, ja viimeinen tarkempi mittaus tehdään vähän ennen päällystystöitä. Mittaukset toteutetaan suhteellisen kosteuden mittauksella rakenteeseen poratusta reiästä tai materiaalinäytepalasta. Kuvassa 3 on esitelty rakennekosteusmittausten eteneminen vaiheittain.

RAKENNEKOSTEUSMITTAUKSET



Kuva 3. Rakennekosteusmittausten eteneminen (RIL 250, 2020)

4 Hirsirakentamisen erityispiirteet

Hirsirakentaminen on yksi vanhimmista ja perinteikkäimmistä rakennustavoista, joka on säilyttänyt suosionsa vuosisatojen ajan. Suomessa hirsirakentamisella on erityisen vahva asema, sillä maamme metsät tarjoavat runsaasti laadukasta puuraaka-ainetta. Hirsi ei ole pelkästään kaunis ja luonnonläheinen materiaali, vaan myös ekologinen ja kestävä valinta, joka sopii niin moderneihin kuin perinteisiin rakennuksiin. Hirsirakentamisen suosio on jatkanut kasvuaan viime vuosina, ja ala on kehittynyt merkittävästi perinteisistä menetelmistä. Yksi tärkeimmistä innovaatioista on lamellihirsi, joka on tuonut hirsirakentamiseen uusia mahdollisuuksia ja parantanut sen ominaisuuksia.

Lamellihirsi valmistetaan liimaamalla yhteen useita ohuita puukerroksia eli lamelleja. Tämä rakenne tarjoaa monia etuja perinteiseen massiivihirteen verrattuna. Lamellihirren merkittävimpiin hyötyihin lukeutuu sen parempi mittapysyvyys sekä suuremmat ja pidemmät hirret. Se ei halkeile tai väännä yhtä helposti kuin perinteinen hirsi, mikä johtaa vakaampiin ja tiiviimpiin rakenteisiin. Tämän lisäksi lamellihirsi on energiatehokkaampi vaihtoehto, sillä sen rakenne mahdollistaa tehokkaamman lämmöneristyksen, mikä puolestaan parantaa rakennusten energiatehokkuutta.

4.1 Hirren ominaisuuksista

Hirsiseinän kosteustekninen toiminta on yleisesti ottaen hyvin luotettavaa. Hirsiseinän kosteustekninen toiminta perustuu höyrynsuluttomaan massiivirakenteeseen sekä kosteutta sitovaan ja luovuttavaan eli hygroskooppiseen puumateriaaliin, jossa kosteus ei pääse tiivistymään rakenteen sisällä. Perinteisestä kerroksellisesta seinärakenteesta poiketen, hirsiseinä ei siis vaadi erillistä höyrynsulkukerrosta. Lisäksi lamellihirsiseinän liimasaumat ovat vesihöyryä läpäiseviä, jotka vuorostaan tukevat hygroskooppisia ominaisuuksia.

Ajan myötä hirsirakenne saavuttaa tasapainokosteuden ympäristönsä kanssa. Ympärivuotisessa käytössä olevan rakennuksen hirsiseinän keskellä

kosteustasapaino on vakaa, noin 12–14 %. Hirsiseinän kosteuspitoisuus vaihtelee pinnasta noin viiden senttimetrin syvyyteen sekä ulko- että sisäpinnassa. Ulkopinnan kosteus on korkeimmillaan alkuvuoden ensimmäisinä kuukausina, jolloin sisäpinnan kosteus on alimmillaan. Vastaavasti keskikesällä tilanne on päinvastainen. Rakennuksen sisäpuolen pintapuun kosteus vaihtelee noin 6–12 %:n välillä, kun sisäilman suhteellinen kosteus on talvella noin 20 % ja kesällä noin 65 %.

Kuivumisen takia, hirsirakenteen sisälle syntyy jännitteitä, jotka voivat aiheuttaa halkeilua. Halkeamat syntyvät yleensä lamellihirren puisiin osiin, liimasauman pysyessä ehjänä. Mahdolliset halkeamat lisäävät hygroskooppisen puuaineen ja huoneilman välistä kosketuspinta-alaa, mikä edistää kosteuden sitoutumista ja luovuttamista. Kun puu on kuivimmillaan, halkeamat ovat noin kolmanneksen suurempia kuin puun ollessa kosteimmillaan.

Ilmavuodoille kriittisimmät kohdat löytyvät ylä- ja alapohjan liitoksista sekä läpivientien tiivistyksistä. Läpivientien tiivistyksessä hyvänä käytäntönä on käyttää tiivistyslaippoja ilmavuotoriskin minimoimiseksi. Ilmavuodot voivat aiheuttaa kosteuskertymää rakenteiden sisälle, kun sisältä vuotava kostea ilma kohdatessaan kylmän rakenteen, tiivistyy vedeksi. Ilmavuotoja voidaan todeta esimerkiksi tiiveysmittauksella sekä lämpökameralla, jolla voidaan osoittaa vuotokohta hyvinkin tarkasti. (Puuinfo, 2020.)

Hirsirakenteen kestävyys vaikuttaa eniten puun kosteus. Hirren kosteus tehtaalta toimitettaessa on tyypillisimmin 15–18 % välillä. Puun kosteuden ylittäessä 20 prosenttia, alkavat lahottaja- ja homesienet kasvamaan. Yli 85 % suhteellinen ilmankosteus pitkäkestoisesti mahdollistaa kosteuden kasvamisen puussa yli 20 % rajan. Lisäksi ulkoiset kosteuslähteet kuten putkistovuodot voivat kostuttaa hirsii merkittävästi. (Puuinfo, 2020.) Huono ilmanvaihto erityisesti märkätiloissa voi mahdollistaa korkean suhteellisen ilmankosteuden ja sen myötä lahottaja- ja homesienten kasvun.

4.2 Kosteustekniset rakennusvirheet hirsirakentamisessa

Vaikka hirsi on rakennusmateriaalina kosteusteknisesti toimiva, on erityisesti 1950-luvulla rakennetuissa hirsitaloissa havaittu rakennusvirheestä tai riskirakenteesta johtuvia kosteuden aiheuttamia vaurioita. Kosteusvauriot ovat yleensä johtaneet alimpien hirsien lahovaurioihin sekä rakennuksen sisäilmaongelmiin. Hirsirakenteisen rakennuksen kosteusvaurion syntyyn voivat vaikuttaa monet tekijät.

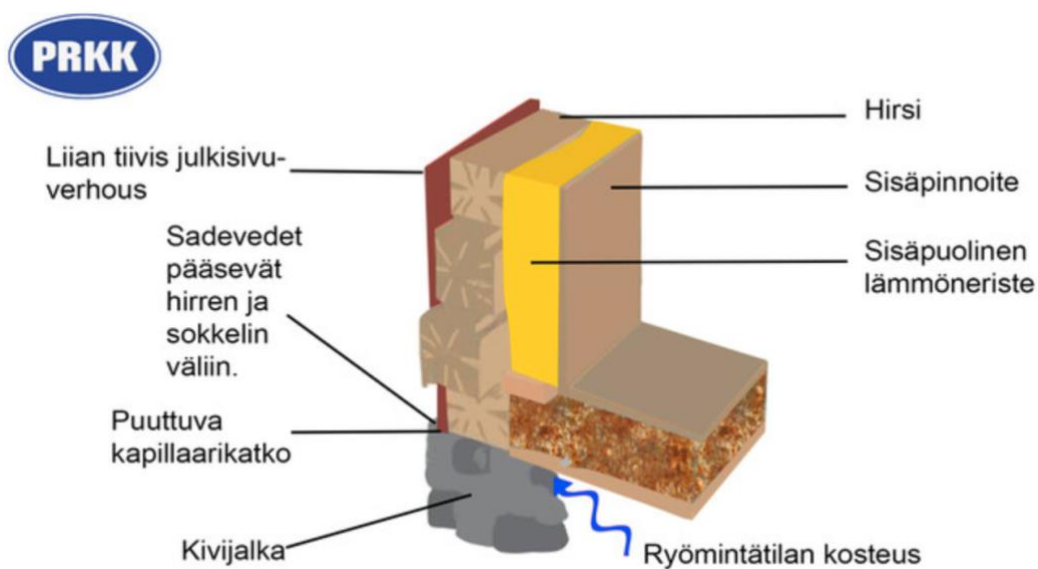
Perustusten osalta ongelmia aiheuttavat alimpien hirsien liian matala sijainti maanpintaan nähden sekä vanhanaikaiset seinälinjaa leveämmät luonnonkiviperustukset. Nämä altistavat alimmat hirret roiske- ja sadevesien kertymiselle ja edelleen rakenteisiin.

Rakenteelliset ongelmat koskevat usein eristystä ja kosteuden hallintaa. Sisäpuolinen lisäeristys voi muodostaa kastepisteen seinärakenteen sisään, kun taas puutteellinen höyrynsulku päästää kosteuden tunkeutumaan erityisesti yläpohjan rakenteisiin. Ulkopuolella ongelma-kohtia ovat tuuletusvälin puuttuminen julkisivulaudoituksessa sekä sokkelin ja hirren välisen kapillaarikatkon puute. Myös väärä pinnoite kuten lateksipohjainen maali voi estää kosteuden siirtymisen rakenteen sisältä ulkopuolelle.

Vesikaton ja sadevesijärjestelmän puutteet ovat merkittävä kosteusvaurioiden aiheuttaja. Ikkunoiden vuotavat vesipellit, sadevesijärjestelmän puuttuvat tai vuotavat syöksytorvet ja räystäskourut johtavat veden valumiseen suoraan hirsiseinille. Liian lyhyeksi rakennetut räystäät eivät suojaa seiniä riittävästi viistosateelta.

Alapohjarakenteiden ongelmat, kuten huonosti tuulettuva alapohja tai rossipohja, edistävät kosteuden kertymistä ja mikrobikasvuston muodostumista erityisesti lattiarakenteisiin. Erityisen ongelmallista on rossipohjan käyttäminen varastotilana, mikä heikentää ilmankiertoa entisestään ja mahdollistaa mikrobikasvustolle kasvualustan.

Myös uudemmissa hirsirakennuksissa voi esiintyä rakennusvirheistä johtuvia kosteusvaurioita. Erityisesti seinän ja yläpohjan liitoksen ilmavuodot aiheuttavat kosteuden kertymistä yläpohjaan. Lisäksi märkätilojen vesivahingot voivat levitä laajalle hirsirakenteisiin usein huomaamattomasti, aiheuttaen mittavia vaurioita. Kuvassa 4 esitellään hirsirakentamiseen liittyviä rakennusvirheitä esimerkkirakenteen avulla.



Kuva 4. Rakennusvirheitä hirsirakennuksissa (PRKK, 2024)

4.3 Talvipystytys

Hirsirakennuksen pystyttäminen talvella on monin tavoin edullinen ja käytännöllinen vaihtoehto. Toisin kuin betonointivaiheita sisältävä rakentaminen, joka vaatii lämpimiä olosuhteita tai erityisjärjestelyjä pakkassäällä, hirsirakentaminen soveltuu erinomaisesti talviolosuhteisiin. Pakkassää pitää ilman kuivana, mikä auttaa säilyttämään hirret optimaalisessa kunnossa rakennusprosessin aikana. Jäätynyt maaperä helpottaa raskaan kaluston liikkumista työmaalla, ja lumi suojaa hirsii epäpuhtauksilta eikä yllättävä sadekuuro aiheuta keskeytyksiä toiminnalle. Lisäksi talvikaudet tarjoavat usein paremman saatavuuden ammattitaitoiselle työvoimalle, mikä voi nopeuttaa projektin etenemistä. Talvipystytystä harkittaessa erityisesti syrjäisille kohteille, on syytä varmistaa, että toimitusreitti työmaalle aurataan ja hiekoitetaan säännöllisesti, jotta vältetään tavarantoimituksen estymisestä johtuvilta häiriöiltä. (Honka, 2023.)

5 Hirsirakentajien mietteitä kosteudenhallinnasta

Tämän opinnäytetyön osana suoritettiin haastatteluja hirsirakentamiseen perehtyneiden yritysten kanssa. Haastatteluiden tarkoituksena oli kartoittaa hirsirakentamisen kosteudenhallinnan nykytilaa alan yrityksissä, yleisimpiä haasteita sekä hyviä käytäntöjä. Haastattelukysymykset sekä tarkemmat vastaukset on esitetty opinnäytetyön liiteosiossa.

5.1 Haastattelu Kontio

Kontio on Suomen suurin hirsitalotehdas ja maailman suurin hirsirakennuksien tuottaja ja toimittaja. Yritys valmistaa hirsirakennuksia kuluttaja-asiakkaille sekä julkiselle sektorille. Merkittävä osa, n. 60–70 % liikevaihdosta tulee B2B-myyntistä.

Kontio panostaa vahvasti laadunvalvontaan ja kosteudenhallintaan tuotantoprosessissaan. Hirsien kosteuspuiteisuus tehtaalta lähtiessä on standardin SFS 4895 mukaisesti 12–16 %. Myös ennen lamellihirren liimausta tehdään laadunvalvontatestejä, joissa mitataan myös puun kosteus. Tehdas- ja säilytystilojen ilmankosteutta säädellään, ja hirsipaketit suojataan kuljetuksen ajaksi hengittämättömillä pakettimuoveilla. Muovitus tehdään päälle ja sivuille, mutta alaosa jätetään auki kosteuden poistumista varten. Hirsipaketteja säilytetään tehtaalla tyypillisimmin 2–4 viikkoa mutta maksimissaan 8 viikkoa.

Kontio ohjeistaa pystyttäjiä kosteudenhallinnassa toimittamalla asennusohjeet ja kosteudenhallintasuunnitelmapohjan. Yritys tekee rakennustöitä ympäri vuoden, ja erityisesti julkisia kohteita pyritään toteuttamaan kylminä talvikuukausina. Joitakin julkisia kohteita on tilaajan vaatimuksesta rakennettu sääsuojan alla, mutta tästä käytännöstä yritys pyrkii pääsemään eroon. Kosteudenhallinnassa on ilmennyt joitakin haasteita, kuten yksittäisiä tapauksia, joissa hirret ovat päässeet pystytysvaiheessa kastumaan asennusohjeiden puutteellisen lukemisen vuoksi. Tästä on seurannut värjäytymiä sekä puun

pinnan halkeilua-Valmistuneissa kohteissa on ollut myös yksittäisiä tapauksia, joissa liian kuiva sisäilma on aiheuttanut hirren pinnan halkeilua.

Kontio panostaa aktiivisesti tutkimus- ja kehitystyöhön. Yritys tekee omia tutkimuksia ja yhteistyötä eri toimijoiden kanssa, kuten Eurofinsin ja Tampereen yliopiston kanssa. Yritys tutkii myös rakenteidensa ominaisuuksia omissa tiloissaan, sekä muutamissa kohteissa puun kuivumista on seurattu olosuhde mitta-anturein.

Haastattelu hirsirakentamiseen Kontion edustajan kanssa vahvistaa, että kosteudenhallinta on keskeinen osa hirsirakentamista ja siihen panostetaan yrityksessä merkittävästi. Kontio korostaa kosteudenhallinnan suurta merkitystä omissa sekä asiakaskohteissa ja tarjoaa laajat ohjeistukset kosteudenhallintaan liittyen. Yrityksen vahvuuksia kosteudenhallinnassa ovat kattava laadunvalvonta tuotannossa, selkeät ohjeistukset pystyttäjille sekä aktiivinen tutkimus- ja kehitystyö. Kehityskohteita voisivat olla valmistuneiden kohteiden systemaattisempi seuranta, asennusohjeiden noudattamisen varmistaminen työmailla sekä sisäilman kosteudenhallintaan liittyvä ohjeistus käyttäjille.

5.2 Haastattelu Aarre rakennusasiaintoimisto

Rakennusasiaintoimisto Aarre Oy on vuonna 2018 perustettu yritys, jonka omistavat arkkitehti Minna Aarnio ja rakennusinsinööri Jukka Reinikainen. Yritys toimii Etelä-Suomen alueella ja tarjoaa palveluita, kuten pääsuunnittelua, arkkitehti- ja rakennesuunnittelua sekä hiilineutraalia perustajarakennuttamista. Yrityksen toiminnassa korostuvat ympäristöystävällisyys, hiiltä varastoivien materiaalien käyttö sekä perinteisten rakennusratkaisujen hyödyntäminen.

Yrityksen projektit vaihtelevat liikekiinteistöjen peruskorjauksista ja käyttötarkoituksen muutoksista yksityisiin hirsitaloihin. Suurin yksittäinen kohde on ollut vanhan kartanorakennuksen kunnostaminen Somerolla. Yritys käyttää pääosin kokonaishintaurakkaa rakennuttamisessa ja tekee myös kustannusperusteisia laskutustöitä rakennesuunnittelussa. Hirsirakentamisessa yritys toteuttaa vuodessa n. 2–3 uudiskohdetta ja vähintään saman verran

korjauskohteita. Yritys on myös toteuttanut oman gryndaushankkeen Helsingin Honkasuolle, jossa käytettiin veistettyjä hirsiiä.

Yritys panostaa kosteudenhallintaan räätälöimällä käytännöt kohdekohtaisesti kosteusriskianalyysin perusteella. Hirsirakentamisessa yritys nimeää sääolosuhteet merkittäväksi riskiksi ja tavoitteena on saada rakennuksen runko nopeasti säältä suojaan. Kuivaketju10-toimintamalli on käytössä erityisesti vaativissa kohteissa. Yrityksellä ei ole ollut kohteissaan merkittäviä kosteudenhallinnan ongelmia, mutta pieniä haasteita kuten hirsipinnan värjäytymistä kastumisen vuoksi on ollut muutamissa asiakaskohteissa.

Haastattelusta käy ilmi Rakennusasiaintoimisto Aarre Oy:n vahva asiantuntemus ja kokemus erityisesti hirsirakentamisen ja kosteudenhallinnan saralla. Yritys osoittaa suunnitelmallisuutta räätälöimällä kosteudenhallinnan toimenpiteitä projektikohtaisesti ja hyödyntämällä monipuolista kokemusta sekä tutkimustietoa. Kosteudenhallinnan osalta yritys toimii proaktiivisesti, mutta haastattelussa tuotiin esiin tarve paremmille ohjeistuksille hirsirakentamisen kosteudenhallintaan talotehtaiden ja hirsitoimittajien näkökulmasta.

5.3 Haastattelu Kiiruna Talot

Kiiruna Talot on suomalainen talovalmistaja, joka keskittyy muuttovalmiiden omakotitalojen rakentamiseen tilaelementeistä. Yrityksellä on talotehdas Torniossa. Talojen runkorakenteet ovat joko hirsii- tai puurankarakenteisia, ja noin kolmasosa toimituksista toteutetaan hirsirakenteisina. Toimitettavien talojen kaikki tilaelementit valmistetaan yrityksen omassa tehtaassa ja asennetaan työmaalla oman henkilöstön toimesta.

Kiiruna Talot noudattaa rakennusaikana 100-prosenttista kuivaketjua. Tilaelementit rakennetaan alusta loppuun sisätiloissa säältä suojassa. Työmaalla vesikatto on rakennettu valmiiksi, jonka jälkeen se nostetaan paikalleen heti elementtien asennuksen jälkeen, mikä suojaa rakennusta sääolosuhteilta.

Kuljetuksen ja varastoinnin ajaksi, tilaelementit paketoitaan muoveihin tehtaassa sisätiloissa, ja tarvittaessa väliaikaisvarastointi tapahtuu myös sisätiloissa. Työmaalla asennustöitä ei tehdä sateisella säällä. Asennustöitä tehdään ympäri vuoden. Ainoa havaittu kosteudenhallinnallinen ongelma on hirsipaneelien sinistyminen ulkopuolisissa osissa.

Yritys ei seuraa valmistuneiden kohteiden kuntoa niiden elinkaaren aikana eikä ole havainnut merkittäviä käytön aikaisia kosteudenhallinnan ongelmia. Asiakkaille annetaan talokirja, joka sisältää huolto- ja käyttöohjeet sekä yleisiä huoltotoimenpiteitä koskevaa tietoa.

Kiiruna Talojen kosteudenhallintakäytännöt osoittavat vahvaa panostusta rakentamisen aikaiseen kosteudenhallintaan. Tilaelementtien valmistaminen tehtaassa säältä suojassa ja vesikaton nopea asentaminen työmaalla ovat hyviä käytäntöjä, jotka vähentävät merkittävästi kosteusriskien syntymistä rakennusvaiheessa. Lisäksi kuljetuksen ja varastoinnin aikainen sääsuojaus on järjestetty asianmukaisesti, mikä tukee kokonaisvaltaista kuivaketjua.

6 Toimintamalli hirsirakentamisen kosteudenhallinnan työmaatoteutukseen

Tämä toimintamalli on suunniteltu auttamaan hirsirakentajia ottamaan huomioon kosteudenhallinnan hirsirakennuksen pystytys- sekä käyttöönottovaiheessa.

6.1 Hirsirakennustyömaan kosteusriskikartoitus

Alla olevassa taulukossa 1 on esitelty yleisimpiä hirsirakennustyömaan kosteusriskejä, niiden seurauksia sekä ehkäiseviä toimenpiteitä.

Taulukko 1. Hirsirakennustyömaan kosteusriskianalyysi

Riski	Seuraus	Toimenpide
Tihku- tai vähäinen kuurosade	Hirret kastuvat vähän, mutta eivät merkittävästi.	Seurataan säätilaa ja varaudutaan keskeyttämään asennus, mikäli keli huononee.
Lumisade	Hirret eivät kastu merkittävästi, mikäli on pakkasta.	Lumi poistetaan mekaanisesti ennen seuraavaa hirsikertaa.
Pitkäkestoinen kuurosade tai rankkasade	Hirret kastuvat merkittävästi ennen seuraavaa hirsikertaa.	Asennustyö keskeytetään, kastuneet pinnat kuivataan. Ylimmät, sekä asentamattomat hirret ja muut

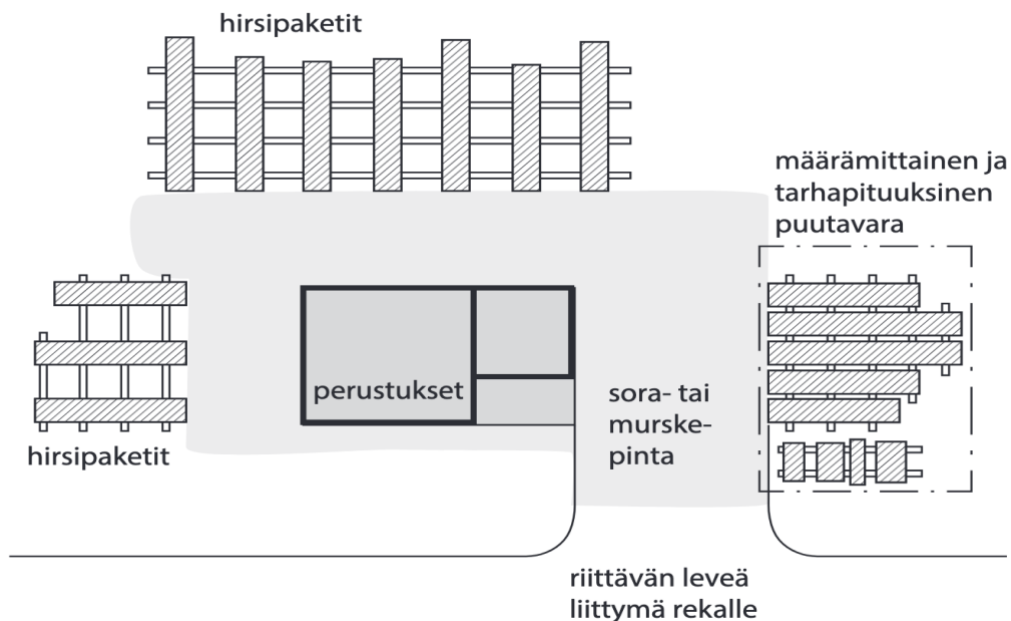
		rakennusmateriaalit peitellään kevytpeittein.
Pitkittynyt varastointi	Hirret kostuvat ilmankosteuden ja/tai puutteellisen suojauksen vuoksi. Ilmenee hirsien muodonmuutoksia sekä sinertymiä.	Hirsiniput ja muut rakennusmateriaalit tilataan työmaalle vasta kun ne voidaan asentaa. Suojataan hirret kevytpeittein.
Lattian kastuminen sateen seurauksena	Vesi lammikoituu lattialle ja alimmat hirret kastuvat.	Vesi poistetaan vesi-imurein. Mikäli lattian päällä on lunta, se poistetaan mekaanisesti esim. kolaamalla.
Vuotovahingot	Lämmitys-, viemärointi- tai käyttövesiputket vuotavat. Rakenteiden sisään kertyy huomattavasti kosteutta ja syntyy kosteusvaurio.	Koeponnistetaan putket ennen käyttöönottoa. Asennetaan vuotovahteja kriittisiin paikkoihin. Puututaan vikoihin välittömästi.
Rakennusaikainen kosteus	Sisäilman kosteus aiheuttaa kosteusrasitusta rakenteisiin. Hirret halkeilevat ja esiintyy hometta tai sinertymiä	Huolehditaan toimivasta ilmanvaihdosta kuivumisen ajan. Varmistetaan rakenteiden kuivuus ennen päällystämistä.
Virheellinen asennus	Höyrynsulku tai läpiviennit vuotavat	Noudatetaan tarkasti asennusohjeita.

	<p>kosteaa ilmaa rakenteisiin. Kosteutta pääsee kertymään rakenteiden sisään.</p>	<p>Tarkastetaan ja dokumentoidaan piiloon jäävät rakenteet.</p>
--	---	---

6.2 Työmaan perustaminen

Kosteudenhallinta otetaan huomioon jo työmaan perustamisen yhteydessä. Työmaalle nimetään työmaan henkilöstöstä ns. kosteusvastaava, jonka tehtäviin kuuluu varmistaa kosteudenhallintasuunnitelman toteutuminen. Kosteusvastaava valvoo, että rakennusmateriaalit suojattu sekä mahdollinen sääsuoja on rakennettu oikeaoppisesti, varmistaa että tilapäisiä suojia kuten kevytpeitteitä on jatkuvasti saatavilla sekä havainnoi jatkuvasti työmaan kosteusriskejä.

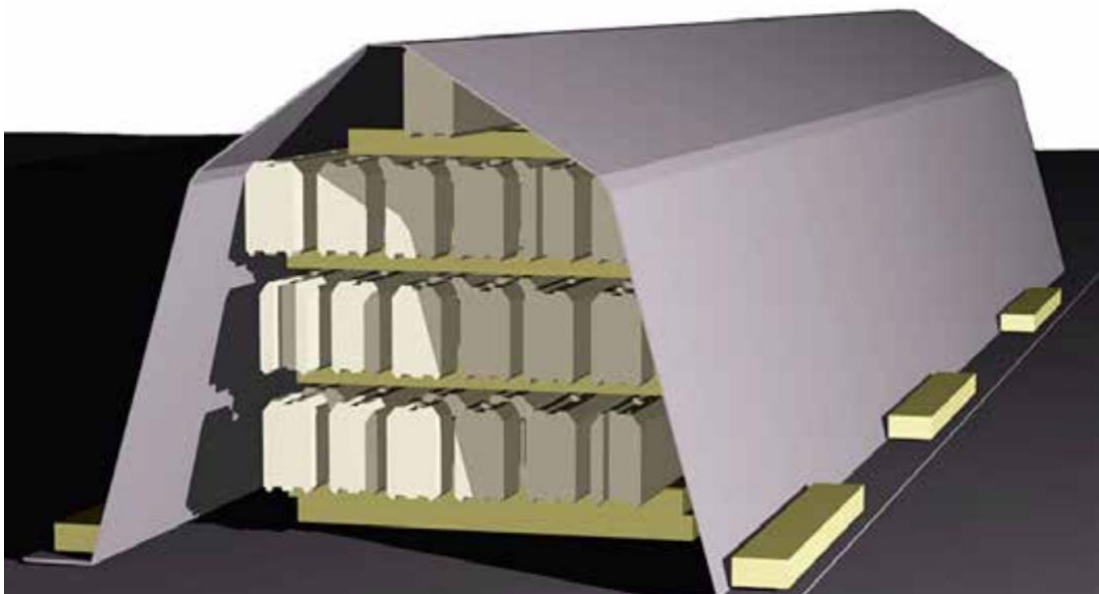
Työmaan perustamisen yhteydessä on myös suunniteltava rakennusmateriaalien varastointi siten, että rakennusmateriaalit ovat helposti saatavilla. Rakennusmateriaalit tilataan työmaalle oikea-aikaisesti, vasta kun niiden asennus on mahdollista, jotta vältetään pitkältä varastointiajalta. Varastointialueita suunniteltaessa, sade- ja sulamisvesien valuma-alueet on kartoitettava ja varastointia on vältettävä näillä alueilla. Kuvassa 5 on esimerkkipohjakuva hirsirakennustyömaan varastointiratkaisusta.



Kuva 5. Esimerkki hirsien varastoinnista työmaalla. Pohjakuva tontilta. (RT-103762, 2025)

6.3 Hirsien kuljetus ja varastointi

Tehtaalta saapuvien hirsipakettien kuljetus ja varastointi tulee suunnitella huolella. Erityistä huolellisuutta tulee kiinnittää hirsien kastumisen estämiseen kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Kuljetussuojauksien kunto tulee tarkastaa tavaransaapumisen yhteydessä ja ryhtyä välittömiin kuivaustoimenpiteisiin, mikäli puutteita havaitaan. On otettava myös huomioon, ettei kuljetussuojaus ole tarkoitettu pitkäaikaiseen käyttöön ja siksi suojausta täytyy parannella lisäpeitteillä. Sadevedet eivät saa lammikoitua suojausten päälle ja niiden valuminen tulee varmistaa kallistuksilla. Maankosteuden sekä roiskeiden estämisen vuoksi hirsipaketit tulee varastoida vähintään 30 cm irti maasta sekä ilmastisesti jotta suojausten sisälle päätyneet kosteudet pääsevät poistumaan tehokkaasti. Suunnitelmallinen varastointi sekä oikea-aikaiset toimitukset vähentävät varastointiaikaa ja siten kosteusriskiä. Kuvassa 6 esitellään esimerkki hirsien oikeaoppisesta säilytystavasta. (RT 103762.)



Kuva 6. Esimerkki hirsien ilmastusta suojausratkaisusta (RT 103762, 2025)

6.4 Rakentamisvaihe

Rakentamisvaiheen kosteudenhallinnan onnistuminen on kriittistä laadukkaan ja terveellisen rakennuksen varmistamiseksi. Siksi työmaan kosteudenhallinnan toteutuminen tulee olla jatkuvassa seurannassa jokaisessa rakentamisen aikaisessa työvaiheessa.

Suurin rakentamisen aikainen kosteusriski on vesisade. Siksi työmaalle on varattava välittömästi saataville tarpeeksi kevytpeitteitä tai pressuja, joilla keskeneräiset rakenteet voidaan sateen yllättäessä suojata. Keskeneräisistä rakenteista suojataan ylin hirsikerta sekä ikkuna- ja oviaukot. Mikäli sade on vain vähäistä ja kestoltaan lyhyttä, voidaan rakennustöitä jatkaa, mutta tilanteen muuttumiseen tulee varautua varaamalla suojapeitteitä hirsikehikon välittömään läheisyyteen. Runsaalla vesisateella hirret sekä eristemateriaalit pääsevät kastumaan merkittävästi joka pahimmillaan voi johtaa kosteusvaurioon. Ikkuna- ja oviaukkojen paljaat hirsien yläpinnat on syytä suojata pitkäaikaisella suojalla heti niiden valmistumisen jälkeen. Keskeneräiset rakenteet tulee myös peitellä, ja peitteiden pysyvyys varmistaa työpäivän päätteeksi, etteivät hirret pääse

kastumaan työajan ulkopuolisen sateen sattuessa. Kuvassa 7 on esitelty esimerkkiratkaisu, keskeneräisen hirsirungon sääsuojauksesta.



Kuva 7. Keskeneräisen hirsikehikon suojaus sateelta (Kuusamo hirsitalot, 2020)

Vaihtoehtoisesti rakennus voidaan rakentaa sääsuojan alla, jolloin rakennus sateen aiheuttama kosteusriski poistuu. Erityisesti suurissa julkisen puolen hankkeissa, sääsuojan pystyttämistä on syytä harkita. Muutoin sateen yllättäessä suojattavia pintoja on runsaasti eikä kaikkia välttämättä keretä suojaamaan ennen kuin on liian myöhäistä. Pienissä kohteissa kuten omakotitaloissa ja vapaa-ajan rakennuksissa, rakenteet saadaan suojattua nopeammin eikä hirsien yläpintojen altistuminen kosteudelle ole pitkäaikaista nopean pystytyksen vuoksi.

Kun runkovaihe on saatu päätökseen, tulee välittömästi aloittaa vesikaton rakentaminen. Alkuun riittää, että vesikatto rakennetaan aluskatteeseen saakka mutta vesikatteen asentaminen on syytä suorittaa piakkoin. Mikäli rakenneratkaisut sekä tontin tila mahdollistavat, vesikatto voidaan myös rakentaa jo ennen kehikon pystytystä. Tällöin valmis vesikatto voidaan nostaa runkovaiheen valmistumisen jälkeen paikoilleen. Vesikaton rakentamisen jälkeen rakennus on sääsuojattu ja sadeveden aiheuttama kosteusriski hirsirakenteille poistuu. Vesikaton rakentamisen yhteyteen on syytä myös

ajoittaa ikkunoiden ja ovien asennus, jotta aukoissa sijaitsevat paljastuneet hirret saadaan suojattua sääolosuhteilta.

Kun katto on saatu valmiiksi sekä aukot tiivistettyä, on rakennus ns. säältä suojassa ja rakennus alkaa kuivumaan. Hirsirakennuksen kosteudenhallintaan liittyvät kosteusmittaukset sisältävät sisäilman lämpötila- ja kosteustason sekä rakenteiden kosteusmittaukset. Mittausten tulosten perusteella arvioidaan tapauskohtaisesti, tuleeko kohteen lämpötilaa nostaa vai laskea, vähennetäänkö ilmanvaihtoa tai tarvitaanko lisäkuivaustoimenpiteitä. Rakenteiden kuivumisen edistymistä seurataan kosteusmittaussuunnitelman mukaisilla mittauksilla. Mikäli mittaustulokset osoittavat, ettei kuivuminen ole edennyt suunnitellusti, ryhdytään tarvittaviin toimenpiteisiin. Liian nopea kuivuminen voi aiheuttaa hirsien halkeilua. (RIL 250, 2020.)

6.5 Käyttöönotto

Hirsirakennuksen käyttöönottoon liittyvät kosteudenhallinnalliset toimenpiteet ovat keskeisiä rakenteiden pitkäaikaisen kestävyuden ja sisäilman laadun varmistamiseksi. Rakennuksen valmistuessa rakenteista vapautuva kosteus nostaa sisäilman kosteutta ja epäpuhtauksia, mikä edellyttää tehokasta ilmanvaihtoa. Ilmanvaihto tulee pitää käynnissä ensimmäisen käyttövuoden ajan, jotta kosteus poistuu hallitusti ja sisäilman laatu paranee. (RIL 250, 2020.)

Lämmitys on tärkeää pitää riittävällä tasolla ja tasaisesti jakaantuneena rakennuksen sisällä. Tämä estää kosteuden tiivistymisen kylmille pinnoille, mikä voisi aiheuttaa kosteusvaurioita. Lämmityksen avulla rakenteita voidaan myös kuivattaa tehokkaasti. Talvella sisäilman lämmittäminen on erityisen tehokas keino kuivattamiseen, kun taas kesällä ja alkusyksystä ulkoilman korkea kosteus voi edellyttää kosteudenkeräimien käyttöä. Mikäli rakennuksen lämmitys hoidetaan pattereilla, niiden konvektiovirtaus tulee varmistaa ulkoseinille asti, mikä tarkoittaa, että kiinteiden kalusteiden sijoittelussa on huomioitava ilmankierto. Tämä ehkäisee kosteuden kertymistä seinäpintojen ja kalusteiden väliin sekä parantaa lämmön jakautumista. (RIL 250, 2020.)

Rakennuksen kosteudenhallintaan kuuluu myös teknisten järjestelmien huolto. Salaojien, vesikaton ja LVI-järjestelmien säännöllinen tarkistus ja huolto ovat välttämättömiä, jotta kosteus ei pääse aiheuttamaan vaurioita rakenteisiin tai sisätiloihin. Rakennuksen käyttöönoton yhteydessä luovutetaan huoltokirja, missä oikeaoppiset huoltovälit sekä toimenpiteet on lueteltu.

6.6 Hirsirakennuksen käyttö

Kosteudenhallinnan huomiointi rakennuksen käytössä on tärkeää sen pitkäikäisyyden, terveellisen sisäilman ja asumismukavuuden kannalta. Rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida kosteuden sietokyky, mutta myös käyttäjän toiminnalla on merkittävä rooli kosteuden hallinnassa. Käyttäjän tehtävänä on huolehtia rakenteiden ja laitteiden asianmukaisesta käytöstä, seurata mahdollisia kosteusongelmia ja toteuttaa tarvittavat huolto- ja korjaustoimenpiteet ajoissa.

Sisätilojen kosteusongelmia voidaan ehkäistä tehokkaalla ilmanvaihdolla, joka poistaa syntyvän vesihöyryn ja estää kosteuden kertymisen rakenteisiin. Liesituulettimen tai -kuvun käyttö tukee keittiön ilmanvaihtoa, mutta ei korvaa sitä. Ilmanvaihdon toimivuus on tärkeää erityisesti märkätiloissa, kuten suihkussa ja saunassa, joissa kosteusrasitus on suurimmillaan. Märkätilojen rakenteiden vedenpitävyys estää kosteuden tunkeutumisen rakenteisiin, ja tilat tulee kuivata käytön jälkeen esimerkiksi avaamalla ovet tai säätämällä koneellista ilmanvaihtoa lisäteholle.

Rakennuksen ulkopuolella julkisivun tarkkailu on tärkeää rakenteiden kestävyysvarmistamiseksi. Ikkunoiden ja parvekkeiden kunto tulee tarkistaa säännöllisesti, havaita vuodot ajoissa ja pitää rakenteet puhtaina lumesta sekä

muista rasituksista. Korjaustyöt ovat välttämättömiä kosteusvaurioiden korjaamiseksi ja asumismukavuuden parantamiseksi. Märkätilojen korjaukset tulee suunnitella huolellisesti, ja erityisesti vedeneristeisiin liittyvät työt vaativat erityisosaamista.

Siivoustavat vaikuttavat myös kosteudenhallintaan. Oikea siivous vähentää pölyisyyttä ja sisäkosteutta, mikä ehkäisee homeen muodostumista. Märkätilojen siivouksessa tulee kiinnittää huomiota riittävään ilmanvaihtoon, jotta pinnat kuivuvat nopeasti eivätkä jää alttiiksi homeelle. Pesukoneiden käyttöön liittyvät vesivahingot ovat yleisiä mutta estettäviä vahinkoja. Vesihana tulee sulkea aina koneen ollessa pois käytöstä, ja tiivisteet sekä letkut on tarkistettava säännöllisesti.

7 Tulokset

Tämän opinnäytetyön tuloksena todettiin, että kosteudenhallinnan periaatteet ja käytännöt, jotka ovat yleisesti käytössä muussa rakentamisessa, pätevät myös hirsirakentamisessa. Kosteudenhallinnasta löytyy kattavasti kirjallisuutta sekä toimivaksi todettuja toimintamalleja, joiden pohjalta hirsirakentamisen työmaatoteutuksen kosteudenhallintaa voidaan suunnitella. Saatavilla olevasta aineistosta saatiin poimittua hirsirakentamiselle olennaisimmat kohdat ja ne koottiin lukijalle ymmärrettävään ja selkeään muotoon. Jatkotutkimusaiheeksi ehdotan, että hirsirakentamisen kosteudenhallintaa tarkasteltaisiin kaikkien rakennushankkeen vaiheiden näkökulmasta.

Haastatteluiden perusteella voidaan todeta, että hirsirakentamiseen erikoistuneet yritykset, kuten Kontio, Aarre ja Kiiruna Talot, panostavat kosteudenhallintaan kattavasti. Yritykset hyödyntävät mm. tehdasvalmistusta, sääsuojattua pystytystä, Kuivaketju10-mallia ja kosteudenhallinnan ohjeistuksia. Erityisesti yhteisenä tekijänä kosteudenhallinnassa nousi esiin hirsien suojaaminen sääolosuhteilta. Myös kehityskohteita havaittiin, kuten kosteudenhallinnan ohjeistusten noudattamisen tärkeyden täsmentäminen asiakkaille sekä valmistuneiden kohteiden seuranta. Yrityshaastatteluiden

otanta jäi pieneksi, joten niiden pohjalta ei voida muodostaa täydellistä kuvaa alan kosteudenhallinnan tilasta. Jatkotutkimusaiheeksi ehdotankin kattavampaa tutkimusta alan kosteudenhallinnan tilaan.

Opinnäytetyössä esitetty toimintamalli tarjoaa konkreettisia ohjeita hirsirakentamisen kosteudenhallintaan ja pyrkii täyttämään tiedonpuutteesta johtuvat aukot erityisesti yksityisten rakentajien keskuudessa. Toimintamalli ja käytännön esimerkit tukevat yksityisrakentajia järjestelmällisessä kosteudenhallinnan toteutuksessa ja antavat valmiuksia riskienhallintaan vaihtelevissa olosuhteissa. Ehdotetut käytännöt ovat sovellettavissa myös ammattimaisessa rakentamisessa esimerkiksi pienrakennusyritysten toimintaan. Jatkotutkimusaiheeksi ehdotan, että luodun mallin pohjalta luotaisiin tarkastuskortti, jonka avulla rakentaja voi varmistaa kosteudenhallinnan onnistumisen työmaalla.

8 Yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin kosteudenhallintaa hirsirakentamisessa työmaatoteutuksen aikana. Työn tavoitteena oli selvittää kosteudenhallinnan erityispiirteet hirsirakentamisessa ja kehittää toimintamalli, joka parantaa kosteudenhallintaa hirsirakennusten työmaatoteutuksessa ja käytön aikana.

Työ toteutettiin kolmessa vaiheessa. Ensiksi perehdyttiin aiheesta saatavilla olevaan kirjallisuuteen ja muihin aineistoihin, joista koottiin hirsirakentamisen kannalta olennaiset tiedot. Kosteudenhallinta on keskeinen tekijä rakennuksen pitkäikäisyyden, terveellisyyden ja laadun kannalta. Virheellinen kosteudenhallinta voi johtaa vakaviin ongelmiin, kuten lahovaurioihin, homekasvuun ja sisäilmaongelmiin, jotka vaarantavat asukkaiden terveyden ja aiheuttavat merkittäviä korjauskustannuksia. Sisäilmaongelmat johtuvat usein mikrobikasvustosta rakenteissa, mikä voi aiheuttaa terveydellisiä oireita rakennuksen käyttäjille.

Työssä tarkasteltiin myös kosteudenhallintaan liittyviä lainsäädännön vaatimuksia, kuten kosteudenhallintaselvitystä ja kosteudenhallintakoordinaattorin roolia, jotka ovat keskeisiä työkaluja kosteudenhallinnan varmistamisessa rakennushankkeissa. Uutena lisänä laadunvarmistukseen on syntynyt RALA-kosteudenhallintasertifikaatti, joka auttaa yrityksiä todentamaan systemaattiset menettelyt kosteudenhallinnan osalta ja osoittaa, että yrityksen toimintatavat täyttävät tietyt laatuvaatimukset. Sertifikaatti kattaa kosteudenhallinnan kaikki osa-alueet suunnittelusta toteutukseen ja ylläpitoon.

Kirjallisuusselvityksen jälkeen haastateltiin hirsirakentamiseen perehtyneitä alan yrityksiä. Haastatellut yritykset noudattavat hyviä kosteudenhallinnan käytäntöjä eikä vakavia ongelmia ole havaittu. Kehityskohteenä tunnistettiin rakennusten kunnon seurantatutkimusten teettäminen. Haastatteluiden otanta jäi pieneksi, joten todellista kuvaa kosteudenhallinnan tilasta hirsirakennusyrityksissä ei voida piirtää. Jatkotutkimusaiheena ehdotan laajempaa tutkimusta hirsirakennusyritysten kosteudenhallinnan käytäntöihin ja nykytilaan.

Kolmanneksi kehitettiin toimintamalli, jonka tarjoaa käytännönläheisen ohjeistuksen hirsirakennustyömaan kosteudenhallintaan. Toimintamalli sisältää muun muassa kosteusriskikartoituksen, työmaan perustamiseen liittyviä käytäntöjä, hirsien kuljetuksen ja varastoinnin aikaisia suojausratkaisuja sekä käyttöönottoon liittyviä seikkoja. Toimintamallin avulla voidaan ennaltaehkäistä kosteusvaurioita ja varmistaa, että hirsirakennukset säilyvät terveellisinä ja kestävinä sukupolvelta toiselle.

Tuloksena todettiin, että huolellinen kosteudenhallinta parantaa hirsirakennusten laatua ja kestävyyttä sekä vähentää kosteusvaurioiden riskiä. Suurin kosteudenhallinnallinen riski hirsirakennustyömaalla on sääolosuhteet. Pystytys ja hirsien varastointi tulee suunnitella siten, ettei sade pääse kastelemaan niitä tai muita rakennusmateriaaleja. Kehitetty toimintamalli tarjoaa konkreettisia ratkaisuja rakentajille ja edesauttaa terveellisten sekä pitkäikäisten hirsirakennusten toteuttamista.

Lähteet

Honka 2023. Asu terveesti blogi: Talon voi rakentaa talvella – mitä talvirakentamisessa kannattaa huomioida?
<<https://www.honka.fi/fi/blog/2023/08/24/talon-voi-rakentaa-talvella-mita-talvirakentamisessa-kannattaa-huomioida/>> (14.3.2025)

Kuusamo hirsitalot 1.10.2020. Hirsirakentaminen helppoa vai vaikeaa – Pihkassa puuhun osa 3. <<https://www.kuusamohirsitalot.fi/kuusamo-blogi/pihkassa-puuhun-osa-3-hirsirakentaminen-helppoa-vai-vaikeaa/>> (16.3.2025)

Merikallio, Tarja 2002. Rakennustyömaan kosteudenhallinta ja sen suunnittelu. Rakentajain kalenteri 2002. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry

Nippala, Eero & Vainio, Terttu 2016. Asuinrakennusten korjaustarve 2006–2035. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

Peruskorjaamisen ja Rakentamisen Kehittämiskeskus ry 06.06.2024. Hirsiseinä, joka on rakennettu ennen vuotta 1950 – riskirakenne.
<<https://www.prkk.fi/blogi2/asuntokauppa/hirsiseina-rakennettu-ennen-vuotta-1950>> (17.3.2025)

Puuinfo 2020. Hirsirakenteet Ominaispiirteitä. Puuinfo Oy.
<<https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/ominaispiirteita/>> (02.03.2025)

Puuinfo Oy 2020. Puun kosteuskäyttäytyminen. Puuinfo Oy.
<<https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/puun-kosteuskayttaytyminen/>> (22.3.2025)

Rakentamisen Laatu ry 23.1.2024. Ilmastonmuutos haastaa rakentamisen – Suomen ensimmäinen kosteudenhallintasertifikaatti Peabille.
<<https://www.rala.fi/fi/ajankohtaista/uutiset/ilmastonmuutos-haastaa-rakentamisen-suomen-ensimmainen-kosteudenhallintasertifikaatti-peabille>> (23.3.2025)

Rakentamisen Laatu ry. Kosteudenhallinnan RALA-sertifiointi.
<<https://www.rala.fi/fi/palvelut/rala-sertifiointi/kosteudenhallintasertifiointi>> (23.3.2025)

Rakentamisen laatu ry 2018. Kuivaketju10 Työmaatoteutus.
<https://www.rala.fi/application/files/7216/6567/3060/Kuivaketju10-Työmaatoteutus_150313.pdf> (25.2.2025)

Ratu S-1232. 2013. Rakennustyömaan sääsuojaus. Ratu suunnitteluohje. Rakennustieto Oy. Viitattu 20.3.2025. <<https://metropolia.finna.fi/>>

Ratu S-1215. 2006. Työmaan laadunvarmistus, tarkastukset ja mittaukset. Työmaatekniikka – Olosuhteet, Materiaalit, Alusta, Mittatarkkuus, Toimivuus. Ratu suunnitteluohje. Rakennustieto Oy. Viitattu 22.3.2025.
<<https://metropolia.finna.fi/>>

RT 103546. 2023. Puukerrostalohankkeen erityispiirteet. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Viitattu 22.3.2025. <<https://metropolia.finna.fi/>>

RT 08-11286. 2017. Puurakenteiden home ja lahottajasienet. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Viitattu 23.3.2025. <<https://metropolia.finna.fi/>>

RT-103528. 2023. Rakennuksen kosteus ja mikrobivaurioita. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Viitattu 22.3.2025. <<https://metropolia.finna.fi/>>

RT 103762. 2025. Teollisen hirsirakennuksen suunnitteluperusteet. RT-ohjekortti. Rakennustieto Oy. Viitattu 23.3.2025. <<https://metropolia.finna.fi/>>

Ruoppi, Pirkko 2009. Homeongelma työpaikalla- korva-, nenä- ja kurkkutautilääkärin näkökulma. Lääketieteellinen Aikakauskirja Duodecim 2009;125(9):983-9 <<https://www.duodecimlehti.fi/duo98028>> (21.2.2025)

Sahlsted, Satu & Koskenvesa, Anssi 2016. KUIVANA RAKENTAMINEN – opas rakentamisen kosteudenhallintaan. <<https://rt.fi/wp-content/uploads/2023/10/Kuivana-rakentaminen-opas.pdf>> (4.2.2025)

Teriö, Olli; Palolahti, Tuomas & Koskenvesa, Anssi 2012. Rakennustuotannon kosteudenhallinta ja kuiva rakentaminen. Rakentajain kalenteri 2012. Rakennustietosäätiö RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL ry

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. Annettu Helsingissä 24.11.2017. Saatavilla sähköisesti osoitteessa <<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2017/782>>

Åström, Gunnar & Nousiainen, Aimo 2020. RIL 250-2020 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Liitteet

Liite 1 Haastattelupöytäkirja Kontio

Haastattelu Kontio hirsitalot 21.2.2025

K: Kuka olet ja mikä on tittelisi?

V: Mikko Löf Kehitysjohtaja Vastaa yrityksen laatu- ja prosessikehityksestä.

K: Millaisia talopaketteja yrityksenne toimittaa?

V: Kuluttaja asiakkaille omakotitaloja ja vapaa-ajan rakennuksia sekä julkisia rakennuksia kuten kouluja päiväkoteja ja hoivakoteja. Yrityksen liikevaihdosta 60-70% tulee B2B myynnistä. Kontio on volyymiltaan Suomen suurin hirsitalotehdas.

K: Kuinka suuri osuus hirsirunkojen pystytyksestä toteutetaan itse?

V: Muuttovalmiita kohteita 20-30%

K: Mikä on hirsienne kosteuspitoisuus, kun ne lähtevät tehtaalta?

V: Standardin mukaisesti 12-16%

K: Miten seuraatte hirsien kosteuspitoisuutta?

V: Lamellihirttä valmistettaessa ennen sormijatkosta puulle tehdään laadunvalvontatesti, jossa mitataan myös kosteus. Liian suuri kosteuspitoisuus aiheuttaa osan poistamisen hirsituotannosta. Lisäksi tehdas- sekä säilytystilojen ilmankosteutta säädelään.

K: Miten hoidatte kuljetuksen aikaisen sääsuojausten?

V: Hirsipaketit suojataan hengittämättömällä pakettimuoveilla, jotka suojaavat ulkoiselta kosteudelta. Hirsipaketit muovitetaan päältä ja sivuilta mutta alaosa jätetään auki kosteuden poistumista varten. Hirsipaketteja säilytetään tehtaalla tyypillisimmin 2-4 viikkoa ja maksimissaan 8 viikkoa.

K: Miten ohjeistatte hirsirungon pystyttäjiä kosteudenhallinnassa?

V: Pystyttäjille toimitetaan asennusohjeet missä ohjeistetaan mm. kosteudenhallinnassa. Lisäksi toimitetaan kosteudenhallintasuunnitelmapohja. Lisäksi toimitetaan materiaalia, jonka kosteudenhallintakoordinaattori voi liittää kosteudenhallintaselvitykseen.

K: Onko pystytystöissä ilmennyt kosteudenhallinnallisia ongelmia?

V: Omissa pystytyksissä ei ole ilmennyt. Asiakaskohteissa on yksittäisiä tapauksia, joissa hirret ovat päässeet pystytysvaiheessa kastumaan. Syynä tapauksiin on ollut asennusohjeiden puutteellinen lukeminen. Seurauksena ollut hirren halkeilua puun nopeasta kuivumisesta johtuen.

K: Teettekö rakennustöitä ympäri vuoden?

V: Teemme rakennustöitä ympäri vuoden. Erityisesti julkisia kohteita pyritään suorittamaan kylminä talvikuukausina. Julkisia kohteita pyritään tekemään tilaajan toivomuksesta teltassa mutta tästä käytännöstä pyrimme eroon.

K: Mistä hankitte tietonne kosteudenhallintaan liittyen?

V: Teemme omia tutkimuksiamme sekä tarvittaessa yhteistyötä eri toimijoiden kuten Eurofinsin ja Tampereen yliopiston kanssa.

K: Oletteko tehneet tutkimustyötä hirsirakennusten kosteudenhallintaan liittyen?

V: Olemme tehneet. Esimerkiksi tutkimme rakenteidemme tiiveyttä omilla tiloissamme.

K: Koetteko että hirsirakentamisen kosteudenhallinnasta on saatavilla tarpeeksi tietoa ja ohjeistuksia?

V: Koemme että tietoa on tarpeeksi saatavilla. Lisäksi henkilöstömme on perehtynyt kosteudenhallintaan. Työmaatoteutuksen muuttamiseen tehdään selvitystyötä.

K: Seuraatteko valmistuneiden kohteiden kuntoa niiden elinkaaren aikana?

V: Ei varsinaisesti seurata. Muutamissa kohteissa olosuhde mitta-antureita, joilla seurataan puun kuivumista. Tiiveysmittaukset tehdään valmistuneisiin kohteisiin.

K: Onko käyttäjillä ollut ongelmia käytön aikaisessa kosteudenhallinnassa?

V: On ollut yksittäisiä tapauksia. Esimerkiksi valmistuneessa kohteessa on ollut liian kuiva sisäilma, jonka takia hirren pinta on alkanut halkeilla. Liian kosteasta ilmasta ei ole ollut tapauksia.

Liite 2 Haastattelupöytäkirja Rakennusasiaintoimisto Aarre Oy

Haastattelu Aarre rakennusasiaintoimisto 17.3.2025

K: Kuka olet ja mikä on tittelisi?

V: Jukka Reinikainen, rakennesuunnittelija yrityksessä Aarre rakennusasiaintoimisto

K: Millaisia kohteita yrityksellänne on?

V: Laidasta laitaan korjaus- sekä uudiskohteiden suunnittelu- sekä rakennuttamishankkeita. Liikekiinteistökohteissa teemme suunnittelua peruskorjauksiin, täydennysrakentamiseen sekä käyttötarkoituksen muutoksiin. Suurin kohde vanha 750 m2 kartanorakennus Somerolla. Olemme myös tehneet rakennusvalvontaa. Hirsitalohankkeet ovat pääsääntöisesti omakotitaloja ja vapaa-ajan asuntoja.

K: Mitä urakkamallia käytätte?

V: Rakennuttamisessa käytämme pääsääntöisesti kokonaishintaurakkaa. Lisäksi teemme kustannusperusteisia laskutustöitä esim. rakennesuunnittelussa.

K: Kuinka suuri osuus kohteistanne on hirsirakennuksia?

V: Vuodessa uudiskohteita ehkä 2-3 kpl. Hirsirakennuksien korjauskohteita vähintään saman verran. Erityismainintana oma kesällä 2023 valmistunut gryndaushanke Honkasuolla.

K: Mitkä ovat yleisimmät kosteusriskit työmaillanne?

V: Hirsirakentamisessa sääolosuhteet ovat suurin riski. Tavoitteena on saada rakennuksen runko mahdollisimman nopeasti pystyyn ja vesikatto valmiiksi.

K: Onko kohteissanne käytössä kuivaketju10 toimintamalli?

V: On käytössä. Monimutkaisissa kohteissa nimetty työmaalle erillinen kosteusvastaava

K: Ovatko yrityksenne kosteudenhallinnan vaatimukset samat kaikissa kohteissa?

- Jos ovat, millaisia käytännöt ovat ja miten toimintaa ohjataan?
- Jos eivät niin, miten kosteudenhallinnan käytännöt vaihtelevat kohteissanne?

V: Rääätälöidään jokaisen kohteen mukaan ja ne vaihtelevat kohteelle tehtävän kosteusriskianalyysin mukaan.

K: Onko työmaidenne kosteudenhallinnassa ilmennyt ongelmia?

- **Jos on, millaisia ja miten olette ratkaisseet ne?**

V: Joissain kohteissa tapahtunut värvivirhettä hirsipinnan kastumisen vuoksi. Ongelma saatiin ratkaistua puhdistamisella tai kevyellä hionnalla.

K: Miten toimitte, jos rakennusvaiheessa hirret pääsevät kastumaan?

V: Emme keskeytä pystytystöitä kevyellä sateella. Hirsiiä ei kuivateta, vaan ne saavat kuivaa itsestään.

K: Teetättekö kohteissanne kosteusriskejä sisältäviä töitä aliurakoitsijoilla?

- **Jos teetätte, millaisia töitä ja miten ohjeistatte aliurakoitsijoitanne kosteudenhallinnassa?**

V: Riippuu kohteesta. Pääurakoitsija vastaa kosteudenhallinnasta. Pääurakoitsija ohjeistaa aliurakoitsijoita viikoittaisissa palavereissa tulevien työvaiheiden kosteusriskeistä.

K: Millaisia kosteudenhallintaan liittyviä ohjeistuksia annatte käyttäjälle käyttöönoton yhteydessä?

V: Käyttäjälle toimitetaan rakennuksen huolto- ja käyttöohje. Järjestelmien sijainti ja toimintaperiaate ohjeistetaan käyttäjälle käytännössä. Takuuasiat esim. vesikaton vuototakuu siirretään käyttäjälle. Tiedon siirtymiseen panostetaan.

K: Teettekö rakennustöitä ympäri vuoden?

- **Jos teette, miten huomioitte eri vuodenaajat kosteudenhallinnassa?**

V: Kyllä teemme, myös hirsirakennuksissa. Vuodenaika huomioidaan erityisesti siten että työmaan lumityöt tulee tehdä kunnolla, että rakennustarvikkeet saadaan liikkumaan työmaalla. Huomioimme myös vuodenaajan työturvallisuuden näkökulmasta.

K: Mistä hankitte tietonne kosteudenhallintaan liittyen?

V: Omaan paljon omakohtaista kokemusta vastaavista hankkeista ja sitä sovelletaan uusiin kohteisiin. Dokumenteissa, esim. kosteudenhallintasuunnitelmissa, käytetään netistä sekä kollegoilta saatavia valmiita asiakirjapohjia. Myös hankkeen kosteudenhallintakoordinaattorilta saadaan tietoa.

K: Oletteko tehneet tutkimustyötä hirsirakennusten kosteudenhallintaan liittyen?

- **Jos olette, millaisia?**

V: Omalla Honkasuon kohteellamme, haimme rakennusvalvonnan vaatimaa tuotehyväksyntää veistetyille hirsille. Tuotehyväksyntäselvitys tilattiin Spolia Oy:ltä. Lisäksi olemme yrityksenä olleet mukana Tampereen yliopiston Ecosafe hankkeessa, jossa tutkittiin purupohjaisten eristeiden ominaisuuksia.

K: Koetteko että hirsirakentamisen kosteudenhallinnasta on saatavilla tarpeeksi tietoa ja ohjeistuksia?

- **Jos ei, mistä kaipaisitte enemmän tietoa tai ohjeistuksia?**

V: Hirsitoimittajilta saatavia kosteudenhallintaan liittyviä ohjeistuksia ei ole tullut vastaan. Olisi kiva nähdä ohjeistuksia miten hirsirakennustyömaiden kosteudenhallintaa tulisi talotehtaiden mukaan suorittaa.

K: Seuraatteko valmistuneiden kohteiden kuntoa niiden elinkaaren aikana?

V: Takuuaikana kohteet ovat jatkuvassa seurannassa ja mahdollisiin ongelmiin puututaan. Takuuajan jälkeen seurantavastuu siirtyy käyttäjälle.

K: Onko käyttäjillä ollut ongelmia käytön aikaisessa kosteudenhallinnassa?

V: Ei ole.

K: Seuraatteko hirsien kosteuspitoisuuksia?

- **Jos seuraatte, miten toimitte, jos hirsien kosteuspitoisuus on liian suuri?**

V: Ei seurata.

Liite 3 Haastattelupöytäkirja Kiiruna Talot

Haastattelu Kiiruna Talot 5.4.2025.

K: Kuka olet ja mikä on tittelisi?

V: Veikka Nenonen Suunnittelupäällikkö. Vastaan kohteiden suunnittelusta ja suunnittelun kehittämisestä.

K: Millaisia talopaketteja yrityksenne toimittaa?

V: Toimitamme asiakkaille muuttovalmiita omakotitaloja tilaelementeistä. Talot ovat runkorakenteeltaan hirsi- ja puurankarakenteisia. Suurin piirtein kolmasosa toimittamistamme taloista toteutetaan hirsirakenteisina.

K: Kuinka suuri osuus hirsirunkojen pystytyksestä toteutetaan itse?

V: Rakennamme kaikki tilaelementit itse omassa tehtaassamme, josta ne toimitetaan kohteeseen. Työmaalla elementit asennetaan pääosin oman henkilöstön toimesta.

K: Mikä on hirsienne kosteuspitoisuus, kun ne lähtevät tehtaalta?

V: Ei ole tarkkaa tietoa.

K: Miten seuraatte hirsien kosteuspitoisuutta?

V: Hirsien kosteus mitataan ennen elementtien rakentamisen aloittamista tehtaalla.

K: Miten varmistatte elementtien kosteusteknisen toimivuuden työmaalla?

V: Toimittamissamme taloissa on rakennusaikana 100 prosenttinen kuivaketju. Tilaelementit rakennetaan tehtaalla säältä suojassa. Työmaalla hirsien väliset liitokset tiivistetään liimatiivistemassalla sekä uretaanilla. Rakennamme talon vesikaton valmiiksi perustusten päälle, josta se nostetaan sivuun elementtien asentamisen ajaksi. Tämän jälkeen, vesikatto nostetaan paikalleen ja rakennus saadaan säältä suojaan.

K: Miten hoidatte kuljetuksen ja varastoinnin aikaisen sääsuojauksen?

V: Valmiit tilaelementit paketoidaan muoveihin tehtaan sisätiloissa. Mikäli on tarvetta lyhytaikaiselle väliaikaisvarastoinnille, sille on varattu tilat sisätiloista. Yleensä elementit siirtyvät tehtaalta suoraan kuljetukseen sekä asennukseen.

K: Miten ohjeistatte tilaelementtien pystyttäjiä työmaan kosteudenhallinnassa?

V: Elementtien asentamisessa on säävaraus eli emme tee asennustöitä sateisella kelillä.

K: Onko pystytystöissä ilmennyt kosteudenhallinnallisia ongelmia? Jos on, mitkä ovat tyypillisimpiä ongelmia

V: Ainoa ongelma, mitä on ilmaantunut, on hirsien sinistymisen ulkopuolella. Sinistymistä tapahtuu enimmäkseen hirsipaneelissa.

K: Teettekö rakennustöitä ympäri vuoden?

- **Jos teette, miten huomioitte eri vuodenaajat kosteudenhallinnassa?**

V: Teemme rakennustöitä ympäri vuoden. Talvirakentaminen ei eroa muuten, kuin että perustuksia tarvittaessa lämmitetään ja suojataan.

K: Mistä hankitte tietonne kosteudenhallintaan liittyen?

V: Tuotantoprosessi, logistiikka ja asentaminen on suunniteltu siten, että kosteudenhallintaan liittyvien tietojen aktiivinen hankinta ei ole välttämätöntä

K: Oletteko tehneet tutkimustyötä hirsirakennusten kosteusteknisiin ominaisuuksiin liittyen?

- Jos olette, millaisia?

V: Olemme tilanneet insinööri-toimistolta olosuhdeseurantaa sekä simulointeja rakenteillemme.

K: Seuraatteko valmistuneiden kohteiden kuntoa niiden elinkaaren aikana?

V: Emme seuraa.

K: Onko käyttäjillä ollut ongelmia käytön aikaisessa kosteudenhallinnassa?

V: Ei ole ilmennyt muuta kuin em. hirsipaneelien sinistymistä.

K: Teetättekö kohteissanne kosteusriskejä sisältäviä töitä aliurakoitsijoilla?

- **Jos teetätte, millaisia töitä ja miten ohjeistatte aliurakoitsijoitanne kosteudenhallinnassa?**

V: Teettämme alihankintana LVIS- ja muut erikoissuunnittelut. Työmaalla perustusten teko teetetään alihankkijalla. Yrityksellämme on pitkäaikainen yhteistyö luotettavien aliurakoitsijoiden kanssa,

K: Millaisia kosteudenhallintaan liittyviä ohjeistuksia annatte käyttäjälle käyttöönoton yhteydessä?

V: Asiakkaalle toimitetaan talon mukana talokirja, jossa on kaikkien kalusteiden ja laitteiden huolto- ja käyttöohjeet. Talokirjassa on lisäksi kerrottu omakotitalon huoltotoimenpiteistä.