



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Marko Kallioniemi

---

## **Kosteudenhallinta hirsirakenteisessa pientalossa**

Opinnäytetyö

Syksy 2020

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Marko Kallioniemi

Työn nimi: Kosteudenhallinta hirsirakenteisessa pientalossa

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2020

Sivumäärä: 42

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä olemassa olevasta aineistosta kooste avuksi hirsirakenteisen pientalon kosteudenhallintaan.

Hirsi on Suomessa perinteinen rakennusmateriaali, jonka käyttö asuinrakennuksissa väheni sotien jälkeen. 2000-luvulla hirren suosio on jälleen kasvanut merkittävästi, ja sitä käytetään asuinrakennusten lisäksi myös julkisissa rakennuksissa, kuten kouluissa ja päiväkodeissa.

Suomessa rakennusten home- ja kosteusongelmat ovat olleet suuresti esillä mediassa. Syyt ongelmiin ovat usein työmaalla kosteudenhallinnan puutteista tai rakennuksen vääränlaisesta käytöstä johtuvia. Rakennusosien kosteusteknistä toimintaa ja tärkeyttä ei ehkä aina ymmärretä oikein. Ilmastonmuutoksen ennustetaan entisestään lisäävän rakennusten kosteusrasitusta, ja rakenteiden kuivumiskyky tulee korostumaan. Hirsi on kosteusteknisesti hyvin toimivana materiaalina luotettava vaihtoehto myös tulevaisuudessa.

Opinnäytetyössä käytiin läpi hirren ominaisuuksia ja puun kosteuskäyttäytymistä. Työssä kerrottiin myös yleisesti, mitä kosteudenhallinta tarkoittaa ja miten tärkeässä roolissa se on rakennuksen koko elinkaaren ajan. Lisäksi työssä läpikäytiin aiheeseen liittyviä määräyksiä. Työmaan kosteudenhallintaa ja siihen liittyvää suunnittelua avattiin käymällä läpi hirsirakenteisen pientalon rakentamisen eri vaiheita.

<sup>1</sup> Asiasanat: hirsirakentaminen, kosteudenhallinta, pientalot

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Marko Kallioniemi

Title of thesis: Moisture management in a timber house

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2020

Number of pages: 42

Number of appendices: 0

---

The thesis is a guide to moisture management in log house construction.

Log construction has a long history in Finland but after the wars the popularity of timber houses declined. In the 21<sup>st</sup> century it has become popular again, and logs are also used in public buildings like schools and kindergartens.

Mold problems and moisture damages in buildings are a huge topic in Finland. The reasons for the problems are often incomplete moisture management on sites or simply by using buildings wrong. There is a lack of knowledge on how constructions react with moisture. Climate change will increase the moisture stress of buildings, and the drying capacity of materials is emphasized. From that perspective log building will be a reliable option also in future.

The thesis contains information on the properties and moisture behavior of timber: what moisture management is in practice and how important role it has in the whole life cycle of buildings. Additionally, the thesis discussed the regulations of moisture management in construction. The different steps of building a timber house and the moisture management on site were discussed.

<sup>1</sup> Keywords: log construction, moisture management, smaller houses

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuvioluettelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO .....	8
1.1 Työn tausta .....	8
1.2 Työn tavoitteet.....	8
1.3 Työn rajaus .....	8
2 HIRSI RAKENNUSMATERIAALINA.....	9
2.1 Hirsityypit .....	9
2.2 Hirsiseinän ominaisuudet .....	13
2.3 Hengittävyys.....	14
2.3.1 Vesihöyryn diffuusio .....	15
2.3.2 Konvektio .....	15
2.3.3 Sisäilman kosteus .....	16
2.4 ”Pullotalot” .....	17
3 KOSTEUDENHALLINNAN SUUNNITTELU .....	18
3.1 Rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta .....	18
3.2 Kosteudenhallintaselvitys .....	19
3.3 Kosteudenhallintasuunnitelma.....	20
3.4 Kuivaketju10.....	20
4 KOSTEUDENHALLINTA RAKENTAMISEN ERI VAIHEISSA.....	22
4.1 Rakennuspaikka.....	22
4.2 Aikataulutus ja hankinnat .....	23
4.3 Alue- ja varastointisuunnitelma.....	25

4.4	Maankaivuutyöt ja alapohjarakenteet .....	27
4.4.1	Rakennuspohjan kuivatussuunnitelma.....	27
4.4.2	Alapohjasta nouseva kosteus .....	28
4.5	Sääsuojaus ja olosuhdehallinta .....	30
4.6	Runkovaihe .....	31
4.6.1	Vesikatto ja yläpohja .....	32
4.6.2	Julkisivun suojaus .....	33
4.6.3	Ikkunat ja ovet.....	34
4.7	Rakennusaikainen kosteus ja kuivatus.....	36
4.7.1	Lämpötilan nostaminen .....	37
4.7.2	Kosteusmittaukset.....	37
4.8	LVIS-työt hirsitalossa.....	38
4.9	Käyttöönotto ja huoltokirja .....	39
5	YHTEENVETO .....	40
	LÄHTEET .....	41

## Kuvioluettelo

Kuvio 1. Tyypillisiä massiivipyöröhirsiiä .....	10
Kuvio 2. Tyypillisiä lamellihöylähirsiiä .....	10
Kuvio 3. Painumaton hirsii .....	11
Kuvio 4. Lisäeristetty ulkoseinä.....	12
Kuvio 5. Ristinurkka .....	13
Kuvio 6. Citynurkka.....	13
Kuvio 7. Hirsirakennuksen rakenteellisen suojauksen periaatteet .....	23
Kuvio 8. Esimerkki varastointisuunnitelmasta. Pohjakaavio tontilta.....	25
Kuvio 9. Hirret ilmavasti suojattuna.....	26
Kuvio 10. Maanvaraisen alapohjan liitos ulkoseinään.....	29
Kuvio 11. Tuulettuvan alapohjan liitos ulkoseinään ja perustuksiin.....	30
Kuvio 12. Kattorakenteiden liike.....	32
Kuvio 13. Ikkunan yläkarmin liitos hirsiseinään.....	35
Kuvio 14. Ikkunan sivukarmin liitos hirsiseinään .....	36

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Hirsi</b>	Hirsi on puusta valmistettu lähinnä seinähirtenä käytettävä rakennustarvike. Hirsi voidaan valmistaa tehtaalla teollisesti tai veistää käsin.
<b>Hirsikerta</b>	Hirsikerta on yksi hirsikerros, ja hirsiseinä muodostuu useasta hirsikerrasta.
<b>Varaus</b>	Hirren pohja, joka muotoillaan alemman hirren päälle sopivaksi ja tiiviiksi. Varaukseen asennetaan saumaeriste.
<b>Kara</b>	Hirsiseinän aukkojen reunoille asennettava puu, joka estää hirsien päiden sivuttaisliikkeen ja sallii hirren painumisen. Karaan voidaan kiinnittää painumattomia rakenteita, kuten ovet ja ikkunat.
<b>Kurkihirsi</b>	Kurkihirsi on katon harjalla pituussuunnassa kulkeva hirsi, joka sitoo päätykolmiot yhteen, ja on tukirakenteena kattorakenteille.
<b>Savupiippuvaikutus</b>	Ilman lämpötilaeroista johtuva paine-ero rakennuksessa. Muodostaa rakennuksen yläosiin ylipainetta ja alaosiin alipainetta.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Työn tausta

Työllä ei ole tilaajaa. Työ tehdään tämän työn tekijän mielenkiinnosta aiheeseen. Mielenkiintoa aiheeseen on herättänyt mediassa paljon käyty keskustelu rakentamisen kosteus- ja homeongelmista sekä rakennusten energiatehokkuusvaatimusten vaikutuksesta niiden kosteustekniseen toimintaan.

Hirsirakentaminen on suuressa nosteessa tällä hetkellä asuntorakentamisessa sekä myös isommissa julkisissa rakennuksissa, kuten päiväkodeissa ja kouluissa. Osittain suosio johtuu juuri edellä mainituista haasteista. Hirsi nimittäin mielletään rakennusmateriaalina kosteusteknisesti hyvin toimivaksi ja terveelliseksi, ja onhan sillä myös pitkä historia suomalaisessa rakentamisessa.

## 1.2 Työn tavoitteet

Tavoitteena tässä työssä on kertoa yleisesti rakentamisen kosteudenhallinnasta ja sen merkityksestä. Tämän opinnäytetyön lukija saa hyvän käsityksen siitä, mitä kosteudenhallintaprosessi sisältää hirsirakenteisessa pientalohankkeessa, ja miten siihen voidaan vaikuttaa erilaisilla ratkaisuilla. Työ kertoo rakenteiden kosteusteknisestä toiminnasta, ja antaa ohjeita kosteudenhallinnan toimivaan toteutukseen työmaalla.

## 1.3 Työn rajaus

Työssä keskitytään kosteudenhallintaan hirsirakenteisen pientalon näkökulmasta, mutta sivutaan myös muiden rakenteiden toimintaa, sekä kosteudenhallinnan eroja pienessä ja isommassa rakennuskohteessa.



## 2 HIRSI RAKENNUSMATERIAALINA

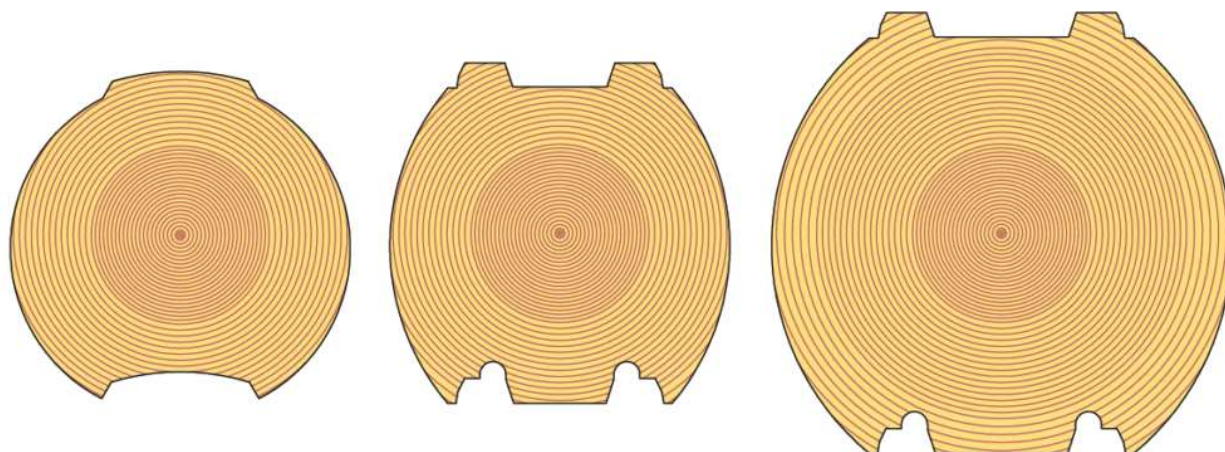
Hirsirakentaminen on ikivanha rakennustapa, ja vanhimmat edelleen pystyssä olevat hirsirakennukset voivat olla satoja vuosia vanhoja. Hirren käyttö Suomessa kuitenkin väheni sotien jälkeen asuinrakennuksissa puurankarakentamisen yleistyessä. Pitkään hirttä käytettiin lähinnä vapaa-ajanrakennuksissa. Nykyään hirren suosio on kasvanut huomasti, ja se soveltuukin taas käytettäväksi erikokoisissa ja -tyyppisissä rakennuksissa. Hirren käyttö rakennusmateriaalina on lisääntynyt erityisesti julkisissa rakennuksissa, kuten päiväkodeissa ja kouluissa.

2020-luvulle tultaessa hirren käyttö asuntorakentamisessa on kasvattanut hurjasti suosiotaan. Vuonna 2010 teollisen hirren markkinaosuus oli vain 11 % ja kymmenen vuotta myöhemmin osuus oli jo 27 %. Hirren suosiota selittää muun muassa hyvä sisäilma sekä luonnonmateriaalin esteettisyys ja ekologisuus. (Hirsitaloteollisuus ry 2020.)

### 2.1 Hirsityypit

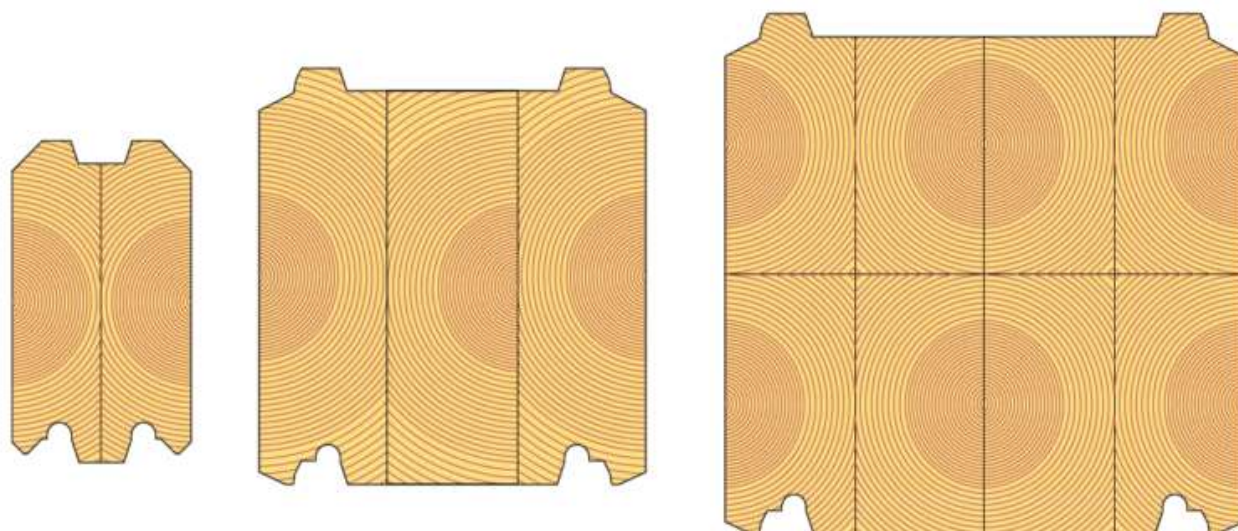
Hirsityypit jaotellaan niiden koostumuksen ja muodon perusteella. Hirsi voi olla massiivi- tai lamellihirsi, ja molemmissa hirsien profiilit voivat olla kulmikkaita tai pyöreitä. Suurin osa taloista tehdään kantikkaista hirsistä, ja pyöröhirsi mielletään usein edelleen mökkihirreksi.

**Massiivihirsi.** Perinteinen, yhdestä puusta valmistettu hirsi (Kuvio 1.). Massiivihirressä ei käytetä liimoja, ja se on täysin luonnonmukainen. Profiililtaan massiivihirret voidaan tehdä pyöreiksi tai kantikkaiksi, joko teollisesti tai käsin veistämällä. Massiivihirren huonoja puolia on suuri halkeilu ja suurikokoisten profiilien kallis hinta. Koska massiivihirsi valmistetaan yhdestä puusta, saatavilla olevien tukkien koko rajoittaa hirren seinävahvuutta. (Puuinfo 2020a.)



Kuvio 1. Tyypillisiä massiivipyöröhirsiä (Puuinfo 2020a).

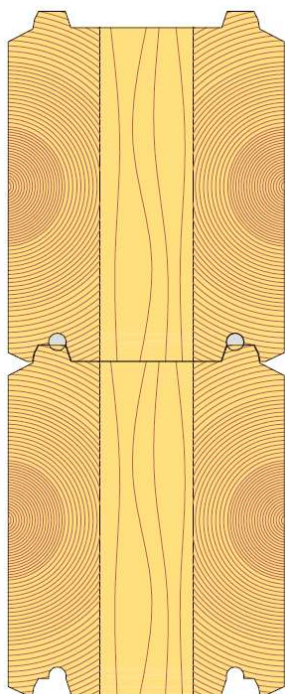
**Lamellihirsi.** Lamellihirret liimataan kahdesta tai useammasta sahatavarakappaleesta eli lamellista (Kuvio 2.). Lamellien kestävämpi sydänpuoli voidaan kääntää ulospäin, mikä parantaa hirren säänkestoa huomattavasti. Lamellihirren hyviä puolia on lisäksi vääntyilemättömyys, pienempi halkeilu ja hyvä jatkettavuus. Lamellihirsistä voidaan tehdä hyvinkin massiivisia rakenteita.



Kuvio 2. Tyypillisiä lamellihöylähirsisiä (Puuinfo 2020a).

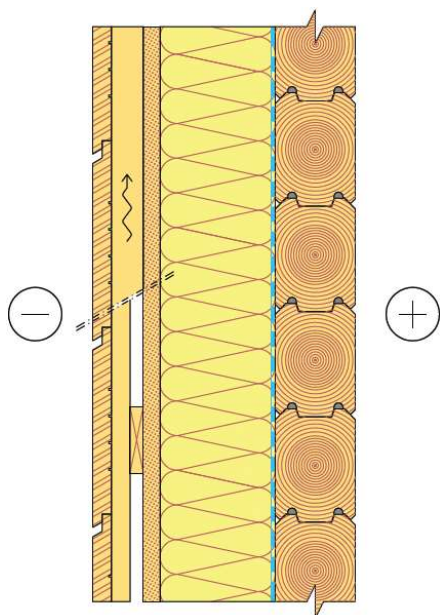
**Painumaton hirsi.** Verrattain uusi tuote markkinoilla on painumaton lamellihirsi, jossa on keskimmäinen lamelli liimattu pystyasentoon (Kuvio 3.). Pystyasennossa puun kuivumiskutistuma on niin pientä, että painumista ei tapahdu. Painumaton hirsi mahdollistaa

esimerkiksi suurien ikkunoiden käytön, mikä normaalisti painuvan hirren kanssa on vaikeaa toteuttaa. (Puuinfo 2020a.)



Kuvio 3. Painumaton hirsi (Puuinfo 2020a).

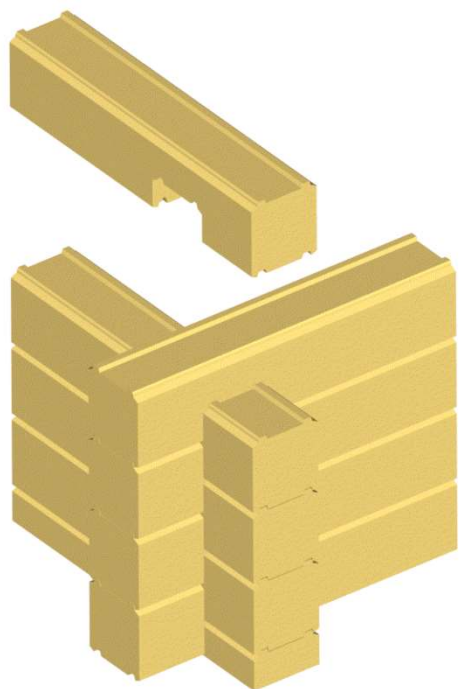
**Lisälämmöneristetty hirsi.** Lisälämmöneristetyssä hirsiseinässä hirsiseinä toimii rakennuksen kantavana osana, mutta joko sisä- tai ulkopintaan tehdään lisälämmöneristys (Kuvio 4.). Lisälämmöneristys voidaan tehdä sekä uuteen että vanhaan hirsiseinään. Kosteusteknisesti turvallisempaa ratkaisuna pidetään hirsikehikon ulkopuolelle asennettua lämmöneristystä. Oikein toteutettuna myös sisäpuolelle tehty lisäeristys on suhteellisen riskitön. Tällöin on kuitenkin varmistuttava, ettei kastepistettä pääse syntymään eristeen ja hirren rajapintaan. Varmin tapa on käyttää rakennuksen sisäpuolella höyrynsulkumuovia, joka estää kosteuden pääsyn rakenteeseen. (RT 82-11168 2014, 10.)



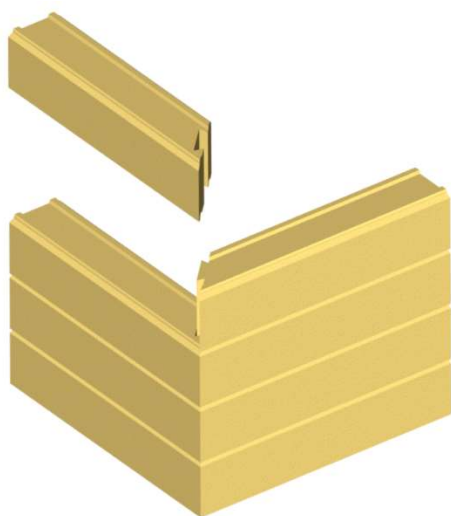
Kuvio 4. Lisäeristetty ulkoseinä (Puuinfo 2020f).

**Lämpöhirsi.** Puuelementtirakenne, jonka ulko- ja sisäverhous on toteutettu hirsipaneelia käyttäen. Rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan lämpöhirsi muistuttaa tavallista pystyrankaista seinärakennetta, mutta ulkonäöltään se muistuttaa hirttä. Lämpöhirrellä päästään vakituisilta asunnoilta vaadittaviin energiatehokkuusarvoihin ilman erityisiä kompensatiotarpeita rakennuksen muissa osissa. Ratkaisu on suosittu muun muassa ympäri vuoden asuttavissa huviloissa ja erityisesti silloin, kun rakennuksessa halutaan säilyttää talvella peruslämpö. (Rakennustutkimus RTS Oy 2019.)

**Hirsinurkat.** Hirsinurkkia, eli salvoksia on erilaisia. Hirsinurkkien tehtävä on liittää seinät kiinni toisiinsa. Perinteisiä salvoksia ovat ristinurkka (Kuvio 5.) ja lohenpyrstönurkka. Uudempi keksintö on citynurkka (Kuvio 6.). Citynurkassa hirsikerrat ovat samassa tasossa, eikä hirsien päät mene päällekkäin, vaan sitova liitos jää nurkan sisään piiloon. Hirsinurkkien tiivisteiden asennuksessa tulee olla huolellinen, ettei tule ilmavuotoja. (Puuinfo 2020e.)



Kuvio 5. Ristinurkka (Puuinfo 2020e).



Kuvio 6. Citynurkka (Puuinfo 2020e).

## 2.2 Hirsiseinän ominaisuudet

Hirsirakennuksista liikkuu edelleen useita vääriä uskomuksia, eikä hirren toimintaa aina täysin ymmärretä. Hirsitalon suunnittelussa huomioitavaa on painumien ja puun elämisen, kuten halkeilun hallinta. Muuten hirsitalon suunnitteluperiaatteet ovat kuitenkin samat kuin muussakin puurakentamisessa. Hirrestä voidaan erinomaisesti rakentaa energiatehokkaita, tiiviitä, paloturvallisia ja äänieristäviä rakennuksia. (Puuinfo 2020b.)

**Painuminen.** Puun luonnollisesta kuivumisesta, hirsiseinän saumojen tiivistymisestä ja kuormituksesta johtuva painuminen otetaan huomioon rakenteita suunniteltaessa. Hirsirakenteiden painumat vaihtelevat hirsityypistä riippuen 10...50 mm/korkeusmetri. Suurin osa painumisesta on kuivumisesta johtuvaa. Sisällä olevat väliseinät kuivuvat enemmän, ja siksi painuvat hieman enemmän kuin ulkoseinät. Perinteisessä, käsin veistetyssä hirressä painuminen on yleensä suurempaa johtuen hirsisaumojen eli varausten epätarkkuudesta. Teollisen hirren varaukset saadaan tehtyä mittatarkoiksi, eikä tästä syystä tapahtuvaa painumaa juurikaan tapahdu. (RT 82-11168 2014, 4.)

**Halkeilu.** Halkeilu johtuu puun kutistumisesta sen kuivuessa; kutistuminen on kehän suunnassa lähes kaksinkertainen säteen suuntaisesti tapahtuvaan kutistumiseen nähden. Koska kehän suunnassa kutistuminen on kaksinkertaista säteen suuntaan nähden, aiheutuu siitä puuhun jännityksiä. Kun jännitys kasvaa yli vetolujuuden, puu halkeaa. Tämän vuoksi hirsiaihiot kuivataan, ja nykyaikaisessa teollisessa tuotannossa lähes aina uunikuivatuksella. (RT 82-11168 2014, 3.) Halkeamilla ei katsota olevan yleensä haitallista vaikutusta lämmönjohtumis- ja lujuusarvoihin.

### 2.3 Hengittävyys

Hirsitalon hengittävyydestä on vanha uskomus, että se "hengittää" nurkista ja saumoista. Tämä ei ole hirsiseinän tarkoituksellinen toiminta, eikä siihen tule pyrkiä. Mikäli ilma pääsee vuotamaan hirsisaumoista, talon ilmatiiveyttä ei saada riittävälle tasolle. Hirsisaumojen välistä kulkeva sisäilma aiheuttaa samalla kosteusvaurioriskin.

Hengittävällä rakenteella tarkoitetaan sellaista rakennuksen ulkovaipan rakennetta, joka sallii ilman sisältämien kaasujen osapaineiden tasoittumisen diffuusiona rakenteen läpi. Rakenteen hengittäminen ei siis tarkoita vapaata ilmavirtausta rakenteen läpi. Sellainen tilanne on aina rakennusvirhe. Myös hengittävän rakenteen tulee olla ilmatiivis. Hengittävän rakenteen terveellisyys perustuu ajatukseen, että sisäilman hiilidioksidi pääsee ilmanvaihdon lisäksi rakenteen läpi ulkoilmaan ja vastaavasti ulkoilman happi sisäilmaan. (Puuinfo 2020c.)

### 2.3.1 Vesihöyryn diffuusio

Haasteelliseksi hengittävän rakenteen tekee Suomen ilmastossa vesihöyry, joka on yksi ilmaseoksen kaasuista. Vesihöyryn liike on rakennusfysiologisesti avainasemassa, siksi rakennuksissa puhutaan höyrynsulusta ja rakenteiden luokituksissa vesihöyrynläpäisevyydestä tai –vastuksesta. (Puuinfo 2020c.)

Vesihöyryn diffuusio tarkoittaa vesihöyryn kulkeutumista pienemmän höyrynpaineen suuntaan. Useimmiten diffuusion suunta on sisätiloista ulospäin, koska yleensä sisäilmassa on enemmän kosteutta kuin ulkoilmassa. Lämpötilaero ei kuitenkaan aina määrää diffuusion suuntaa, vaan esimerkiksi alapohjarakenteista kosteutta voi tulla diffuusiolla kylmemmästä lämpimämpään sisäilmaan alapohjan suuren kosteuspitoisuuden takia. Kosteusvaurioiden kannalta ongelmallisin tilanne tulee, jos rakenteen sisäpuolelta pääsee vesihöyryä diffuusiolla enemmän rakenteeseen kuin rakenne pystyy sitä luovuttamaan pois. (Sisäilmayhdistys ry, [viitattu 30.10.2020].)

Diffuusio estetään yleensä asentamalla höyrynsulkumuovi lämmöneristeen lämpimälle puolelle. Höyrynsulkumuovi toimii vesihöyryn vastuksena, ja estää liiallisen vesihöyryn pääsyn rakenteisiin. Höyrynsulun asettaminen on tarpeellista, mikäli rakenne ei muuten mahdollista rakenteisiin päässeen kosteuden riittävää poistumista. Jos seinärakenteessa on useita rakennekerroksia, sisäilmasta ulkoilmaan mentäessä rakennekerroksien on läpäistävä aina edellistä rakennekerrosta paremmin vesihöyryä. Muutoin rakennekerrosten rajapintoihin diffuusiona siirtynyt kosteus ei pääse riittävästi poistumaan ja kosteuden nousu saattaa vahingoittaa rakenteita ja altistaa homeelle. Yksiaineisena rakenteena hirsiseinässä ei ole rajapintoja, joihin kosteus saattaisi tiivistyä. (Puuinfo 2020c.)

### 2.3.2 Konvektio

Vesihöyryä siirtyy myös ilmavirtauksien mukana. Rakennuksissa kosteusvaurioriski muodostuu kylminä vuodenaikoina, kun kosteaa sisäilmaa virtaa rakenteisiin, ja ilman sisältämä kosteus alkaa kondensoitua kylmiin rakenteisiin. Useimmiten ongelma kohdistuu yläpohjarakenteisiin, koska rakennuksen yläosa on usein ylipaineinen savupiippuvaikutuksesta johtuen.



Diffuusiota suurempi ongelma onkin usein konvektiona rakenteisiin siirtynyt kosteus. Konvektiona vesihöyryä siirtyy rakenteisiin ilmavuotojen mukana, esim. höyrynsulussa olevien reikien kautta tai huonosti tiivistettyjen hirsisaumojen välistä. Jos huoneilmaa vuotaa rakojen kautta rakenteeseen, voivat vähäisetkin reiät aiheuttaa huomattavan kosteusriskin. (Sisäilmayhdistys ry, [viitattu 30.10.2020].)

Vesihöyryn konvektio estetään ilmansululla ja ilmanvaihtojärjestelmän ylläpitämällä huonetilan alipaineisuudella. Usein rakenteen höyrynsulku on myös ilmansulku. Hirsiseinässä ei tarvita erillistä ilmansulkua, mutta hirsisaumojen ja liitoksien on oltava tiiviitä. Yläpohjassa ja alapohjassa ilmansulku on välttämätön.

### 2.3.3 Sisäilman kosteus

Kosteus vaikuttaa sekä suoraan että välillisesti sisäilman laatuun. Huoneilman kosteudella on tutkimusten mukaan selvä yhteys erilaisiin biologisiin, kemiallisiin ja fysikaalisiin tekijöihin, joilla taas on yhteys hygieniaan ja terveellisyyteen. Suhteellisen kosteuden pitäminen alueella 30 %...60 % on suositeltavaa. (RT 82-11168 2014, 4.)

Puu on hygroskooppinen materiaali, joka pystyy sitomaan paljon vesihöyryä ilmasta ja luovuttamaan sitä tehokkaasti pois pyrkien tasapainokosteuteen ympäristön kanssa. Kosteus sitoutuu hygroskooppiseen aineeseen, kun ilmankosteus kasvaa, ja vapauttaa kosteutta, kun ilmankosteus on alhaisempi. Hirsiseinä toimii näin tehokkaana kosteuspuskurina, joka tasaa sisäilman suhteellista kosteutta. (Puuinfo 2020d.)

Vaikka hirsiseinä sitoo runsaasti kosteutta, vahinkojen syntymiseen tarvittavaa kosteutta ei normaalioloissa synny.

Lahottaja- ja homesienien kasvun ehtona on vähintään 20 %:n kosteus puussa ja +5 °C:n lämpötila. Puun kosteus nousee tämän arvon yläpuolelle vasta, kun ilman suhteellinen kosteus on pitkäaikaisesti yli 85 %. (RT 82-11168 2014, 5.)

Puun kosteuspitoisuus vaihtelee lämpötilojen ja ilmankosteuden mukaan. Kosteusvaihtelua tapahtuu hirren molemmilla puolilla n. 5 cm:n paksuisessa kerroksessa. Paksun hirsiseinän sisäosassa kosteusvaihtelua ei tapahdu enää juurikaan sen saavutettua tasapainokosteuden. Lämpimissä väliseinissä hirren kosteus asettuu n. 8 %:iin ja



ulkoseinässä n. 14 %:iin kuivapainosta. (Hirsirakentamisen perusteet, [viitattu 30.10.2020], 8.)

## 2.4 ”Pullotalot”

Ihmisille on syntynyt negatiivinen käsitys ”pullotalosta”. Rakentamisen energiatehokkuusmääräykset antavat tiukat vaatimukset rakennuksien ilmatiiviydelle, lämmöneristyskyvyille ja ilmanvaihdolle. Pystypuurankaisissa taloissa vaatimukset toteutetaan yleensä käyttämällä tiivistä höyrynsulkumuovia, paksua lämmöneristekerrosta ja koneellista ilmanvaihtoa, joka tekee rakennuksesta alipaineisen. Tällaiset rakennukset vaativat toimiakseen huolellista suunnittelua, tarkkaa toteutusta ja oikeaa ylläpitoa.

Ongelmat eivät usein kuitenkaan ole rakenteessa, vaan toteutuksessa ja ylläpidossa. Tällaisessa rakenteessa pienetkin virheet rakentamisessa voivat aiheuttaa suuria vaurioita. Mediassa pullotaloista on käyty kuitenkin paljon keskustelua. Ylen artikkelissa Rakennusliike Reposen toimitusjohtaja Mika Airaksela pitää pullotaloilla pelottelua liioiteltuna. (Juuti 2013.)

Energiatehokkaiden, lämmöneristettyjen puurankaisten talojen rakennusvirheistä johtuneet homevauriot ovat osaltaan kasvattaneet hirsirakennusten suosiota. Hirsiseinä on kosteusteknisesti turvallinen rakenne ilman höyrynsulkumuovia. Hirsitalossa vesivahingot on helppo havaita, mikäli niitä syntyy, eikä vesi jää piiloon hirsiseinän sisälle. Hirsiseinässä ei myöskään ole useita rakennekerroksia, joihin saattaa kondensoitua vettä. Kero Hirsitalot Oy:n toimitusjohtaja Jorma Mursu sanookin leikillään Iltalehden artikkelissa, että hometalot ovat hirsitalojen parhaita myyntimiehiä. (Knuutila 2018.)

Hyvistä ominaisuuksista huolimatta hirsirakenteissakin voi tapahtua kosteusvaurioita, ja usein virheet tehdään jo rakennusvaiheessa. Riskit lisääntyvät entisestään, kun hirsiseinät tehdään lisäeristettynä. Hirsitalon rakentamisessa kosteudenhallinta on ihan yhtä tärkeää kuin missä tahansa muussakin rakentamisessa.

### 3 KOSTEUDENHALLINNAN SUUNNITTELU

Rakennusten kosteus- ja homeongelmat ovat Suomessa suuri ongelma. Ongelmat ovat erityisen vakavia, sillä ylimääräisten korjauskustannuksien lisäksi homeongelmat ja rakentamisen huono laatu ovat ihmisten terveydelle haitallisia. Rakenteet kyllä suunnitellaan yleensä hyvin kosteusteknisesti toimiviksi, mutta rakennusvaiheessa, ylläpidossa ja rakennuksen käytössä on edelleen usein puutteita. Rakentamisen yksi ongelma onkin kokonaisuuden hallinnan puute (RIL 250-2011 2011, 3).

Rakennuksen kosteudenhallinta ei kosketa vain suunnittelua ja rakentamisvaihetta, vaan se jatkuu koko rakennuksen suunnitellun elinkaaren ajan. Kosteudenhallinta alkaa suunnittelulla, kun on tehty päätös rakennushankkeeseen ryhtymisestä. Hankkeeseen ryhtyvän on tehtävä kosteudenhallintaselvitys jo hakiessaan rakennuslupaa. Suunnittelijoilta edellytetään kosteusteknisesti toimivia ja toteutuskelpoisia ratkaisuja. Urakoitsijoita veloitetaan noudattamaan kosteudenhallintasuunnitelmia. Rakennuksen kosteustekninen toimivuus edellyttää, että rakennusta myös käytetään ja ylläpidetään käyttötarkoituksen mukaisella tavalla. (RIL 250-2011 2011, 3.)

Ympäristöministeriön ohjeessa ennustetaan ilmastonmuutoksen tuovan mukanaan märkiä syys- ja talvijaksoja sekä sään ääri-ilmiöitä. Muuttuvassa ilmastossa rakenteiden kuivumiskyvyn merkitys ja vikasietoisuus korostuu. (Ympäristöministeriö 2020, 2.) Hirren suosio rakennusmateriaalina tuskin ilmastonmuutoksen vaikutuksesta hiipuu, päinvastoin.

#### 3.1 Rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta

24.11.2017 Ympäristöministeriö julkaisi uudet asetukset rakennusten kosteusteknisestä toiminnasta. Asetuksen (A 24.11.2017/782) mukaan suunnittelijoiden on tehtävänsä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus täyttää sen kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset.

Rakennuksen, rakenteiden ja rakennusosien on oltava sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset huomioon ottaen kosteusteknisesti toimivia niiden suunnitellun teknisen käyttöiän ajan. Rakennuksen liian suuri kosteuspitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin tai sisäpinnoille ei saa vaurioittaa

rakennusta eikä aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville terveyshaittaa. (A 24.11.2017/782.)

Sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi, lumi tai jää ei saa haittaa aiheuttaen kulkeutua rakenteisiin. Rakennuksen vaipan ja sen rakennekerrosten ja liitosten on muodostettava kokonaisuus, joka estää tuulta, viistosadetta ja tuulenpainetta kuljettamasta vettä vaipan pintaa pitkin rakenteisiin. Rakennuskosteuden ja rakenteisiin ulko- tai sisäpuolelta satunnaisesti kulkeutuvan kosteuden on voitava poistua haittaa aiheuttamatta. Pinnoiltaan kastuvien rakenteiden on kestettävä veden vaikutus. (A 24.11.2017/782.)

### **3.2 Kosteudenhallintaselvitys**

Ympäristöministeriön asetuksen (A 24.11.2017/782) mukaan on rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehdittava rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta.

Kosteudenhallintaselvityksen laatiminen kuuluu suunnittelun ensimmäisiin vaiheisiin. Kosteudenhallintaselvitys liitetään rakennuslupahakemukseen. Kosteudenhallintaselvitys vaaditaan kaikissa luvanvaraisissa rakennushankkeissa. Selvityksen sisällön laajuus riippuu rakennushankkeen laajuudesta ja laadusta. (Kosteudenhallintaselvitys 2020.)

Selvityksen tarkoituksena on osoittaa, että hankkeessa on tunnistettu siihen liittyvät kosteusriskit sekä varauduttu kosteusriskien torjumiseksi. Selvityksessä rakennushankkeeseen ryhtyvä esittää vaatimukset kosteudenhallinnan tasosta. Tämä selvitys sitoo jatkossa hankkeen kaikkia osapuolia noudattamaan vaadittua tasoa. Kosteudenhallintaselvitys ja sen vaatimukset urakoitsijoille on liitettävä myös urakkatarjouspyyntöasiakirjoihin, ja urakoitsijoiden on sitouduttava niitä noudattamaan. (Kosteudenhallintaselvitys 2020.)

Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä hankkeen yleistiedot, vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa, toimenpiteet ja menettelyt kosteudenhallinnan vaatimusten varmentamiseen sekä kosteudenhallinnan henkilöresurssit. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä myös tieto hankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaavasta henkilöstä. (A 24.11.2017/782.)

Kosteudenhallintaa koskevien selvitysten laajuus riippuu kuitenkin paljon myös paikallisesta rakennusvalvonnasta.

### 3.3 Kosteudenhallintasuunnitelma

Vastaavan työnjohtajan on huolehdittava työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuen. Tämä on tärkeä käytännön työkalu kosteudenhallinnassa, jonka laadinta alkaa jo suunnittelun alkuvaiheessa, ja se on oltava käytettävissä ennen työmaan aloitusta. Suunnitelmassa kuvataan, mitä konkreettisia toimia työmaalla tehdään, jotta kosteudenhallinnan tavoitteet saavutetaan. (Työmaan kosteudenhallinnan suunnittelu 2020.)

Työmaavaiheen kosteudenhallintasuunnitelman sisältö on esim. seuraava:

1. Kohteen yleistiedot ja vastuuhenkilöt
2. Kosteudenhallinnan laatutavoitteet
3. Kosteusriskien kartoitus ja niihin varautuminen
4. Kuivumisaika-arviot ja toimenpiteet
5. Olosuhdehallinta
6. Erityisohjeet
7. Valvonta ja mittausuunnitelma. (RIL 250-2011 2011, 96.)

### 3.4 Kuivaketju10

Kuivaketju10 on Oulun kaupungin rakennusvalvontaviraston ja ympäristöministeriön kehittämä rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamalli, joka otettiin Oulussa käyttöön 1.1.2017 rakennusluvanvaraisissa kohteissa. Sen tarkoituksena on ennaltaehkäistä ja vähentää kosteusvaurioita rakennuksissa koko rakennuksen elinkaaren ajan. Vaurioitumisriskien hallinta perustuu erityisesti rakentamisvaiheen valvontaan ja onnistumisen todentamiseen. (Kuivaketju10, [viitattu 1.11.2020].)

Kuivaketju10:ssa on listattu 10 merkittävintä kosteusvaurioriskiä, joiden torjumiseen keskitytään kaikissa rakentamisen vaiheissa. Toimintamalli sisältää myös ohjeet, joilla onnistuminen todennetaan luotettavasti. Toimintamallin sanotaan vähentävän yli 80 %

kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista. Kuivaketju10-toimintamallissa valvonnasta vastaa aina erikseen nimetty kosteudenhallintakoordinaattori. (Kuivaketju10, [viitattu 1.11.2020].)

Kuivaketju10:n riskilista:

1. Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakenteita.
2. Sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinärakenteen sisälle.
3. Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan.
4. Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi.
5. Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta, vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin.
6. Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kiinteistöön laajoja vesivahinkoja.
7. Huonosti toteutetussa märkätilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet.
8. Kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällystemateriaalin turmeltumisen.
9. Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen.
10. Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti. (Kuivaketju10, [viitattu 1.11.2020].)

Kuivaketju10 alkaa siitä, että rakennushankkeeseen ryhtyvä henkilö tai yritys tekee päätöksen hankkeen toteuttamisesta toimintamallin mukaisesti. Päätös velvoittaa kiinnittämään hankkeeseen jo alkuvaiheessa kosteudenhallintakoordinaattorin, joka valvoo ja ohjaa tilaajan valtuutuksella Kuivaketju10:n toteutumista koko prosessin ajan. Suunnittelijoiden tulee osoittaa, että he ovat huomioineet suunnitelmissaan riskilistan ja todentamisohjeen. Urakoitsija puolestaan toteuttaa suunnitelmat ja todentaa ja dokumentoi riskejä sisältävien kohtien onnistuneen toteutuksen. Koordinaattorin yhtenä tehtävänä on varmistaa ja hyväksyä suoritettu todentaminen. (Kuivaketju10, [viitattu 1.11.2020].) Mikäli rakennushankkeeseen ryhtyvä haluaa toteuttaa hankkeen Kuivaketju10:n mukaisesti, on tärkeää mainita se jo tarjouspyynnöissä, koska sillä saattaa olla vaikutusta rakentamisen kustannuksiin.

## 4 KOSTEUDENHALLINTA RAKENTAMISEN ERI VAIHEISSA

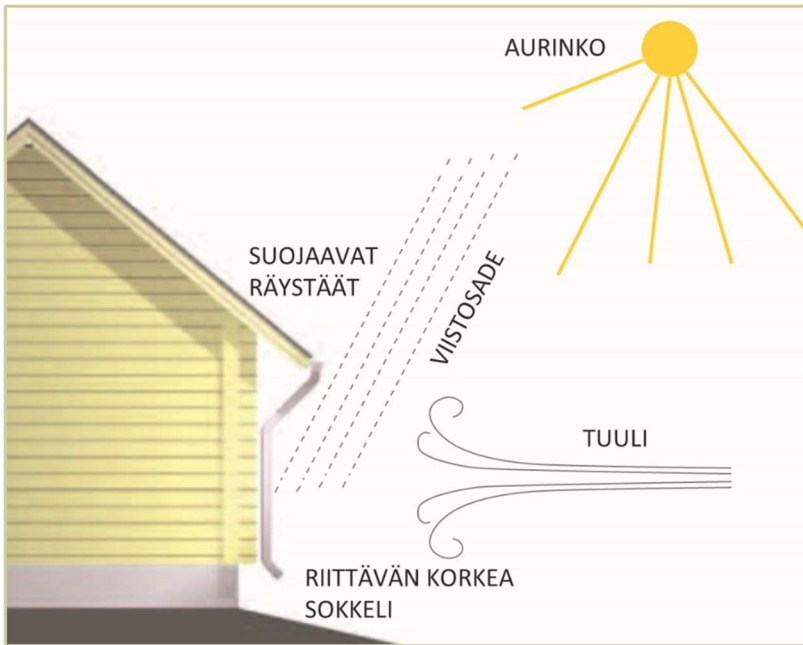
Tässä kappaleessa käydään läpi rakentamisen eri vaiheita sekä sitä, miten kosteudenhallinta otetaan käytännössä huomioon työmaalla.

### 4.1 Rakennuspaikka

Rakennuspaikan valinnalla on oleellinen vaikutus myös kosteudenkestävyyteen. Rakennuspaikan valinnassa ei ole merkitystä, millaisista materiaaleista rakennus tehdään, vaan kaikkiin pätee samat säännöt. Kaavamääräyksissä voi olla rajoitteita rakennuksen sijoitteluun tontilla, harjan suuntaan ja katon kaltevuuteen. Kaavamääräykset eivät kuitenkaan saa olla ristiriidassa kosteudenkestävyyden kanssa, ja kaavoitus tulisi tehdä pääsääntöisesti vain kuiville alueille. (RIL 250-2011 2011, 46.)

Rakennuspaikan tulisi olla riittävän korkealla avoveden pinnasta. Täytyy huomioida myös mahdolliset tulvavedet ja niiden ylin pinta. Rakennuspaikan tulisi olla muuta ympäristöä hieman korkeammalla, jolloin pintavedet ohjataan maanpinnan kaadoilla pois rakennuksesta. Myös katukorkeudet täytyy huomioida, ettei rakennuspaikasta tule vettä keräävää monttua. (RIL 250-2011 2011, 46.)

Rakennuksen perustukset tehdään riittävän korkealle pohjaveden oletetusta ylimmästä pinnasta. Salaojituksella ja veden kapillaarisen nousun katkaisevalla kapillaarikatkosepelillä voidaan hallita veden nousua, ja kuivattaa maaperää. (RIL 250-2011 2011, 46.)



Kuvio 7. Hirsirakennuksen rakenteellisen suojauksen periaatteet (RT 82-11168 2014, 7).

Auringon säteilyn suunnalla on merkitystä asumisviihtyvyyden ja energiatalouden lisäksi hirsiseinän halkeilulle ja kosteudenvaihteluille. Eteläpuoleinen seinä altistuu voimakkaammalle kosteuden ja lämpötilan vaihtelulle, mikä aiheuttaa hirsiseinässä jännityksiä, jotka puolestaan aiheuttavat halkeilua. (RIL 250-2011 2011, 46.)

Tuulusuolosuhteet altistavat merkittävästi rakennuksen seiniä viistosateelle sekä vaikuttavat talvella lumen kulkeutumiseen tuuletusraoista rakenteisiin. Riittävän leveillä räystäillä voidaan estää liiallista viistosadetta (Kuvio 7.). Korkea sokkeli suojaa alimpia hirsisiä myös viistosateelta, sekä seinän viereen pakkautuneelta lumelta. Suojapuustolla voidaan myös osittain lieventää tuulen ja auringon aiheuttamia vahinkoja rakenteille. (RIL 250-2011 2011, 46.)

Pensaita tai muuta kasvillisuutta ei saa olla liian lähellä ulkoseiniä. Kasvillisuus aiheuttaa ylimääräisen kosteusrasituksen seinille ja hidastaa seinän kuivumista. Vahva juuristo saattaa tunkeutua salaojajärjestelmään ja tukkia sen. (RIL 250-2011 2011, 46.)

## 4.2 Aikataulutukset ja hankinnat

Hirsitalon suunnittelu tehdään usein yhdessä tehtaan suunnittelijan kanssa. Hirsitehtaiden välillä on suuriakin eroja materiaaleissa ja detaljeissa. Nämä on hyvä käydä läpi jo

tarjouspyyntövaiheessa. Ennen tilausta kannattaa varmistaa hyvin tarkkaan toimitussisältö, mitä kuuluu ja mitä ei kuulu toimitukseen. Toimitussisällössä on hyvä mainita toimitukseen kuuluvien materiaalien lisäksi erikseen myös tarvikkeet, jotka eivät kuulu sisältöön. (Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 13.)

Toimitusaikataulu on erittäin tärkeää sopia niin, että materiaalit saadaan työmaalle silloin, kun niitä pystytään asentamaan, mutta ei liian aikaisin, jolloin niitä joudutaan turhaan varastoimaan työmaalla. (Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 13.)

Ennen rakentamisen aloitusta on syytä tehdä selkeä rakentamissuunnitelma ja aikataulu. Koko rakennustyö muodostetaan luonnolliseksi, toisiaan seuraaviksi vaiheiksi. Vaiheiden kestosta muodostetaan aikataulu. On hyvä miettiä etukäteen, mitkä vaiheet pystytään toteuttamaan itse, ja mihin tarvitaan erillistä urakoitsijaa. Aikataulussa täytyy arvioida myös tulevat kuivumisajat. (Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 13.)

Tärkeitä vaiheita aikataulussa ovat mm. hirsitalotoimituksen tulo työmaalle ja hirsirungon pystytys. Vaiheiden keston hahmotusta helpottaa tehtaan toimittama pystytysohje. Mikäli hirsikehikko on tilattu asennettuna, on tärkeää, että edeltävät työvaiheet on saatu valmiiksi asennusta aloittaessa. Hirsipakettien ylimääräistä varastointia työmaalla on vältettävä. (Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 13.)

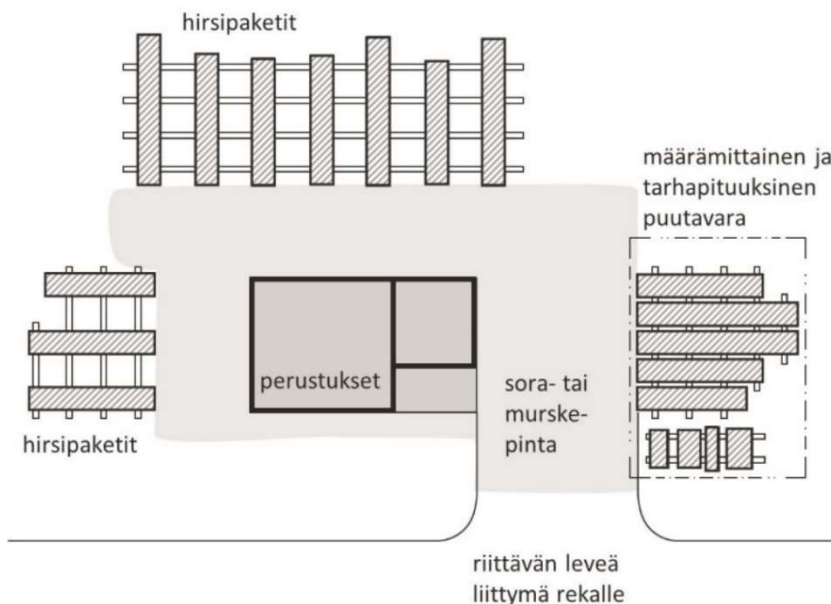
Työmaan aikataulun perusteella tehdään myös hankintaohjelma. Hankintaohjelmassa suunnitellaan, mitä hankitaan, miten paljon, mistä hankitaan, koska tilataan ja koska toimitetaan. Tällä vältetään tilanteet, joissa työvaiheet pysähtyvät, kun materiaalia ei olekaan työmaalla tai työmaalle toimitetaan materiaaleja, joita ei tarvita vielä pitkään aikaan, jolloin materiaaleja joudutaan varastoimaan työmaalla. Kosteudenhallinnan kannalta kriittiset työvaiheet on saatava tehtyä nopeasti ilman ylimääräisiä katkoja. (Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 13.)



### 4.3 Alue- ja varastointisuunnitelma

Työmaata suunniteltaessa on huomioitava hirsipakettien toimitukseen, varastointiin ja nostoihin vaadittava tila (Kuvio 8.). Materiaaleista ja tuotteista on tehtävä varastointisuunnitelma ennen toimitusta.

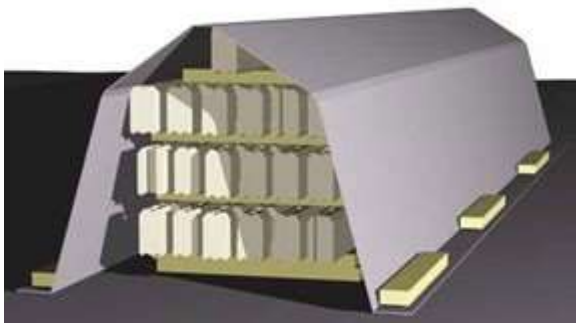
Perustusten sivulle on jätettävä riittävä liikkumisvara (n. 4 m), ja ensimmäisenä tarvittavat tarvikkeet on sijoitettava lähimmäs perustusta. Pakettien väliin on syytä jättää riittävästi liikkumatilaa (n. 1,5 m). Toimitukset on hyvä mahdollisuuksien mukaan ajoittaa siten, että ne ovat sen hetkisen tarpeen mukaiset, välttämällä pitkäaikaista työmaavarastointia. (RT 82-11168 2014, 15)



Kuvio 8. Esimerkki varastointisuunnitelmasta. Pohjakaavio tontilta. (RT 82-11168 2014, 15)

Tehtaalta kannattaa varmistaa hyvissä ajoin ennen toimitusta minkälainen tie tarvitaan autolle, joka tuo paketit työmaalle. Tien kantavuuden ja leveyden täytyy olla riittävä isolle autolle.

Hirsipakettien alle on tehtävä tukevat ja suorat aluspuut, vähintään 300 mm irti maasta, että maasta nouseva kosteus pääsee tuulettumaan riittävästi, eikä kastele hirsii. Riittävän tukevuuden saavuttamiseksi ja taipumien estämiseksi aluspuiden väli saa olla enintään 1,5 metriä. (RT 82-11168 2014, 15.) Tässäkin kannattaa varmistaa tehtaalta pakettien painot ja mitat. Aluspuut kannattaa laittaa myös jokaiselle seinustalle niin, että hirret voidaan jakaa oikeille paikoilleen.



Kuvio 9. Hirret ilmastavasti suojattuna (RT 82-11168 2014, 15)

Hirsipaketteja varten on varattava riittävästi suojapeitteitä, sillä pakettien omat kuljetusmuovit eivät ole riittävä suojaa edes lyhytaikaiselta vesisateelta. Kun paketit toimitetaan työmaalle, niput nostetaan aluspuille ja tarkastetaan, että pakkausmuovit ovat ehjiä. Mikäli hirsissä on vaurioita, otetaan tehtaaseen välittömästi yhteyttä uuden hirren toimittamiseksi, ettei työmaa viivästy. Pakkausten päädyt avataan ja peitellään huolellisesti niin, että vesisade ei kastele hirsiiä, mutta hirret pääsevät tuulettumaan riittävästi. Hirsien ja peitteen välissä täytyy olla välipuilla tehty tuuletusrako (Kuvio 9.).

Mikäli hirsipaketteja varastoidaan pidempiä aikoja, eikä asennusta päästä heti aloittamaan, hirsien varastointi on suunniteltava perusteellisemmin. Jos käytössä ei ole väliaikaiseen varastointiin soveltuvaa varastorakennusta, täytyy paketit varastoida työmaalla taapeliin. Pakettien alle on tehtävä riittävän tukeva ja korkea alusta. Hirsiniput avataan, ja ladotaan alustalle jättäen hirsien väliin raot tuuletusta varten. Kerrosten väliin laitetaan riittävästi välipuita, että hirret tuulettuvat, mutta eivät pääse taipumaan. Hirsitaapelin päälle tehdään suojakatos, joka suojaa sateelta ja auringolta. Auringon säteily aiheuttaa hirsissä nopeasti värimuutoksia. (Talorakentajan käsikirja 3 2006, 18.)

Muut materiaalit, kuten ikkunat ja ovet on saatava myös säältä suojaan. Jos materiaalien säilytykseen ei ole saatavilla varastorakennusta, täytyy materiaaleille tehdä sellainen. Hyviä vaihtoehtoja varastointiin ovat esimerkiksi vuokrattavat tavarakontit, jotka saa myös lukittua. Autoille tarkoitettut pressukatokset ovat edullinen ja nopea ratkaisu materiaalien säänsuojaksi, mikäli materiaalit nostetaan katoksen alla riittävästi irti maasta.

## 4.4 Maankaivuutyöt ja alapohjarakenteet

Ennen rungon asennusta tehdään rakennuspaikalla maankaivuutyöt ja perustukset. Pihatyöt olisi hyvä saada mahdollisimman valmiiksi jo ennen hirsirungon asennusta, että saadaan kuivat ja kantavat maapohjat työmaa-alueelle. Suunnittelija tekee perustuksista perustamissuunnitelman.

Alapohja voidaan tehdä joko maanvaraisena tai tuulettavana. Molemmissa on tärkeää, että kosteus ei pääse nousemaan rakenteisiin, ja maaperä on kuiva. Tuulettuvassa alapohjassa on varmistettava, että tuuletus varmasti on riittävä, ettei kosteusongelmia synny. (Ympäristöministeriö 2020, 25.)

### 4.4.1 Rakennuspohjan kuivatussuunnitelma

Pohjarakenteiden suunnittelussa on huomioitava maapohjan ja piha-alueen aiheuttamat kosteusrasitukset rakenteisiin. Perustamissuunnitelman lisäksi pohjarakenteiden suunnittelijan täytyy tehdä kuivatussuunnitelma. Kuivatustoimenpiteiden laajuuteen vaikuttaa paljon rakennuspaikka.

Pohjarakenteiden suunnittelussa täytyy olla hyvät lähtötiedot rakennuspaikasta, jotka saadaan teettämällä rakennuspaikalla pohjatutkimus, ja kunnan rakennusvirastossa saattaa olla myös valmiita maaperäkartoja. Lähistöllä sijaitsevien muiden rakennusten perustamistavoista ja niiden käyttökokemuksista kysymällä voi saada myös arvokasta tietoa.

Kuivatussuunnitelmassa huomioidaan

- maanpinnan kuivatus ja hulevesien hallinta siten, että vedet johdetaan pois rakennuksen vierestä hulevesijärjestelmän avulla aiheuttamatta haittaa rakennukselle tai sen käytölle. Hulevesillä tarkoitetaan maanpinnalta, rakennuksen katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta poistettavia sade- ja sulamisvesiä. (Ympäristöministeriö 2020, 25.)
- rakennuspohjan salaojitus siten, että veden kapillaarivirtaus maanvastaisiin rakenteisiin estetään sekä pohjaveden pinta pysyy riittäväällä etäisyydellä

alapohjarakenteesta tai ryömintätilan maanpinnasta. (Ympäristöministeriö 2020, 26.)

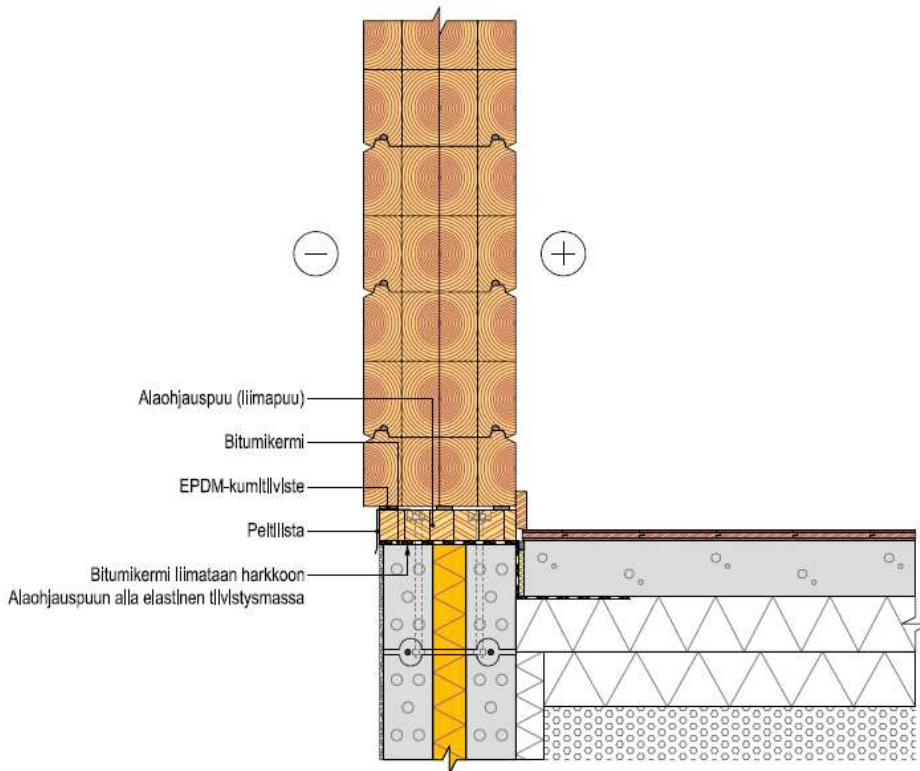
Kuivatussuunnitelman laatijalla tulee olla riittävä asiantuntemus tehtävään. Pihan ja maapohjan kuivatus tulee ottaa huomioon suunnittelussa hankkeen alusta lähtien, ja toteutuksen kanssa on oltava huolellinen ja tehtävä työt suunnitelmien mukaisesti.

#### **4.4.2 Alapohjasta nouseva kosteus**

Rakennuspohjan kuivatuksesta huolimatta alapohjasta nouseva kosteus on huomioitava suunnittelussa. Alapohjasta kosteutta saattaa päästä rakenteisiin kapillaarisesti, konvektiona ja diffuusiona. Suhteellinen kosteus saattaa maanvaraisen betonilaatan alla olla lähes 100 prosenttia ja lämpötilakin sen verran korkea, että mikrobikasvustoa esiintyy varmasti. (Ympäristöministeriö 2020, 25.)

Perusmuurista ja betonilaatasta kapillaarisesti nouseva kosteus ulko- ja väliseiniin on estettävä kapillaarikatkolla, esim. bitumikermillä. Pelkällä bitumikermillä ei kuitenkaan saada sokkelin ja ulkoseinän väliä ilmatiiviiksi. Tiivistys onnistuu asentamalla kermin ja ulkoseinän väliin esimerkiksi solumuovieriste, joka mukautuu sokkelipinnan pieniin epätasaisuuksiin. (Puinfo 2020e.)

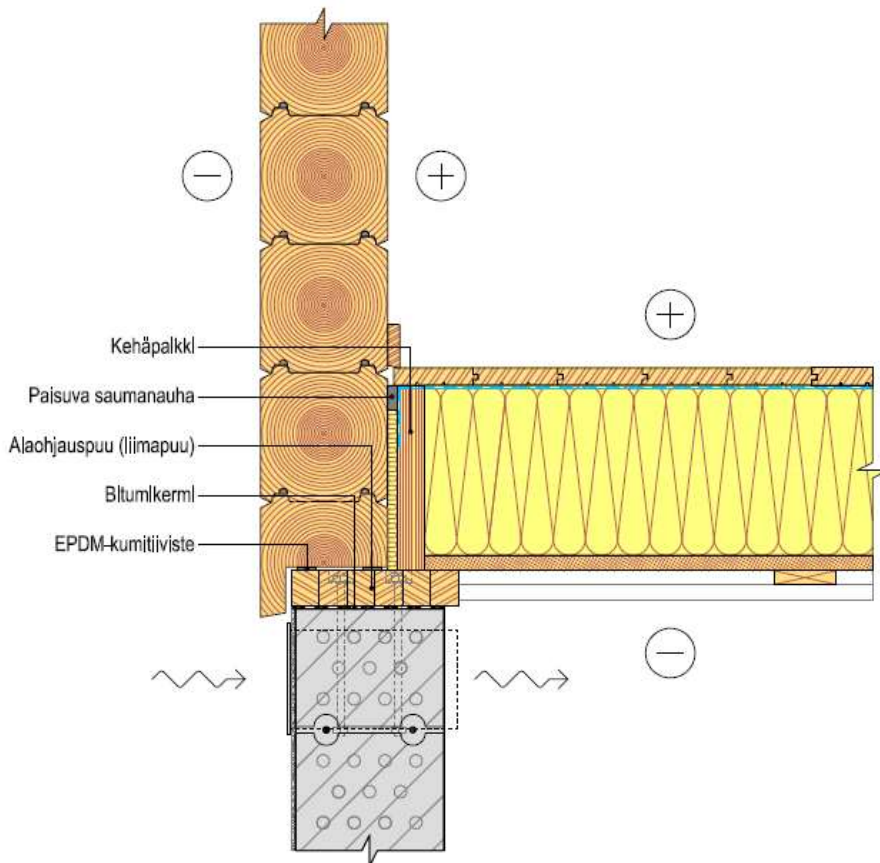
Maanvaraisissa perustuksissa perusmuurin päälle asennettava bitumikermi taitetaan vielä ennen betonilaatan valua alapohjan eristeen päälle, jolloin se estää alapohjan kosteuden nousun konvektiona laatan ja sokkelin välistä sisäilmaan. Kermin toimii siis samalla ilmansulkuna, joka estää myös alapohjan mikrobien ja radonkaasun virtauksen sisäilmaan (Kuvio 10.).



Kuvio 10. Maanvaraisen alapohjan liitos ulkoseinään (Puuinfo 2020e).

Ennen betonilattian valua myös sokkelin sisäreunoille asennetaan solumuovieriste, joka tiivistää laatan ja sokkelin välisen raon, ja sallii myös betonin kuivumiskutistuman. Solumuovieriste asennetaan myös laatan läpivientien ympärille. Myöhemmin, kun betoni on kutistunut, ja viimeistään ennen lattian pintamateriaalin asennusta ylimääräinen solumuovieriste leikataan pois, ja saumat tiivistetään elastisella massalla. (Puuinfo 2020e.)

Tuulettuvastakin alapohjasta saattaa kosteutta nousta rakenteisiin, jos ilmatiiveydestä ja perustuksien kapillaarikatkosta ei huolehdita, tai alapohja ei tuuletu riittävästi (Kuvio 11.). Ryömintätilan pohjan on oltava kuiva, eikä se saa kerätä vettä. Tuulettuvassakin alapohjassa suhteellinen kosteus voi kasvaa merkittävän suureksi. (Ympäristöministeriö 2020, 25.)



Kuvio 11. Tuulettuvan alapohjan liitos ulkoseinään ja perustuksiin (Puuinfo 2020e).

Mikäli rakennetaan kellaria, jossa usein alapohjaan kohdistuu suuri vedenpaine kapillaarikatkosta huolimatta, niin alapohjarakenteet täytyy tehdä vesitiiviiksi ulkopuolelta. Vesieristyksen täytyy kestää räsitusta, ja yleinen vaihtoehto onkin bitumikermi. Vesieristyksessä täytyy olla huolellinen, sillä vahinkojen korjaaminen jälkeenpäin on yleensä haastavaa ja kallista. (Ympäristöministeriö 2020, 36.)

#### 4.5 Sääsuojaus ja olosuhdehallinta

Vuodenajoilla on suuri merkitys rakentamisen kosteudenhallintaan. Kesällä olosuhteet vaihtelevat suuresti, syksyllä ja keväällä on yleensä hyvinkin sateista ja märkää, ja talvella lumityöt ja jää vaikeuttavat rakentamista.

Rakentamisessa onkin ympärivuotisesti huolehdittava kosteudelle alttiiden rakennusmateriaalien huolellisesta suojauksesta. Kosteudenhallintasuunnitelmassa päätetään sääsuojauksen tarpeesta. Sääsuojaus voidaan tehdä joko paikallisesti

rakennusosille ja materiaaleille tai koko rakennuksen peittävällä sääsuojalla. Jälkimmäinen on yleensä huomattavasti kalliimpi ja hidastaa rakentamista, kuten hirsirungon pystytystä nosturin rajallisen liikkumisen myötä. Isommissa kohteissa rakennuksen huputtaminen voi toisaalta olla välttämätöntä, ja jopa nopeuttaa rakentamista, kun lumityöt ja sateet eivät ole riesana. (RT 82-11168 2014, 15.)

Usein hyvän sääsuojan rakentaminen on kuitenkin edullisempaa kuin korjata rakentamisen aikana tulleita kosteusvaurioita. Mediassa onkin saanut paljon huomiota Helsingin Jätkäsaareen rakennetut Wood City -puukerrostalot. Wood City on Stora Enson rahoittama tutkimuskohde, jossa haluttiin selvittää, onko mahdollista rakentaa puukerrostalo ilman koko rakennuksen peittävää sääsuojaa. Kosteudenhallinta ei kuitenkaan toiminut suunnitelmien mukaisesti, ja rakennuksissa tuli merkittäviä kosteusongelmia. Periaatteessa rakentaminen olisi voinut toimia ilman sääsuojaa, mutta kuten esimerkki osoittaa, riskit ovat Suomen olosuhteissa todella suuret. (Mölsä 2017.)

Pienen hirsitalon rakentamisessa kosteudenhallinnan kannalta riskialtis runkovaihe tehdään usein nopeasti, ja vesikaton myötä rakennus saadaan pikaisesti sääsuojaan, jolloin koko rakennuksen peittävän sääsuojan tarve on hyvin lyhytaikaista. Usein riittävä vaihtoehto onkin suojata vain rakennusmateriaalit ja rakennusosat, kuten ylin hirsivarvi ja ikkuna-aukot rakentamisen aikana.

#### **4.6 Runkovaihe**

Hirsirungon pystytyksessä on useita kosteusriskejä, jotka on hyvä ennalta tiedostaa ja varautua niihin. Jos koko rakennuksen peittävää sääsuojaa ei ole, vesi- tai räntäsateella runkoa ei saa pystyttää. Talviaikaan satava vähäinen pakkaslumi ei välttämättä haittaa, mikäli lumet pyyhittää pinnoilta huolellisesti pois. Hirsisaumoihin jäänyt lumi tai vesi kuivuu hitaasti ja aiheuttaa näin kosteusvaurioriskin. Saumoihin jäänyt vesi aiheuttaa sulaessaan myös rakenteiden painumista. (RT 82-11168 2014, 15.)

Jos betonilattiat on valettu ennen hirsirungon pystytystä, keräävät ne suuren pinta-alan myötä huomattavan määrän vettä ja lunta. Tästä syystä alin hirsivarvi pääsee herkästi kastumaan. Satanut lumi tai vesi täytyy puhdistaa huolellisesti pois betonilaatalta. Vesi-imuri

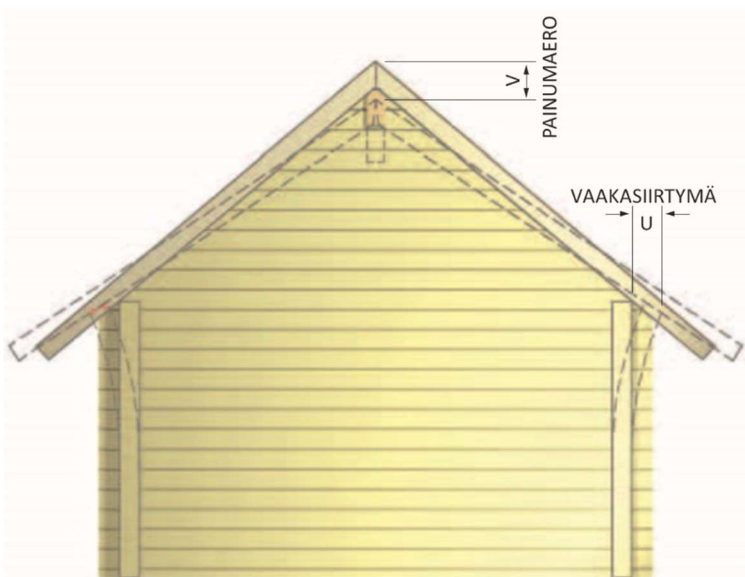
kannattaa olla työmaalla valmiina. Lunta ei ikinä kannata sulattaa pois, vaan täytyy pyrkiä kolaamaan se sellaisenaan pois.

Hirsien saumoissa käytettävä eriste saattaa imeä itseensä suurenkin määrän kosteutta, eikä sitä saa päästää kastumaan. Hirsien reiät, kuten vaarnatapit ja sähköjen läpiviennit keräävät myös paljon kosteutta, ja kuivuminen on hidasta, jos ne päästetään kastumaan. Painumattoman hirren keskimmäisen lamellin syysuunta on pystyssä, ja näin toimii pesusienen tavoin imien kosteutta itseensä. (RT 82-11168 2014, 15.)

Ennen rungon asentamisen aloitusta kannattaa varata riittävästi peitteitä, joilla saadaan kosteudelle alltiit osat suojattua. Päivän päätteeksi ja aina sadekuurojen sattuessa suojataan ylin hirsivarvi ja ikkuna-aukot huolellisesti. Vanerista ja peitteistä tehdään suoja, joka kaataa veden pois hirsien päältä ja riittävän kauas seinältä. (RT 82-11168 2014, 15.)

#### 4.6.1 Vesikatto ja yläpohja

Heti, kun runko on saatu valmiiksi, aloitetaan vesikaton rakentaminen. Kattotyypistä riippuen voidaan kattorakenteita tehdä jo maassa valmiiksi elementeiksi. Tämä nopeuttaa prosessia huomattavasti. Tärkeintä on kuitenkin saada hirsirunko mahdollisimman nopeasti säältä suojaan, eli vähintään aluskate asennettua.



Kuvio 12. Kattorakenteiden liike (RT 82-11168 2014, 4).



Vesikaton kantavat rakenteet voidaan suunnitella erilaisiksi. Huomioitavaa on kuitenkin rakenteiden painuminen, mikäli ei käytetä painumatonta hirttä. Jos hirsirunko tehdään tasakertaan, ja kattorakenteet tehdään painumattomina, esim. NR-ristikoilla, kattorakenteet painuvat tasaisesti. Jos päätykolmiot tehdään myös hirrestä, ja kattorakenteet tehdään kurkihirren varaan, katto painuu enemmän harjalta kuin sivuseiniltä (Kuvio 12.). Tällöin rakenteet kiinnitetään liukumisen sallivilla kiinnikkeillä. Suunnittelussa huomioitavia asioita ovat myös räystäät, jotka olisi hyvä tehdä mahdollisimman leveiksi, jolloin ne suojaavat ulkoseiniä tehokkaasti viistosateelta. Räystäskourut ja syöksytorvet ohjaavat katolta valuvan veden hallitusti maahan ja sadevesiverkostoon. Läpivienneissä on huomioitava, että ne sallivat rakenteiden painumisen säilyttäen silti tiivyyden. (RT 82-11168 2014, 4.)

Hyvästä suunnittelusta ja toteutuksesta huolimatta saattaa yläpohjarakenteisiin päästä käyttöiän aikana kertymään kosteutta. Kosteutta yläpohjarakenteisiin voi päästä vesikaton vuodoista ja joissain tapauksissa räystään alta saattaa pyryttää pakkaslunta rakenteisiin. Rakennuksen yläosat ovat joskus ylipaineisia, jolloin savupiippuvaikutuksesta yläpohjan vuotokohdista virtaa runsaasti kosteaa sisäilmaa rakenteisiin. Rakenteiden kuivumiskykyyn kannattaa siis panostaa. Hyvä yläpohjan tuuletus kuivattaa rakenteita tehokkaasti. Yläpohjassa olisi myös oltava mahdollisuus päästä aika ajoin tarkistamaan kattorakenteet kosteusvaurioiden varalta.

#### **4.6.2 Julkisivun suojaus**

Hirsiseinien suojaus tehdään mahdollisimman pian sen jälkeen, kun hirsikehikko on saatu säältä suojaan. Auringon säteily aiheuttaa puussa nopeasti värimuutoksia, ja kosteus imeytyy käsittelemättömään puuhun tehokkaasti, ja riskinä on erityisesti sinistyminen ja homepilkkut. Nämä ovat useimmiten vain kosmeettisia vikoja, mutta vaikeita poistaa.

Hirsitalon julkisivun suojaukseen on useita eri vaihtoehtoja, joista kosteusteknisesti tehokkain on rakenteellinen suojaus, eli esimerkiksi lautaverhous. Lautaverhous kuitenkin muuttaa rakennuksen ulkonäköä merkittävästi, eikä tätä usein haluta. Useimmin hirsipinnat käsitellään hirsipintoihin soveltuvilla käsittelyaineilla. (RT 82-11168 2014, 6.)

Hirsipintojen käsittelyaineiden tehtävät ovat seuraavat: suojata kemiallisesti puuta sienikasvustoilta (tehdä niiden elinolosuhteet kelvottomiksi), täyttää

pintapuun solukkoa ja näin estää kosteuden imeytyminen puuhun, suojata puun pintaa ultraviolettisäteilyltä, muodostaa puun pinnalle vettä hylkivä kalvo. (RT 82-11168 2014, 7)

Hirsitaloissa ei saa käyttää tiiviin kalvon muodostavaa talomaalia, joka estää hirren kosteusvaihteluita. Tiiviin kalvon muodostava lateksimaali ei pysy hirren pinnassa, vaan hirren kosteusvaihtelut ”korkkaavat” maalin irti, ja saattavat toimia jopa kosteutta keräävinä pusseina hirren pinnassa.

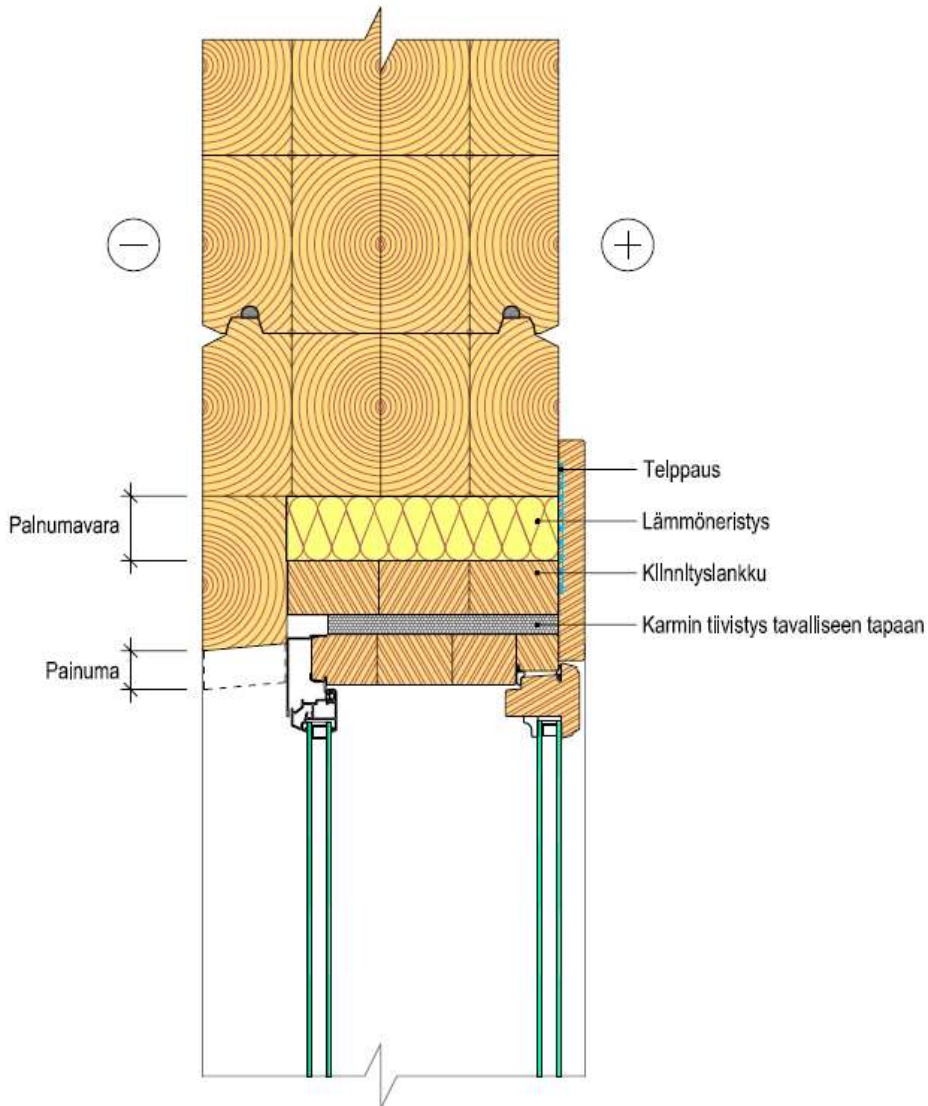
Hirsipinnat käsitellään ensin pohjusteella, joka suojaa puuta kosteudelta ja estää home- ja sinistäjä sienien kasvun. Pohjusteella käsitelty hirsi on vielä pintakäsiteltävä. Hirsien pintakäsittelyssä suositetaan hyvin vesihöyryä läpäiseviä kuullotteita ja peittosuojia. (RT 82-11168 2014, 7.)

Hirsien nurkat ovat erityisen herkkiä kosteudelle, sillä hirsien päät imevät kosteutta tehokkaasti. Käsittely täytyy tehdä huolellisesti ja toistaa riittävän usein. Tehokkain vaihtoehto on kuitenkin suojata hirsien päät rakenteellisesti, esimerkiksi lautaverhouksella.

Uusi hirsiseinä tulee halkeilemaan, ja erityisesti eteläinen seinä on suuressa rasituksessa UV-säteilyn ja kosteudenvaihteluiden vuoksi. Tästä syystä hirsiseinät joudutaan usein uusintakäsittelyyn jo muutaman vuoden päästä rakennuksen valmistumisen jälkeen, jolloin muodostuneet halkeamat ja puun elämisestä tulleet muodonmuutokset saadaan suojattua. (RT 82-11168 2014, 7.)

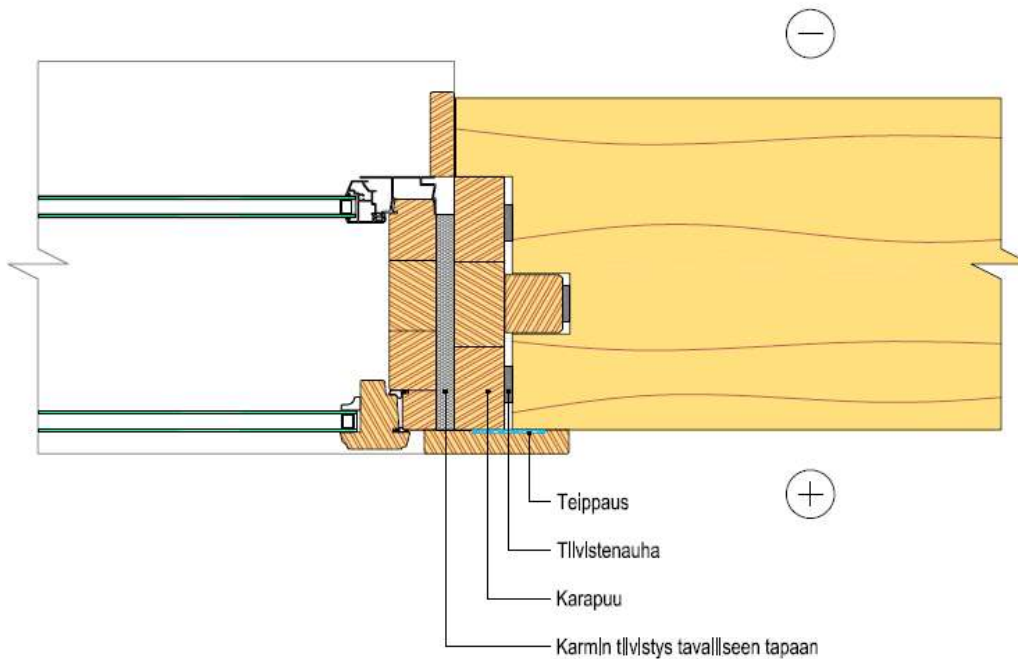
#### **4.6.3 Ikkunat ja ovet**

Ikkunoiden ja ovien asennuksessa on sallittava hirsirakenteiden painuminen, mikäli ei käytetä painumatonta hirttä (Kuvio 13.). Hirrestä riippuen painuminen voi olla jopa 50 mm/korkeusmetri, jolloin oviaukon painumiseen on varattava jopa 100 mm rako oven yläpuolella. Rako eristetään painumisen sallivalla eristeellä ja höyrynsululla.



Kuvio 13. Ikkunan yläkarmin liitos hirsiseinään (Puuinfo 2020e).

Aukkojen reunoilla käytetään karapuita, jotka tiivistetään runkoon painumisen sallivilla eristeillä. Karapuihin ikkunat ja ovet voidaan kiinnittää normaalisti. Yläreunassa suositellaan käytettäväksi myös kiinnityslankkua, johon ikkunan yläreuna voidaan tiivistää normaalisti. Painumisen salliva rako ja eriste tehdään kiinnityslankun yläpuolelle. Ilmatiiveyden saavuttamiseksi raot tiivistetään teippaamalla tai elastisella massalla. Peitelaudat kiinnitetään vain karpuusta ja kiinnityslankusta. Ulkopuolisissa vuorilaudoissa ja vesipelleissä on myös huomioitava, ettei painumista estetä (Kuvio 14.).



Kuvio 14. Ikkunan sivukarmin liitos hirsiseinään (Puuinfo 2020e).

#### 4.7 Rakennusaikainen kosteus ja kuivatus

Kun rakennuksen vaippa on saatu umpeen, aletaan rakennuksen lämpötilaa nostamaan, ja varovasti kuivattamaan rakenteita. Kosteutta rakenteisiin ja sisäilmaan saattaa kertyä suuria määriä eri työvaiheissa. Rakentamisen aikana tapahtuvat vesivahingot ja pahimmillaan niistä rakenteisiin jäävä kosteus saattavat pilata uuden rakennuksen nopeasti. Tässä vaiheessa kannattaakin tarkkailla sisäilman suhteellista kosteutta tarkasti, ja hoitaa riittävästi kuivauslaitteita kuivattamaan sisäilmaa. Rakentamisvaiheessa on syytä olla sisätiloissa kosteus- ja lämpömittari, sekä riittävästi kuivauskalustoa, kuten vesi-imuri ja kuivauslaitteita. (RIL 250-2011 2011, 104).

Rakennuskosteuden kuivattamisessa vuodenajoilla on suuri merkitys. Talvella, kun ulkona on kylmää ja kuivaa, on tehokkainta kuivattaa rakenteita lämmittämällä sisäilmaa ja huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta. Jos rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä ei ole vielä käytössä, otetaan työmaalle riittävästi lämmityslaitteita. Mikäli rakennuksessa on jo tulipesä, sitä kannattaa hyödyntää. Kondensoitumisen riski on kuitenkin olemassa, eikä kosteaa sisäilmaa saa päästää kylmiin rakennusosiin, joihin se saattaa tiivistyä vedeksi. (RIL 250-2011 2011, 104).

Lämpiminä vuodenaikoina, kun ulkona on lämmintä ja kosteaa, ilmanvaihdolla ei saada rakenteita kuivatettua. Tällöin rakenteiden kuivatukseen täytyy varata riittävästi kuivauslaitteita. Ulkoilmaa ei kannata laitteilla yrittää kuivata, eli ikkunat ja ovet pidetään kiinni. Sisäilman suhteellista kosteutta ja lämpötilaa kannattaa seurata tarkkaan, sillä kosteus voi nousta hyvinkin suureksi, ja altistaa jo rakennusaikana mikrobien kasvulle. (RIL 250-2011 2011, 104).

Betonilattian valusta syntyy todella paljon kosteutta, mutta betonilattian halkeilun välttämiseksi lattiaa ei kuitenkaan saisi kuivata liian nopeasti. Tämän välttämiseksi betonilattia voidaan valaa jo ennen hirsirungon pystytystä niin, että se ehtii saavuttamaan riittävän lujuuden, ja rakenteiden kuivaus voidaan aloittaa heti vaipan valmistumisen jälkeen.

#### **4.7.1 Lämpötilan nostaminen**

Lämpötilan nostamisessa sisätiloissa on oltava tarkkana. Liian nopea lämpötilan nostaminen hirsirakennuksessa aiheuttaa hirressä jännityksiä, mikä taas aiheuttaa halkeilua. Lämpötilaa on syytä nostaa rauhallisesti, kunnes saavutetaan tavoiteltu lämpötila. Suositeltava nopeus on yksi aste vuorokautta kohden. (Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 119.)

Mikäli halkeamia kuitenkin syntyy runsaasti, lämpötilaa pudotetaan ja odotetaan. Mikäli sisäilma on todella kuivaa, kosteutta voidaan hallitusti nostaa ilmankostuttimilla. Halkeamat saattavat hieman palautua, ja lämpötilan nostamista voidaan jatkaa entistä varovaisemmin ja hitaammin. Mitä kosteampia hirret ovat, sitä varovaisemmin sisäilman kosteutta pudotetaan ja lämpötilaa nostetaan. Tehtaalta tulevat hirret toimitetaan yleensä kuivatettuina lähelle lopullista tasapainokosteutta, eikä kuivumisesta tapahdu niin paljon muodonmuutoksia. Täytyy kuitenkin muistaa, että halkeamat ovat hirren luonnollinen ominaisuus, eikä niiltä voida täysin välttyä. (Talonrakentajan käsikirja 3 2006, 119.)

#### **4.7.2 Kosteusmittaukset**

Vastaavan mestarin laatimassa kosteudenhallintasuunnitelmassa on esitetty kosteusmittausuunnitelma, jossa määritetään, mitä mittauksia kohteessa tehdään,

mittausmenetelmät, laitteisto, laitteiston kalibroinnit, kosteusmittaaja, mittausten aikataulu ja laajuus. Kosteudenhallintaan liittyviä mittauksia ovat sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaukset. Sisäilman mittauksilla päätetään tapauskohtaisesti lämpötilan nostamisesta tai laskemisesta, ilmanvaihdon tarpeesta ja kuivaimien määrästä. (RIL 250-2011 2011, 106.)

Rakenteista tehtävien seurantamittausten avulla todetaan rakenteiden kuivuminen aikataulussa, ja mahdollisesta lisäkuivauksen tarpeesta. Erityisesti betonilattian kosteutta mitataan tarkkaan. Betonin kuivuminen vaikuttaa muuhun aikatauluun merkittävästi, sillä betonilattian pinnoitusta ei voi tehdä ennen kuin se on saavuttanut vaadittavan tason. Vaadittavan tason raja-arvot täytyy perustua aina tuoreimpaan tietoon. (RIL 250-2011 2011, 107.)

Kosteusmittauksista voidaan myös päätellä, milloin voidaan asentaa tiettyjä puumateriaaleja, jotka vaativat oikean lämpötilan ja kosteuden. Esimerkiksi parketti- ja lautalattiat ovat herkkiä turpoamaan ja kutistumaan väärissä olosuhteissa.

#### **4.8 LVIS-työt hirsitalossa**

LVIS-suunnittelu tulee tehdä valmiiksi ennen rakentamisen aloittamista. Tehtaalla voidaan tehdä valmiit reiät ja aukot asennuksille, sillä työmaalla niiden toteuttaminen ei ole järkevää, ja saattaa jopa vaikuttaa rungon kantavuuteen. (Talorakentajan käsikirja 3 2006, 117.) Hirsitalossa asennuksissa on kuitenkin huomioitava mahdollinen painuminen. Erityisesti vesiputkien kannakointia painuvaan hirsirakenteeseen täytyy välttää, sillä painuminen voi taivuttaa vesiputkea ja rikkoa sen.

Riittävä ilmanvaihto on edellytys rakenteiden oikealle toiminnalle ja hyvälle sisäilmalle. Ilmanvaihto voidaan toteuttaa painovoimaisena tai koneellisena. Riippumatta ilmanvaihdon toteutustavasta on ilmanvaihtoa osattava käyttää oikein. Erityisesti painovoimainen ilmanvaihto saattaa aiheuttaa vedontunnetta ja energiahukkaa, ja talvipakkasilla tekee mieli sulkea ilmanvaihtokanavia. Tämä taas aiheuttaa sisäilmaongelmia, ja pahimmillaan kosteusvaurioita rakennuksen painesuhteiden muuttuessa ylipaineiseksi.

Rakennuksen LVI-laitteet suunnitellaan ja sijoitetaan siten, että niistä aiheutuvat vesivuodot ovat helposti havaittavissa ja mahdolliset vahingot rajautuvat pienelle alueelle. Rakenteellisilla ja LVI-teknisillä ratkaisuilla estetään veden tunkeutuminen rakenteisiin ja ohjataan vuotovedet näkyville, jotta ne ovat varhain havaittavissa.

Putkien ja kanavien sijoittelussa voidaan käyttää huoltoluukkuja, jotka mahdollistavat vesivuotojen havaitsemisen. Tarvittaessa putket, kanavat ja laitteet lämmöneristetään niin, ettei vesi niissä jäädy. Laitteisiin tai linjoihin kondensoituva vesi ei saa aiheuttaa haittaa. Tarvittaessa ne voidaan eristää diffuusiotiiviillä kondenssieristeellä. (Ympäristöministeriö 2020, 17.)

#### **4.9 Käyttöönotto ja huoltokirja**

Rakennuksen valmistuttua tehdään rakennuksen käyttöönotto. Käyttöönotossa opastetaan tulevaa käyttäjää rakennuksen ja järjestelmien oikeaoppiseen käyttöön ja huoltoon. Kosteudenhallinnan kannalta painotetaan ylläpitoon ja huoltoon liittyviä toimenpiteitä, kuten salaojien, vesikaton, julkisivujen ja lvi-järjestelmien toimivuutta ja oikeita siivoustapoja. Rakennuksen erityispiirteitä korostetaan, kuten hirsitalon painumisen seurantaa ja säätöjä.

Tärkeä työkalu rakennuksen ylläpidossa on huoltokirja. Huoltokirjaan listataan mm. rakennuksessa käytetyt materiaalit ja laitteiden käyttöohjeet. Erityisen tärkeitä asioita huoltokirjassa on opastaa mm. märkätilojen käyttöön ja tarkkailuun, koneiden ja laitteiden käytönopastus, liian kostean sisäilman vaikutukset ja syyt ja huollontarpeet. (RIL 250-2011 2011, 113.)

Omakotitalossa asuvan on tehtävä tiettyjä huoltotoimenpiteitä, kuten räystäiden puhdistus syksyisin, ja tarkkailtava rakennuksen eri osia mahdollisten kosteusvaurioiden varalta. Eri rakennusosilla, kuten vesikatteella, on suunniteltu käyttöikä, joka ei ole välttämättä sama kuin koko rakennuksen käyttöikä. Näin voidaan arvioida jo ennalta rakennuksen tulevia huoltotarpeita. (RIL 250-2011 2011, 114.)

## 5 YHTEENVETO

Hirren kasvavaa suosiota rakennusmateriaalina ei tarvitse ihmetellä. Kosteusteknisesti hirsi on Suomen haastaviin olosuhteisiin mainio rakennusmateriaali. Hirrellä on Suomessa pitkät perinteet ja kehitystäkin on vuosien saatossa tapahtunut merkittävästi. Teollisesti tuotettu hirsi mahdollistaa monenlaiset modernit ratkaisut, ja mielikuvat nurkista vuotavasta hirsimökistä voidaan unohtaa. Teollinen hirsi on tiivis, eikä rakenteen hengittäminen tarkoita ilmapuotoa. Uudet keksinnöt mahdollistavat hirren entistä laajemman käytön myös julkisissa rakennuksissa. Mikäli halutaan rakentaa terveellinen ja kestävä talo, yhä useampi päätyy valitsemaan materiaaliksi hirren.

Rakentamisen kosteudenhallinnassakin on tapahtunut muutoksia parempaan. On tullut vaatimus kosteudenhallintaselvityksestä rakennusluvan liitteeksi, ja kosteudenhallinnan vastuuta jaetaan kaikille rakennushankkeen osapuolille selkeämmin. Rakentamisen kosteudenhallintaan vaaditaan toimivaa yhteistyötä. Kaikkien on noudatettava sääntöjä ja määräyksiä, sekä tiedostettava riskit.

Rakennusvirheiden välttämiseksi on ymmärrettävä rakenteiden kosteusteknistä toimintaa myös työmaalla. Monesti ajatellaan, ettei parilla pienellä reiällä katon höyrynsulussa ole mitään merkitystä. Jos työmaalla ei kuitenkaan ymmärretä rakennusosien toimintaa ja tarpeellisuutta, ei ole ihme, jos tulee rakennusvirheitä. Energiatehokkaissa ja tiiviissä passiivitaloissa pienetkin virheet korostuvat. Hirsiseinä on yksinkertaisimmillaan yksiaineinen rakenne, jossa mahdolliset virheet ja vahingot havaitaan helposti, mutta hirsitalossakin ala- ja yläpohjarakenteisiin pääsyyttä kosteutta ei välttämättä havaita pitkään aikaan, ja vaurioita saattaa syntyä.

Mikäli ilmastonmuutos tuo mukanaan entisestään rajumpia sään ääri-ilmiöitä Suomessa, työmaiden kosteudenhallinta ei muutu ainakaan helpommaksi.



## LÄHTEET

A 24.11.2017/782. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta.

Hirsirakentamisen perusteet. Ei päiväystä. [Verkkajulkaisu]. Vuokatti: Hirsitaloteollisuus ry. [Viitattu 30.10.2020]. Saatavana: [https://www.hirsikoti.fi/assets/images/Koulutusmateriaali/Hirsirakentamisen\\_perusteet.pdf](https://www.hirsikoti.fi/assets/images/Koulutusmateriaali/Hirsirakentamisen_perusteet.pdf)

Hirsitaloteollisuus ry. 12.06.2020. Hirsiomakotitalojen markkinaosuus on edelleen kasvussa. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.10.2020]. Saatavana: <https://www.hirsikoti.fi/fi/media/hirsiomakotitalojen-markkinaosuus-on-edelleen-kasvussa>

Juuti, P. 2013. Rakentaja rauhoittelee tiiviiden ”pullotalojen” pelkoa. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Yleisradio. [Viitattu 30.10.2020]. Saatavana: <https://yle.fi/uutiset/3-6528254>

Knuuttila, M. 2018. Hirsirakentaminen kiinnostaa jälleen - syynä ”pullotalojen” homeongelmat? Talotohtori: ”Hengittävyys tulkitaan väärin”. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Alma Media Oyj. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <https://www.iltalehti.fi/asumisartikkelit/a/201801262200681058>

Kosteudenhallintaselvitys. 30.06.2020. [Verkkosivu]. Kosteudenhallinta.fi. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimenpiteet/kosteudenhallintaselvitys>

Kuivaketju10. Ei päiväystä. Rakentamisen Laatu RALA Ry. [Verkkosivusto]. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <http://kuivaketju10.fi/>

Mölsä, S. 11.11.2017. Jätkäsaaren homehtuneet Wood City -puukerrostalot ovat Stora Enson osin rahoittama tutkimuskohde – Työmaalla testattiin, miten puurakentaminen onnistuu ilman sääsuoja. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Sanoma Media Finland Oy. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <https://www.rakennuslehti.fi/2017/11/jatkasaaren-homehtuneet-wood-city-puukerrostalot-ovat-stora-enson-osin-rahoittama-tutkimuskohde-tyomaalla-testattiin-miten-puurakentaminen-onnistuu-ilman-saasuojaa/>

Puuinfo. 10.07.2020a. Hirsirakenteet - Hirsityypit ja perusprofiilit. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.10.2020]. Saatavana: <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/materiaalivaihtoehdot>

Puuinfo. 14.07.2020b. Hirsirakenteet – Ominaispiirteitä. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/ominaispiirteita/>

- Puuinfo. 24.06.2020c. Hengittävä rakenne. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/hengittava-rakenne/>
- Puuinfo. 24.06.2020d. Puu sisäilman kosteuden tasaajana. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <https://puuinfo.fi/puutieto/puun-sisailmavaikutukset/puu-sisailman-kosteuden-tasaajana/>
- Puuinfo. 14.07.2020e. Hirsirakenteet – Hirsiliitosdetaljit [Verkkosivu]. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/hirsiliitosdetaljit/>
- Puuinfo. 14.07.2020f. Hirsirakenteet – Hirsirakenteet. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <https://puuinfo.fi/rakenteet/hirsirakenteet/hirsirakenteet/>
- Rakennustutkimus RTS Oy. 11.12.2019. Runkorakenteiden vaihtoehdot. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.10.2020]. Saatavana: <https://www.suomirakentaa.fi/lomarakentaja/ulkoseinaet-ja-julkisivut/runkorakenteiden-vaihtoehdot>
- RIL 250-2011. 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- RT 82-11168. 2014. Hirsitalon suunnitteluperusteet. Helsinki: Rakennustieto.
- Sisäilmayhdistys ry. Ei päiväystä. Kosteuden siirtyminen. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.10.2020]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuden-siirtyminen>
- Talonrakentajan käsikirja 3. 2006. Hirsitalon rakentaminen. Espoo: Rakentajan Tietokirjat.
- Työmaan kosteudenhallinnan suunnittelu. 30.06.2020. [Verkkosivu]. Kosteudenhallinta.fi. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimenpiteet/kosteudenhallintasuunnitelma>
- Ympäristöministeriö. 2020. Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 2020. [Verkkójulkaisu]. [Viitattu 1.11.2020]. Saatavana: [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje\\_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA\\_E374\\_4983\\_A396\\_CC15D6830B7B-156354.pdf/323bffe4-19f4-9b97-6c59-d314db622cb4/Ohje\\_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA\\_E374\\_4983\\_A396\\_CC15D6830B7B-156354.pdf?t=1603260109033](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA_E374_4983_A396_CC15D6830B7B-156354.pdf/323bffe4-19f4-9b97-6c59-d314db622cb4/Ohje_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA_E374_4983_A396_CC15D6830B7B-156354.pdf?t=1603260109033)