



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Markus Hämylä

---

## Kosteudenhallinta

Opinnäytetyö  
Syksy 2021  
SeAMK Tekniikka  
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohto

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Markus Hämylä

Työn nimi: Kosteudenhallinta

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2021

Sivumäärä: 31

Liitteiden lukumäärä: 0

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli avata rakennuksen kosteudenhallintaa sen eri rakennusvaiheissa. Pääpaino opinnäytetyössä kohdistui kosteudenhallintaan, sen suunnitteluun ja toteutukseen sekä siihen, miten kosteudenhallinta näkyy rakentamisen eri vaiheissa. Lisäksi opinnäytetyön lopussa avattiin Kuivaketju10:n toimintamallia. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kertoa tietoa yleisesti kosteudenhallinnasta asiasta kiinnostuneille.

Kosteudenhallinta on kokonaisuus, missä monella eri taholla ja toimijalla on omat vastuualueensa sekä tehtävänsä. Työssä avattiin kosteudenhallintasuunnitelman vaiheet ja niiden toiminta käytännössä sekä tuotiin esille kosteudenhallinnan yleisimpiä kosteusriskejä mahdollisuuksien mukaan. Rakentamisen yhteydessä kosteudenhallintaa avattiin sen rakenneosien avulla ja tuotiin esiin kosteudenhallinnan kriittisiä rakenneosia. Kosteudenhallinnan huomioiminen aikataulussa on esimerkiksi kuivumisaika-arvioiden kannalta tärkeää, ja siksi opinnäytetyössä sitä avattiin lyhyesti omassa osiossaan. Kaiken tämän tiedon kokoamisen apuna käytettiin erilaisia kosteudenhallintaan keskittyneitä tietolähteitä.

Asiasanat: kosteudenhallinta, kuivaketju10, kosteuskoordinaattori, rakentaminen

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Management

Specialisation: Building Construction

Author/s: Markus Hämylä

Title of thesis: Moisture management

Supervisor(s): Olli Isopahkala

Year: 2021

Number of pages: 31

Number of appendices: 0

---

The thesis explained the building's moisture management at different stages of its construction. The thesis focused on humidity management, its design and implementation, and how moisture control was reflected in the different stages of construction. In addition, the operating model of Kuivaketju10 was opened at the end of the thesis. The purpose of the thesis was to inform those interested in moisture management in general.

Humidity management is a whole where many different parties and actors have their own responsibilities and tasks. The thesis studied the stages of humidity management plans and their practical operation, highlighting the most common moisture risks of humidity control where possible. Moisture control during construction was opened with the help of its constituents and critical components of moisture control were highlighted. Taking moisture management into account in the schedule is important for drying time estimates, for example, which is why the thesis briefly discussed it in its own chapter. All this information was aided by various data sources focused on moisture control.

Keywords: humidity control, kuivaketju10, humidity coordinate, construction

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	2
Thesis abstract .....	3
SISÄLTÖ .....	4
Kuvioluettelo .....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO .....	8
2 KOSTEUDENHALLINTA .....	9
2.1 Kosteudenhallinta yleisesti .....	9
2.2 Kosteudenhallintasuunnitelma.....	9
2.2.1 Kosteusriskien kartoittaminen .....	9
2.2.2 Kuivumisaika-arviot.....	10
2.2.3 Olosuhteidenhallinta .....	10
2.2.4 Kosteusmittausuunnitelma .....	11
2.2.5 Organisointi, seuranta ja valvonta.....	11
2.3 Kosteudenhallinta – Vanha rakentaminen.....	12
2.4 Kosteusriskit ja niiden hallinta .....	13
2.5 Kosteudenhallinnan huomioiminen aikataulussa.....	15
3 KOSTEUDENHALLINTA RAKENTAMISESSA.....	16
3.1 Salaojat .....	16
3.2 Perustukset .....	17
3.3 Runkotyöt .....	18
3.4 Vesikaton vedeneristys .....	19
3.5 Ilman/höyryn sulku .....	20
3.6 Märkätilat.....	21
3.7 Työmaan suojaukset ja materiaalien varastointi.....	22
3.8 Kosteuden siirtyminen ja poistuminen .....	23
3.9 Kuivatus .....	24
4 KUIVAKETJU10 .....	26

4.1	Kuivaketju10 yleisesti .....	26
4.2	Suunnitteluvaihe .....	26
4.3	Toteutusvaihe .....	27
4.4	Käyttöönotto ja käyttö .....	28
5	YHTEENVETO .....	30
6	LÄHTEET .....	31

## Kuvioluettelo

Kuvio 1. Rakennuksen kosteuslähteet.....	13
Kuvio 2. Kosteusriskien hallinta .....	15
Kuvio 3. Rakennuksen kosteuslähteet.....	16
Kuvio 4. Kuivatus.....	25
Kuvio 5. Kuivaketju10:n riskilista.....	27

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>RH%</b>	Suhteellinen kosteus. Mittaa ilmassa olevan vesihöyryn pitoisuutta.
<b>Diffuusio</b>	Ilmiö, jossa molekyylit pyrkivät siirtymään vahvemmassa pitoisuudesta laimeampaan tasoittaen mahdolliset pitoisuuserot ajan kanssa.
<b>Konvektio</b>	Lämmön kulkeutumista kaasussa tai nesteessä lämmön tai paineerojen aiheuttamien virtausten mukana. Aiheutuu lämpötilaeroista eri rakenneosien välillä.
<b>Logger</b>	Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittausloggereilla seurataan tilan olosuhteita.
<b>Kosteuskoordinaattori</b>	Rakennushankkeen kosteudenhallinnasta vastaava henkilö, joka ohjaa kosteudenhallinnan toteutusta rakennushankkeen eri vaiheissa.
<b>Kapillaarisuus</b>	Aineen kyky imeä ja siirtää kosteutta itseensä ollessaan kosketuksessa veteen.
<b>Riskilista</b>	Yleisimmistä riskeistä koottu riskilista, jonka avulla pyritään vähentämään riskejä.
<b>Kuivaketju10</b>	Toimintamalli, jolla pyritään välttämään kosteusvauriot koko rakennushankkeen aikana.
<b>Ilmansulku</b>	Rakenne, joka estää haitallisen ilmavirran kulkemisen rakenteen läpi.
<b>Höyrynsulku</b>	Rakenne, joka estää vesihöyryn kulkemisen rakenteiden läpi.

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda esiin tietoa kosteudenhallinnasta yleisesti rakennushankkeessa. Aihe valittiin, koska kosteudenhallinta on ollut esillä yhä enemmän ja siksi siihen on alettu kiinnittämään huomiota rakennushankkeen aikana. Rakentamisessa laatu on ratkaiseva tekijä. Tässä tärkeänä apuna onkin Kuivaketju10, joka on tullut pakolliseksi jo monessa kaupungissa. Kuivaketju10 on tärkeä osa rakennusprosessia, jonka avulla vähennetään kosteusvaurioiden riskejä koko rakennuksen elinkaaren ajan.

Työn ensimmäisessä osiossa kerrotaan kosteudenhallinnasta yleisesti ja avataan kosteudenhallintasuunnitelman perusajatus. Lisäksi osiossa on kerrottu yleisimmistä kosteusriskeistä ja niiden hallintaprosessista. Hallintasuunnitelman avulla voidaan myös arvioida hankkeen etenemisaikataulu.

Työn toisessa osiossa tuodaan esille kosteudenhallintaa rakentamisessa. Tätä aihetta tarkastellaan enemmän rakennuskokonaisuuden osa kerallaan. Kosteusriskit ovat myös osa rakentamista, joten tyypillisimmät riskit on tuotu esille.

Viimeisessä osiossa avataan Kuivaketju10-toimintamallia. Kuivaketju10 on tärkeä työkalu rakennushankkeen eri vaiheissa. Suunnittelutyön aikana arkkitehti-, rakenne-, LVI- ja sähkösuunnittelijat tarkentavat Kuivaketju10-riskilistan ja todentamisohjeen hankkeen erityspiirteisiin, joilla varmistetaan kosteusriskien hallitseminen hankkeessa. Kuivaketju10 toimintamallilla vähennetään kosteusvaurioiden riskejä rakennuksen koko elinkaaren ajan. Lisäksi työssä avattiin, millaisia tehtäviä ja vastualueita hankkeen eri osapuolilla on.

## 2 KOSTEUDENHALLINTA

### 2.1 Kosteudenhallinta yleisesti

Kosteudenhallinta on otettava huomioon rakennushankkeen jokaisessa vaiheessa sen hankesuunnittelusta varsinaiseen käyttöön (A-insinöörit, i.a.). Tämä sen vuoksi, sillä kosteusvaurioita voi syntyä ihan milloin tahansa rakentamisen yhteydessä, mutta myös sen jälkeen. Kosteudenhallinnan lähtökohtana on, että rakennus, joka on valmistumassa, olisi sen tuleville käyttäjille terveellinen asua ja toimia.

### 2.2 Kosteudenhallintasuunnitelma

Esimerkiksi rakennustyömaalle tarvitaan kosteudenhallintaa koskien oma suunnitelma (Merikallio, 2015, s. 3). Suunnitelma laaditaan jo rakennuskohteen suunnitteluvaiheessa, ennen kuin mitään on aloitettu fyysisesti tekemään. Kaikilla työmailla on erilainen suunnitelma, vaikka suunnitelmien kohdista löytyy yhtäläisyyksiä. Tausta-aineistona suunnitelmalle käytetään mm. rakennus- ja rakennesuunnitelmia ja niiden pohjalta tehtyä riskianalyysiä, rakennustapaselostusta sekä mahdollista aikataulua. Kosteudenhallintasuunnitelman sisältö voidaan jakaa esimerkiksi viiteen eri osaan.

#### 2.2.1 Kosteusriskien kartoittaminen

Kosteudenhallintasuunnitelman ensimmäinen vaihe on kosteusriskien kartoittaminen (Merikallio, 2015, s. 3). Se kartoittaa kyseisen kohteen kosteusriskit, joihin työmaalla tulee kiinnittää kaikista eniten huomiota. Tällaisia kohtia ovat mm. salaojitus, perustusrakenteet, julkisivut, väli- ja yläpohjat, vesikatot ja märkätilat.

Sovitut ratkaisut, huomioitavat vaatimukset sekä toimenpiteet täytyy merkata suunnitelmaan (Merikallio, 2015, s. 3). Esimerkiksi, jos kohteeseen tulee niin sanotut kelluvat lattiat, voidaan kosteudenhallintasuunnitelmaan kirjata seuraavasti: "Varmistetaan, että ennen askeleenieristeen asennusta ja pintavalun tekoa runkobetonilaatan suhteellinen kosteus on 5 cm:n syvyydellä alle 90 % ja että laatan pinta on puhdas. Eristetilaan ei saa jättää mitään orgaanista ainetta. Varmistetaan, että pintalaatan suhteellinen kosteus on alle 85 % ennen

lattiapäällysteen asennusta, esim. sahanpurua.” Kosteudenhallintasuunnitelmassa voi olla ns. kuittauskohta, johon merkitään, kun sovittu toimenpide on tehty. Kosteusriskien kartoitussuosuus toimii tavallaan tarkastuslistana.

### **2.2.2 Kuivumisaika-arviot**

Toisen kohdan tavoitteena on varmistaa, että rakenteet kuivuvat tavoitekosteustilaan ilman aikatauluviivästyksiä ja myöhemmin ilmeneviä kosteusvaurioita (Merikallio, 2015, s. 4). Tämä kuivumisaika-arvio tehdään yleensä seinä- sekä betonilattiarakenteille, jotka päällystetään tai pinnoitetaan kosteusherkillä materiaalilla. Kosteusraja-arvot annetaan suhteellisena kosteuspitoisuutena (RH %). Raja-arvot päällystemateriaaleille ovat mitä yleisimmin 80-90 % RH:a. Ensisijaisesti kuitenkin tulee aina noudattaa kaikesta huolimatta itse päällystemateriaalien valmistajia sekä tuottajien antamia ohje-arvioita käytöstä.

Kun lisäkosteuden pääsy rakenteeseen estyy ja kohteessa on riittävästi (vähintään 10 celsiusta), katsotaan kuivumisajan alkavan tästä (Merikallio, 2015, s. 4). Joskus kuitenkin rakenteiden kuivumisaika saattaa pidentyä suunniteltuun aikatauluun nähden. Tällöin valitaan uudet menettelytavat aikatauluun sopiviksi. Menettelytapoja ovat esimerkiksi: kuivumisolosuhteiden parantaminen, nopeammin kuivuvan betonin valinta, päällysmateriaalin vaihtaminen kosteutta paremmin kestävään ja viimeisenä vaihtoehtona aikataulun pidentäminen. Jotta materiaalien kuivuminen tapahtuisi alkuperäisen suunnitelman mukaan, tulee olosuhteet luoda parhaimmiksi mahdollisiksi.

### **2.2.3 Olosuhteidenhallinta**

Kolmannen osan tavoitteena on luoda työmaalle sellaiset olosuhteet, jotta rakennuksen kosteusriskit voitaisiin minimoida ja itse työmaa voidaan erilaisissa olosuhteissa toteuttaa suunnitellussa aikataulussa (Merikallio, 2015, s. 4). Käytännössä tämä tarkoittaa materiaalien sekä rakenteiden työmaa-aikaisen kastumisen minimointia, mutta myös rakenteiden kuivumisen kannalta optimaalisten sisäilman lämpötilan ja myös suhteellisen kosteuden luomista.

## 2.2.4 Kosteusmittaussuunnitelma

Oleellinen osa kosteusmittauksia on niiden suunnittelu (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020a.). Suunnitelmassa määritellään mm. seuraavia asioita:

- kohteessa tehtävät mittaukset
- mittausmenetelmä ja käytetty kalusto
- mittauslaitteiden kalibrointi
- henkilösertifioitu kosteusmittaaja, jolla riittävästi kokemusta kosteuksien mittaamisesta
- mittauksen aikataulu, laajuus ja missä tarvittavat mittauspisteet sijaitsevat.

Kosteusmittaussuunnitelman laatii kosteudenhallinnasta vastaava taho, asiantuntija tai vastaava työnjohtaja (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020a.). Kosteudenhallintaan ja kosteusmittauksiin liittyviä mittaustapoja ovat sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaukset sekä rakennekosteusmittaukset. Mittaukset tukevat mm. päätöksiä siitä, tuleeko ilmanvaihtoa lisätä. Ensimmäinen rakennekosteusmittaus tulee tehdä heti, kun rakennuksen vaippa on saatu suljettua ja kohteeseen on saatu lämmöt päälle.

Kosteustarkastuskierroksilla rakenteissa havaitut kosteat kohdat tulee kirjata riittävällä tarkkuudella, sillä mittaukset tulee suorittaa näistä kohdista (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020a.). Oikeiden mittauskohtien valinta tuo lisävarmuutta mittaus tuloksiin. Rakenteeseen porataan mittausreikiä tai otetaan koepaloja.

## 2.2.5 Organisointi, seuranta ja valvonta

Sekä työmaan että rakenteiden kuivumisen etenemistä tulee seurata kosteus- ja lämpötilamittauksin (Merikallio, 2015, s. 6–7). Tiedonkeruulaitteilla (esim. loggereilla) voidaan seurata sisäilmankin olosuhteita. Loggerit mittaavat tietyin väliajoin niin ilman lämpötilan kuin sen suhteellisen kosteuden. Tulokset tallentuvat mittalaitteen muistiin ja sitä kautta ne voidaan

myöhemmin siirtää esimerkiksi tietokoneelle. Mittausten yhteydessä on kuitenkin otettava huomioon, että olosuhteet mittauskohdista voivat vaihdella lyhyessä ajassa paljon. Tuloksiin voi vaikuttaa myös itse mittaaja, jos hänen mukanaan tulee lämpöä ja kosteutta.

### 2.3 Kosteudenhallinta – Vanha rakentaminen

Vuosien varrella rakennuksien rakentamisen ajattelutavat (esim. lämmöneristysmateriaali) ovat muuttuneet (Raksystems, 2021.). Vanhemmissa rakennuksissa on voitu käyttää lämmöneristeenä sahanpurua sekä kutterilastua, mutta rakentamisalueesta riippuen on voitu käyttää myös esimerkiksi turvepehkuu, sammalta, olkia tai ruokoja. Rakenteen ja rakennuksen ikääntyessä vaurioita alkaa ilmetä. Vauriot aiheutuvat mm. rakennuksen ulkopuolisen kosteudenhallinnan puutteista, materiaalien ikääntymisestä, erityisesti betonilaatan yläpuolisten vedeneristysten sekä rakenteiden alkuperäisestä toteutustavasta, kuten alapohjan alapuolisten täyttömäiden laadusta ja lämmöneristykseen materiaaleista.

Uudemmissa rakennuksissa voidaan käyttää lämmöneristeenä esimerkiksi mineraalivillaa, joka on ominaisuuksiltaan monella tapaa parempi kuin aikaisemmin käytetyt materiaalit (Buildex.techinfus.com/fi/, 2021.). Esimerkiksi sahanpuruun verrattuna mineraalivilla ei ole syttyvää materiaalia. Myös kosteudenhallinnan keinot ovat kehittyneet.

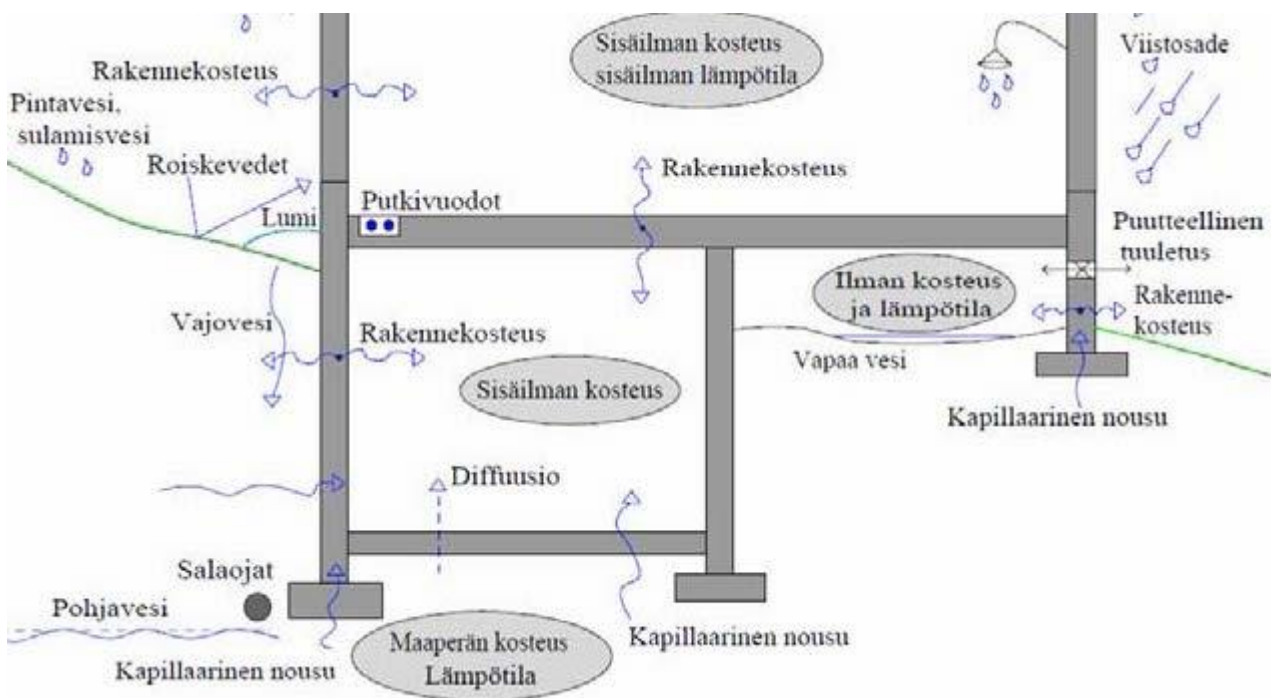
Rakenteiden vaurioitumiseen sekä ilmapuotojen esiintymiseen sisätiloihin vaikuttaa lisäksi lämmöneristekerroksen sisäpinnan höyryn- tai ilmansulkujen tiiveys (Raksystems, 2021.). Vanhempia rakennuksia tarkasteltaessa huomataan, että tiiveyteen ei ole kiinnitetty huomiota. Rakenteen sisäpinnan tiiveyden puutteet lisäävät rakenteen kosteusrasitusta sekä riskiä ilmapuotojen mukana sisäilmaan kulkeutuvista epäpuhtauksista ja hajuista.

Nykymääräysten mukaisen märkätilan tekninen käyttöikä on noin 30-vuotta (Raksystems, 2019.). Märkätilojen tekniseen käyttöikään vaikuttaa todella paljon materiaalivalinnat. Kylpyhuoneisiin on tullut asentaa vuoden 1999 jälkeen RakMK/C2-määräysten mukainen vedeneristys. Ennen on vedeneristeenä käytetty lähinnä kosteussivelyä. Sen käyttöikä oli vain 10–15 vuotta. Tämä kertoo sen, että kaikki ennen vuotta 1999 ovat tänä päivänä jo elinkaarensa päässä.

## 2.4 Kosteusriskit ja niiden hallinta

Kosteus- ja mikrobivauriot voivat olla ihmisen terveydelle vaarallisia ja ne voivat vaurioittaa rakenteita pysyvästi (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020k.). Ongelman luonteesta, laajuudesta ja vakavuudesta riippuen käytetään ilmaisia kosteus-, mikrobi-, home- ja lahovika tai -vaurio. Perustusten ja alapohjanrakenteiden tyypillisiä kosteusvaurioiden aiheuttajia ovat sadevedet, maaperänkosteus, kondensoituminen, kylmäsilat sekä vesivuodot rakennukset sisältä tai putkistosta. Alapohjan alla on usein homeen kasvulle otolliset olosuhteet.

Alapohjarakenteen ilmatiiviys tulee varmistaa (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020c). Tiivis rakenne estää homeiden, mikrobien sekä radonin pääsyn sisäilmaan. Liitokset sekä läpivientikohtien tiivistäminen tulee tehdä huolella. Kuvio 1 havainnollistaa rakennuksen kosteuslähteitä.



Kuvio 1. Rakennuksen kosteuslähteet (Kosteudenhallinta.fi, 2020).

Riskienhallintaprosessin avulla tunnistetaan kaikki epävarmat alueet kosteudenhallinnan kannalta ja myös rakenteissa usein toistuvat riskit (Rakentamisen kosteudenhallinta,

2020h.). Riskienhallintaprosessin avulla myös määritetään riskien torjunnan vastatoimet. Kuviossa 1 havainnoidaan riskienhallintaa.

Kosteusriskien hallintaprosessi koostuu kolmesta eri vaiheesta:

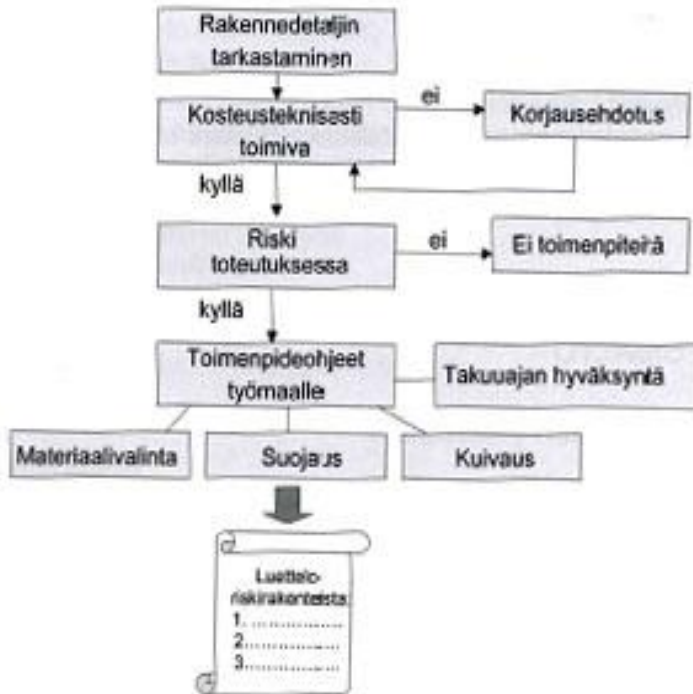
Ensimmäinen vaihe on kosteusriskien tunnistaminen (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020h.). Tässä vaiheessa tunnistetaan sekä etsitään kosteusteknisesti kaikki ongelmalliset rakennedetaljit sekä rakenteet. Arvioinnin apuna voidaan käyttää Kuivaketju10-toimintamallin riskirakenteita. Mahdollisuuksien mukaan pyritään tunnistamaan kosteustekniset, erityistä huomiota vaativat rakenteet. Näitä ovat esimerkiksi monimuotoinen julkisivu, vesikattorakenteiden liitokset ja tasoerot, sekä myös rakennuksen vaipan läpiviennit.

Kun kosteusriskit on saatu tunnistettua, on tärkeää kartoittaa tunnistetuiden riskien syyt sekä niiden seuraukset (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020h.). Eri syihin voidaan varautua erilaisilla, mutta niihin sopivimmilla toimilla. Tunnistamalla kosteusriskien seuraukset, pystytään siten määrittelemään kosteusriskin vakavuus. Kaikkien kosteusriskien toteutumista ei kuitenkaan pystytä ennaltaehkäisemään. Vakavimmat kosteusriskit pyritään torjua ja pienempiin kosteusriskeihin sekä niiden mahdollisiin seurauksiin pyritään varautumaan.

Toisena vaiheena kosteusriskien hallintaprosessissa on kosteusriskien arviointi (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020h.). Kosteusriskit tässä vaiheessa luokitellaan sen mukaan, kuinka hyvin rakenteet kestävät tulevaa kosteusrasitusta ja kuinka paljon ne loppujen lopuksi altistuvat kosteusrasitukselle. Jokaiselle tunnistetulle kosteusriskille arvioidaan sen seurauksien toteutuminen sekä sen todennäköisyys. Olosuhteita parantamalla tai paremmin kosteutta kestäviä materiaaleja käyttämällä kosteusriski saadaan pienennettyä.

Kolmantena sekä viimeisenä vaiheena on kosteusriskien torjunta ja riskeihin varautuminen (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020h.). Ensisijaisesti jokaiset riskit pyritään ennaltaehkäisemään. Mikäli kuitenkin riskiä ei saada kokonaan poistettua, aletaan miettiä miten toimitaan, jos riski tulee toistumaan. Jokaista kosteusriskiä ei voida poistaa, mutta riskien toteutumistodennäköisyyttä ja niiden vaikutuksia voidaan kuitenkin

pienentää keinoilla, mitä arvioinnin aikana saadaan selville. Jokainen toimenpide kohdistetaan niihin rakennusosiin ja niihin rakenteisiin, joissa vaurioitumisriski on kaikista suurin.



Kuvio 2. Kosteusriskien hallinta (Kosteudenhallinta.fi, 2020).

## 2.5 Kosteudenhallinnan huomioiminen aikataulussa

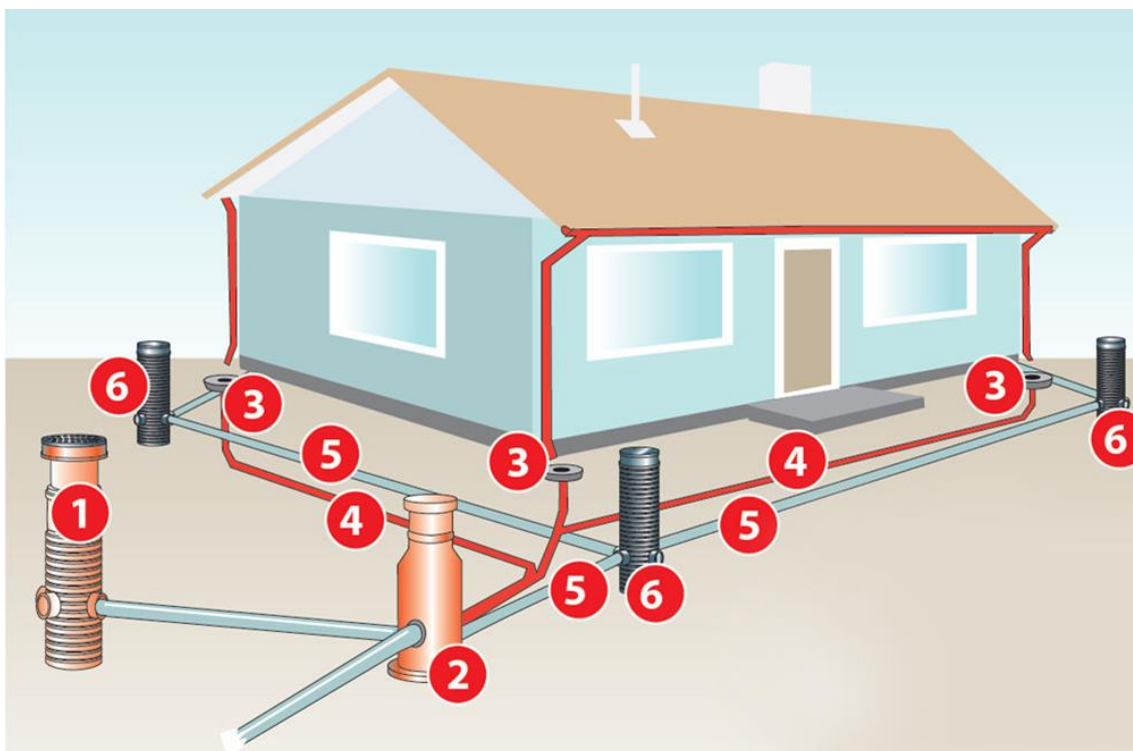
Hankkeissa on varattu aikaa rakenteiden kuivamiselle (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020i.). Rakenteiden kuivumisen kannalta tärkeitä ovat: rakennusvaipan lämmönpitävyys ja vesikaton valmistuminen vedenpitäväksi, lämmitysjärjestelmän käyttöönotto ja ilmanvaihto rakennuksessa. Rakenteiden kuivumisaikaan vaikuttaa työn aloitusajankohta.

Aikataulussa on otettava huomioon kaikki toimenpiteet, jotka vaikuttavat rakenteiden kuivumisaika-arvioon (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020i.). Aikataulussa on myös otettava huomioon valu- ja tasoitetyöt, sillä niistä muodostuu kosteutta rakennuksen rakenteisiin. Seinien tasoittaminen pitää ilman suhteellista kosteutta korkeamana, jolloin rakenteiden kuivuminen hidastuu. Kuivumisaika-arvio antaa teoreettisen ajankohdan, jolloin kosteusmittauksien ottaminen kannattaa aloittaa.

### 3 KOSTEUDENHALLINTA RAKENTAMISESSA

#### 3.1 Salaojat

Salaojat auttavat johdattamaan rakennuksien lähellä olevaa liikkuvaa vettä hallitusti pois, jotta vesi ei haitallisesti pääse rakenteisiin eikä tiloihin (Sisäilmäyhdistys, i.a.-c). Nykyään salaojitus tehdään aina. Tämän yhteyteen on aina rakennettava kapillaarikatko, joka estää veden nousun rakenteisiin saakka. Salaojitus pääsääntöisesti sijoitetaan aina rakennuksen ulkopuolelle. Sijoituspaikat salaojille on aina perusmuurianturan alimman tason alapuolella ja sen anturan alle tehdään kapillaarisen nousun katkaiseva salaojituskerros. Tätä pitkin maassa liikkuva vesi johdatetaan salaojiin. Kapillaarikatkokerroksessa salaojiin vesi saadaan kallistamalla perusmaan pintoja. Näin perusvesi kulkeutuu painovoimaisesti paikasta A paikkaan B.



Kuvio 3. Salaojat ja sadevesijärjestelmä – rakenneleikkaus (Suomela.fi, 2016).

Kuviossa 3 olevat numeroidut osat ovat:

1. Sadevesikaivo

2. Perusvesikaivo
3. Rännikaivo
4. Sadevesiviemäri
5. Salaojaputket
6. Salaojakaivo

Piha on rakennettava kallistumaan sopivaan paikkaan asennettua sadevesikaivoa (1) kohti (Suomela.fi, 2016.). Sadevesikaivoon kerääntyvä vesi viemäroidään suoraan perusvesikaivoon. Salaojan ja sadevesiviemärin johtamat vedet kootaan perusvesikaivoon (2), josta ne kulkevat edelleen joko kunnalliseen sadevesiviemäriin tai läheiseen avo-ojaan tai imeytetään esimerkiksi kivipesän kautta tontin maaperään. Putkiston huoltoa ja huuhtelua varten tarvitaan salaojakaivoja (6) putken joka toiseen mutkakohtaan ja rakennuksen nurkkakohtiin.

Myös salaojia huolletaan ja niiden huoltoa ennakoidaan. Se on kuitenkin yksi tärkeimmistä järjestelmistä kiinteistössä (Ihonen, 2017.). Salaojat tulee huoltaa vähintään 10 vuoden välein kuvaamalla ja tarvittaessa myös huuhtelemalla. Salaojien huoltovastuu kuuluu kyseisen kiinteistön omistajalle tai sen edustajalle. Monesti salaojia tullaan tarkastelemaan tai huoltamaan vasta silloin, kun niiden toiminnassa epäillään olevan jotakin vikaa. Tarkastaminen salaojille mielletään hyvin usein välttämättömäksi pahaksi ja se toteutetaan monesti siten, että muihin rakennuksen perustan kuivana pidon kannalta oleellisempiin asioihin ei kiinnitetä niin paljoa huomiota.

### **3.2 Perustukset**

Perustukset ja alapohjarakenteet ovat rakennuksesta eniten kosteusrasitetut rakenneosat (Sisäilmäyhdistys, i.a.-a). Maaperässä oleva kosteus on koko ajan rasitteena rakennukselle. Pohjavedenpinta rakennuksien alla vaihtelee aina. Rakennuksen alle tehdään kapillaarikatkolla erilaisia rakennekerroksia estämään kosteuden nousua rakenteisiin. Rakenteita rasittaa ulkopuolelta tulevat sadevedet, jolloin perustuksissa kosteudeneristys on tärkeässä osassa. Myös kapillaarikatkokerrokset auttavat perustuksien kuivempana pysymiseen.

Perustuksissa kosteudeneristys tarkoittaa eristystä, joka estää kosteuden siirtymisen rakenteeseen (Katepal, 2020.). Kosteuden eristys toimii sellaisissa rakenteissa, joissa on rasitusta vain maankosteuden takia. Vedenpaine rasittaa kosteudeneristystä liikaa ja ajan kanssa eristys heikkenee. Perustuksille on tärkeää kapillaarikatko ja pintamaan riittävä kaltevuus rakennuksesta pois päin, jotta vedenpainetilanteita ei synny.

Perustus- ja alapohjarakenteiden mahdollisten kosteusvaurioiden syitä ovat maaperän kosteus ja pohjaveden korkea pinnan taso (Sisäilmayhdistys, i.a.-a). Kalliopohjissa tai muissa tiiviissä maaperässä voi jäädä kosteutta syvänteisiin. Perustuksille on tärkeää ympärillä olevan maan oikea kallistus, jotta vesi kulkeutuu rakennuksesta pois päin.

### 3.3 Runkotyöt

Yksi tärkeimmistä rakennuksen rakenteista on runko sekä siihen liittyvät jäykistyvät rakenteet (Sisäilmayhdistys, i.a.-b). Runkotyöt, jotka on tehty ammattitaitoisesti, vaikuttavat oleellisesti talon kestävyYTEEN. Rungon tehtävänä on pitää rakennus pystyssä sen koko elinkaaren ajan sekä taata rakennuksen turvallisuus sen omalta osaltaan. Rakennustyöt rungolle toteutetaan suunnittelijan piirtämien kuvien perusteella tukineen ja jäykisteineen. Kosteudenhallintaa ajatellen huonosti toteutetut rakenteet saavat liikaa kosteutta, jonka vuoksi ne vaurioituvat. Kosteusvaurioita voi silti syntyä käytönaikana sekä ulko- että sisäseinässä. Vaurioita aiheuttava tekijä on usein korjattavissa varsin pienillä toimenpiteillä. Usein seinän vaurioituminen on jo ehtinyt tapahtua ennen kuin toimenpiteisiin ryhdytään. Jos viat tai puutteet havaitaan riittävän aikaisessa vaiheessa pian rakenteiden valmistumisen jälkeen, saatetaan pienillä toimenpiteillä korjata koko ongelma.

Ulkoseinässä ilmenevät kosteusvauriot aiheutuvat pääosin ulkoa seinärakenteeseen tunkeutuneesta kosteudesta (Sisäilmayhdistys, i.a.-b). Kosteusvauriot seinärakenteisiin voivat syntyä myös sisätilojen kautta, esimerkiksi vesivahinko. Nämä ovat kuitenkin harvinaisempia. Lattiarakenteiden sisään tai jopa niiden alapuolelle ulottuvat puuseinien alaosat ovat vaurioalttiimpia ratkaisuja. Kosteuden on mahdollista päästä seiniin joko maaperästä tai katoilta. Viistosade voi tunkeutua seinien pintaverhosten läpi ja ikkunapellitysten sekä seinän liitoskohtien läpi.

Sisäilmayhdistyksen (i.a.-b) mukaan runkotöiden riskikohtia ovat:

- Seinärakenteesta puuttuva tuuletusrako
- Tuuletusaukkojen puuttuminen ilmaraon ala- tai yläosasta heikentää tuuletusta ja hidastaa rakenteeseen joutuneen kosteuden poistumista
- Liian matala sokkeli
- Seinän alaosassa oleva valesokkeli estää seinään tunkeutuneen veden poistumisen. Jos valesokkelia ei tuuleteta, muodostaa se talviaikana kylmän pinnan, johon alapohjasta tai ryömintätilasta tunkeutunut kosteus voi tiivistyä
- Liian lyhyt räystääs ja räystääsvuodot
- Ilmavuodot rakenteen läpi ulkoa sisälle
- Seinän ulkoverhous vuotaa viistosateesta tai räystäältä valuvasta vedestä
  - vuoto julkisivun liitoskohdista
  - vuotavat ikkunapellit
  - tuulensuojamateriaali ei estä veden tunkeutumista seinän sisäosiin
  - vuodot välipohjien liittymistä.

### 3.4 Vesikaton vedeneristys

Kaikille yläpohjille sekä vesikatoille on tyypillisiä rakenneratkaisuista riippumattomia kosteuskriittisiä kohtia ja ne tulee huomioida (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020d).

**Suojauksesta huolehtiminen:** Vesikattorakenteita ei saa päästää kastumaan työn aikana, sillä kosteus poistuu kattorakenteista hitaasti. Sääsuojaossa yläpohja tai yläpohjan rakenne on mahdollista valmistaa valmiiksi jo maassa, josta sen voi nostaa sille kuuluvalla paikalle. Yläpohjaan myös kuuluu lämmöneristeet, mutta ne on mahdollista asentaa vasta kuivalle pinnalle. Lisäkosteus, joka aiheutuu itse rakentamisesta, poistetaan tarvittaessa koneellisesti tai tuuletuksen avulla.

**Läpiviennit, liitokset sekä saumat:** Tässä huolehditaan aluskatteen yhtenäisyydestä. Harjat sekä läpiviennit tarvitsevat erityistä huolellisuutta aluskatteen osalta. Lämmöneristeen oikea määrä varmistetaan putkien alla ja niiden läheisyydessä.

**Veden lammikoitumisen estäminen:** Sadevedenpoiston toimivuutta tarkkaillaan ja seurataan niin rakentamisen kuin sen käytönkin aikana. Asianmukaisista vedeneristyksistä huolimatta kattokaivojen tukkeutumisesta aiheutuva vedenkertyminen ja lammikoituminen voi aiheuttaa kosteusvaurioita. Kaikki kallistukset on tehtävä suunnitelmien mukaan.

Rakentamisen kosteudenhallinnan (2020) mukaan tuulettuvan yläpohjan kosteusriskikohtia:

1. Kosteuden tiivistyminen rakenteisiin.
2. Yläpohjan läpi tuleva kostea ilma.
3. Sadeveden ja lumen pääsy rakenteisiin.

### 3.5 Ilman/höyryn sulku

Ilmansulun on tarkoitus varmistaa, että rakenne on ilmatiivis, mutta vesihöyryä läpäisevä. Pääasiassa ilmansulku valmistetaan paperista tai pahvista (Ekoeriste, i.a.). Kun rakenteesta halutaan hengittävä eli kosteutta vastaanottava ja luovuttava, käytetään ilmansulkua. Esimerkiksi hirsitaloissa käytetään usein hengittäviä ilmansulkuja ja lämmöneristeitä.

Ilmansulku asennetaan talon sisäpuolelle, eli eristeiden lämpöisemmälle puolelle (Ekoeriste, i.a.). Se kannattaa sijoittaa koolauksen eli seinän pintaosan kantavan rakenneosan verran lämpimän puolen seinän sisään, jottei siihen tulisi joka kerta reikiä, esimerkiksi kun seinään kiinnitetään tauluja. Tämä koskee niin uuden kuin vanhankin talon lisäeristämistä.

Höyrynsulun on tarkoitus varmistaa, ettei kostea ja lämmin ilma talossa tunkeudu katon tai seinien eristeisiin (Ekoeriste, i.a.). Höyrynsulku on pääasiallisesti muovista valmistettu, ilmatiivis ja vesihöyryä läpäisemätön kerros. Höyrynsulkua käytetään esimerkiksi lasi- tai kivillä eristeiden kanssa, koska eristemateriaali ei pysty käsittelemään kosteutta. Höyrynsulku asennetaan talon sisäpuolelle.

Sekä ilman- että höyrynsulun materiaali voi olla kalvo-, levy- tai betonirakenne. Yleensä ilman- ja höyrynsulkuna rakenteessa on sama ainekerros. Kalvomaiset höyrynsulut toimivat lähes aina myös ilmansulkuna.

### 3.6 Märkätilat

Märkätila tarkoittaa huonetilaa, jossa lattiapinta joutuu tilan käyttötarkoituksen vuoksi vedelle tai muulle kosteudelle alttiiksi, ja jonka seinäpinnoille on mahdollista roiskua tai tiivistyä vettä (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020e.). Näitä ovat esimerkiksi kylpyhuone, suihkuhuone tai sauna. Märkätilojen vedenpoisto ja märkätilojen rakenteet on suunniteltava ja rakennettava niin, että vettä ei pääsisi siirtymään märkätilaa ympäröiviin rakenteisiin tai muihin huonetiloihin. Vedeneristystä tulee käyttää seinä- sekä lattiapinnoissa. Vedeneristyksen tulee olla tiivis jokaiselta kohdalta, mukaan luettuna pinnat, läpiviennit, saumat ja myös liitoskohdat.

Märkätiloja ympäröiviin rakenteisiin ja huonetiloihin ei vesi saa siirtyä kapillaarivirtauksena tai valua niihin (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017, 7 luku, 28 §). Valuvalle vedelle, toistuvalla roiskevedelle tai pintaan tiivistyvälle vedelle altistuvien pintojen takana olevan rakenteen on oltava täysin vedeneristettyä, jotta vesi ei pääse tilasta leviämään muualle. Märkätilan lattiapäällysteen sekä seinäpinnoitteen täytyy toimia vedeneristyksenä. Jos se ei ole mahdollista, täytyy vaihtoehtoisesti lattiassa päällysteen alla ja seinässä pinnoitteen takana oltava erillinen vedeneristys. Erilliseen WC-tilaan ja löylyhuoneeseen ei tarvitse vedeneristystä seinän pinnoitteen alle. Myös märkätilan kattopinnoitteen on kestettävä tilan käytöstä johtuen ajoittaista korkeaa ilman suhteellista kosteutta, roiskevettä ja tilapäisesti esiintyvää kosteuden tiivistymistä kattopinnoille.

Saunan alakattotila on yleensä kahden tiiviin kerroksen välissä (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020e.). Tällöin se on joko jätettävä avoimeksi pesuhuoneen alakattotilaan tai järjestää jonkunlainen tuuletus kuivaan sisätilaan. Kylmävesiputket, jotka sijaitsevat alakattotilassa on lämmöneristettävä diffuusiotiiviillä lämmöneristeellä kondenssihaittojen välttämiseksi.

Seinärakenteet ovat mahdollista tehdä märkätiloihin kivi- tai levyrakenteisina (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020e.). Jos seinärakenteet toteutetaan levyrakenteisena, ei seinän alaranka saa jäädä betonivalun sisään. Rakenteen liikkumattomuuteen tulee kiinnittää huomiota, jottei sen liikkeitä aiheuta repeämiä vedeneristeessä. Rakenne ja sen jäykkyys toteutetaan siten, että lämpö- ja kosteusliikkeet eivät vaurioita pintarakenteita tai tilan vedeneristystä.

Märkätilan lattian kaltevuuden on mahdollistettava veden valuminen lattiakaivoon (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017, 7 luku, 28 §). Lattiakaivon ja vedeneristyksen liitoksen on oltava tiivis, jotta vesi ei valuisi tilasta pois.

Lattian kaltevuuden on oltava vähintään 1:100 ja suihkualueella 0,5 m:n säteellä lattiakaivosta 1:50 (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020e.). Märkätilan kynnyks ja lattiakaivo suunnitellaan niin, ettei vesi valu muihin tiloihin. Joissakin tilanteissa tavoitekaltevuudesta voidaan poiketa esimerkiksi wc-istuimen ja pyykinpesukoneen kohdalla. Suunnittelussa on myös huomioitava maanvaraisen betonilaattojen sekä alustastaan irti olevien pintabetonilaattojen nurkkien käyristyminen. Se täytyy ottaa niin suunnittelussa kuin toteutuksessa huomioon, ettei muodonmuutoksista aiheutuvat rasitukset vahingoita vedeneristystä.

### **3.7 Työmaan suojaukset ja materiaalien varastointi**

Kaikki rakennustuotteet sekä keskeneräiset rakennusosat suojataan kosteudelta niin, että niihin ei pääse kulkeutumaan haittaa aiheuttavaa määrää kosteutta tai epäpuhtauksia (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020j.). Suojauksen tarve määritetään rakenteiden kosteudenkestävyyden sekä rakennusosiin kohdistuvan kosteusrasituksen perusteella. Rakennussuunnittelija yhdessä pääsuunnittelijan kanssa vastaa siitä, että rakennusosat suunnitellaan kestäväksi rakennusajan kosteusrasitus. He määrittävät rakennusosille rakennuskohtaiset suojavaatimukset asennusolosuhteet huomioon ottaen. Lisäksi he perehdyttävät työmaan vastuuhenkilöt sovittuun kosteudenhallintatoimintamalliin.

Sääsuojaus valitaan tapauskohtaisesti (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020j.). Voidaan valita, hyödynnetäänkö koko rakennuksen kattavaa sääsuojaa, osan kohteesta peittävää sääsuojaa aina työmaan vaihe kerrallaan tai suojataanko kosteusherkät rakennusosat ja materiaalit paikallisesti. Paikalliseen suojaukseen esimerkiksi yksittäisen työvaiheen ajaksi käytetään erilaisia erikseen rakennettavia suojarakenteita sekä suojapeitteitä. Pysyvien sääsuojien suunnittelussa otetaan huomioon tuuletustarve. Suojan alle voi muodostua kosteudelle otolliset olosuhteet kohonneen ilmakehän kosteuden ja lämpötilan takia. Suunnittelussa huomioidaan myös materiaalien siirrot suojan alle.

Työmaan yleisestä suojauksesta yleensä vastaa päätoteuttaja (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020j.). Muut urakoitsija huolehtivat oman työvaiheensa aikana, että noudatetaan suojausohjeita muun muassa keskeneräisen työn suojauksessa ja että suojaukset pysyvät ehjinä. Suojauksissa tulee huomioida työmenetelmä ja työ tulee suunnitella niin, että rakennusosat ja materiaalit ovat aina suojattavissa.

Rakentamisen kosteudenhallinnan (2020) mukaan suojauksina voidaan käyttää:

- suojapeitteitä
- julkisivusuojia
- sääsuojia
- rakennuksen omaa vaippaa, julkisivua ja vesikattoa
- materiaalit tilataan mahdollisuuksien mukaan niin, ettei niitä tarvitse pitkäaikaisesti varastoida
- materiaaleja ei koskaan varastoida suoraan maa- tai lattiakosketuksessa vaan tukevalla ylös nostetulla tukipuilla tai lavalla, niin ettei alustalle pääse kerääntymään vettä.

### 3.8 Kosteuden siirtyminen ja poistuminen

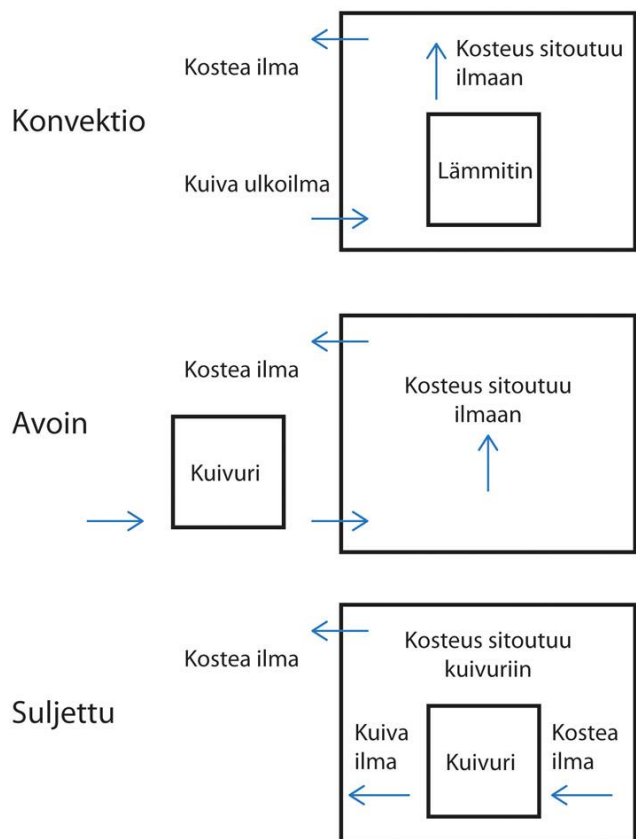
Rakenteissa kuivuminen tapahtuu fysikaalisten kosteudensiirtymisilmiöiden vaikutuksesta (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020f.). Kosteus voi siirtyä rakenteesta pois kapillaarisesti, diffuusiolla, painovoimaisesti tai kosteuskonvektiolla. Rakenteiden kuivamisessa menetelmät ovat useimmiten luonnollinen kuivaminen, lämpötilan nostaminen, lämpötilaeron luominen, riittävä ilmanvaihto ja koneellinen kuivaus koneellisesti.

Kosteuden poistumiseen rakenteesta vaikuttaa lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020f.). Ilman suhteellisen kosteuden pitää olla riittävän alhainen, jotta rakennuksessa oleva ilman pystyy ottamaan vastaan kosteutta ja siirtämään sitä kautta kosteutta ulos rakennuksesta. Kuivamisnopeuteen vaikuttaa rakenteissa käytetyt materiaalit, joissa on erilaisia kosteudensiirto-ominaisuuksia.

### 3.9 Kuivatus

Kuivatuksen tarkoitus on poistaa rakenteesta mahdollisimman paljon kosteutta (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020g.). Rakenteissa voi käyttää lisälämmittämiä kuivauksen edistämiseksi, mutta se vaatii riittävän ilmanvaihdon. Kuivatusprosessi koostuu kolmesta tekijästä: ilman suhteellisen kosteuden alentamisesta, rakenteessa lämpötilan nostamisesta sekä ilman liikkumisesta rakenteiden pinnoilla. Lämpötilan nostaminen on paras tapa saada rakennus kuivamaan nopeammin. Sisäilman lämpötilan nostamisella saadaan RH laskemaan ja samalla rakenteiden lämpötila nousee. Rakenteita kuivattaessa sisäilman lämpötilan tulisi olla vähintään +20 celsiusastetta ja ilman RH 50 %.

Jotta kuivattavan tilan ilma ja sen suhteellinen kosteus saataisiin pidettyä mahdollisen alhaisena, on tähän kaksi vaihtoehtoa: avoin järjestelmä ja suljettu järjestelmä (Rakentamisen kosteudenhallinta, 2020g.). Avoin järjestelmä toteuttaa jatkuvaa konvektiota. Osastoidussa tilassa lämmitetään ilmaa ja tilaan laitetaan hallittu ilmanvaihto. Ilmanvaihto toteutetaan pienistä aukoista esimerkiksi varausaukoista. Ikkunoiden ja parvekeovien kautta ilmaa vaihtuu liikaa. Avoin järjestelmä soveltuu tiloihin, joissa on epäpuhtauksia ilmassa. Avoin järjestelmä sopii parhaiten kylmiin vuodenaikoihin, jolloin ulkona ilmankosteus on pienempi. Suljetussa järjestelmässä sidotaan ilmankosteutta kuivattavasta tilasta ilmankuivaajien avulla. Kuivattava tila tehdään tiiviiksi, jotta kosteutta ei kerääntyisi ulkoilmasta. Ilmankuivaimen tehoista riippuen käytetään riittävää lämpötilaa, jotta ilmankosteus saadaan alhaisemmaksi. Kosteudenpoistosta tuleva vesi ohjataan säiliöön tai suoraan rakennuksen viemäriin. Suljettua järjestelmää käytetään, kun ulkoilman suhteellinen kosteus ei sovellu kuivaamiseen avoimella järjestelmällä. Suljettu järjestelmä sopii parhaiten kesän ja alkusyksyn kuivatuksiin, kun ulkoilmassa on suuri kosteusprosentti. Kuviossa 4 on havainnollistettu, kuinka kuivatus tapahtuu.



Kuvio 4. Kuivatus (Kosteudenhallinta.fi, 2020).

## 4 KUIVAKETJU10

### 4.1 Kuivaketju10 yleisesti

Kuivaketju10 on itse rakennusprosessin kosteudenhallinnan toimintamalli, jolla vähennetään kosteusvaurioiden riskiä rakennuksen koko elinkaaren ajan (Kuivaketju10, i.a.). Kosteusriskien hallinta perustuu ketjuun, jossa siihen liittyvät riskit torjutaan kaikissa sen vaiheissa ja torjunnan onnistuminen todetaan luotettavalla tavalla. Kuivaketju10 on siis kokonaisvaltainen toimintamalli, jonka avulla pyritään estämään kosteusvaurioiden syntymistä kaikissa rakennusprosessin eri vaiheissa.

### 4.2 Suunnitteluvaihe

Kuivaketju10 kuuluu kaksi erilaista vaihetta ennen sen käyttöönottoa, ja ensimmäinen niistä on sen suunnitteluvaihe (Kuivaketju10, i.a.). Suunnitteluvaiheessa tehdään Kuivaketju10-riskilista ja sen todentamishoje. Riskilistaan valitaan kymmenen keskeisintä kosteusriskiä, mitä yleisesti suomalaisessa rakentamisessa esiintyy. Käydään läpi keskeisimmät kosteusriskit sekä myös ne toimenpiteet, joilla kyseiset riskit voitaisiin välttää. Todentamishoje on tärkeä työkalu Kuivaketju10:ssä. Siinä esitetään, miten riskilistaan laitettut riskit tulee torjua jo suunnitteluvaiheessa sekä työmaavaiheessa. Riskilista on hyvä ottaa huomioon jo suunnittelu vaiheessa ja kuviosta 5 löytyy riskilistan 10 kohtaa.



Kuvio 5. Kuivaketju10:n riskilista (Kuivaketju10.fi).

Keitä sitten suunnitteluvaiheessa itsessään Kuivaketju10-toimintamalli koskee? Se koskee arkkitehti-, rakenne-, LVI-, sähkö- ja automaatio suunnittelijoita (Kuivaketju10, i.a.). Suunnitteluvaiheessa käydään ensin läpi riskilistan sekä todentamisohjeen ja tarkentavat siten niiden sisällön hankkeen erityispiirteisiin. Riskilistoistahan ei saa poistaa mitään kohtaa paitsi siinä vaiheessa, jos kyseistä kohtaa ei ole rakennettavassa hankkeessa/kohteessa lainkaan. Vaikka listalta ei olisikaan poistettu mitään, lopullinen riskilista kuitenkin muodostetaan arviointityön pohjalta ja hyväksytetään se yhdessä kosteuskoordinaattorin kanssa.

### 4.3 Toteutusvaihe

Kuivaketju10:n noudattamisesta huolehtii pääurakoitsija (Kuivaketju10, i.a.). Pääurakoitsijan vastuulla on antaa perehdytys kaikille työntekijöille Kuivaketju10 liittyen. Perehdytyksessä täytyy käydä läpi työntekijöiden kanssa vähintään toimintamallin peruseriaatteet ja todentamisohjeessa olevan Urakoitsijan tarkistuslista. Jotta onnistunut toteutus olisi mahdollinen, on työntekijöiden hyvä tuntea työvaiheet.

Suunnittelijoiden tarkentama todentamisohje sisältää Urakoitsijan tarkistuslistan, jossa riskejä sisältävät työvaiheet esitetään ja joiden onnistunut toteutus täytyy todentaa sekä dokumentoida (Kuivaketju10, i.a.). Urakoitsijan päätehtävä Kuivaketju10:ssä on todentaa tarkistuslistan mukaisesti työvaiheiden onnistuminen. Dokumentointivelvoitteen avulla varmistetaan, että todentaminen tehdään määrätyllä tavalla ja oikeaan aikaan.

Kokonaisvastuu todentamisesta täytyy määrittää yhdelle tietylle henkilölle (Kuivaketju10, i.a.). Kyseinen henkilö hyväksytetään kosteuskoordinaattorin kautta. Jotta henkilö voisi tulla valituksi tähän työhön, täytyy hänellä olla riittävästi resursseja tehtävän hoitamiseen. Pääurakoitsijan puolelta valittu henkilö on vastuussa siitä, että työvaiheet onnistuvat tarkistuslistan mukaisesti.

Edellisessä kappaleessa mainittu kosteuskoordinaattori eli kosteudenhallintakoordinaattori on tilaajan hankkeeseen valitsema suunnittelijoista ja urakoitsijoista riippumaton asiantuntijataho (Kuivaketju10, i.a.). Kosteudenhallintakoordinaattori täytyy palkata tilaajaorganisaation ulkopuolelta, jos hankkeessa tilaaja ja urakoitsija ovat sama toimija. Koordinaattorin päätehtäviin kuuluu valvoa ja ohjata Kuivaketju10:n toteutumista koko rakennusprosessin ajan. Jotta tämä onnistuisi, tulee kosteudenhallintakoordinaattorin tuntea käytettävä Kuivaketju10-toimintamalli sekä hänellä täytyy olla riittävä koulutus ja kokemus tämän kyseisen tehtävän suorittamiseen.

#### **4.4 Käyttöönotto ja käyttö**

Käyttöönotto jakaantuu Kuivaketju10:ssä kahteen eri vaiheeseen (Kuivaketju10, i.a.). Ensimmäisessä vaiheessa tehtävät ovat samat kuin työmaatoteutuksessa. Tärkein tehtävä pääurakoitsijalle on todentaa ja dokumentoida riskejä sisältävien työvaiheiden onnistunut toteutus todentamisohjeessa olevan Urakoitsijan tarkistuslistan mukaisesti. Lista sisältää käyttöönottovaiheeseen liittyviä riskikohtia.

Toisessa vaiheessa arvioidaan, kuinka hyvin toimintamallin toteutuksessa on onnistuttu hankkeen aikana (Kuivaketju10, i.a.). Arviointi perustuu koordinaattorin seurantaan ja raportointiin koko hankkeen ajalta sekä Urakoitsijan tarkistuslistan mukaiseen dokumentointiin.

Loppuyhteenvetona muodostetaan raportti, jossa käsitellään toimintamallin onnistumista ja mahdollisia eriävyyksiä riskikohtien suunnitelmien ja toteutusten välillä (Kuivaketju10, i.a.). Korjaamattomat poikkeamat pitää pystyä perustelemaan merkitsemättömiksi tai esittää seuranta-toimenpiteet käytön aikana. Loppuraportin hyväksyvät tilaaja, kosteuskoordinaattori, suunnittelijat ja urakoitsija.

Kuivaketju10:ssä on määritelty vaatimuksia myös rakennuksen ylläpidolle sen koko elinkaaren ajalle, jotta se säilyy kuivana ja terveellisenä (Kuivaketju10, i.a.). Vaatimusten täyttämiseksi kosteuskoordinaattori yhdessä suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa laativat rakennuksen huoltokirjaan Kuivaketju10-osion. Siihen sisällytetään Kuivaketju10-riskilistan riskikohdat, joihin liittyy käytönaikaisia ylläpitotoimenpiteitä.

Tähän osioon sisällytetään tarkastukset ja huollot sekä kunnossapitojaksot toimenpiteineen (Kuivaketju10, i.a.). Osioon pitää sisällyttää myös materiaalivalmistajan antamat ohjeistukset ylläpidosta. Merkittävien toimenpiteiden yhteydessä on esitettävä dokumentointiohjeistus samaan tapaan kuin todentamisohjeen Urakoitsijan tarkistuslistassa.

## 5 YHTEENVETO

Kosteudenhallinnan suunnitteluvaiheessa luodaan hankkeen puitteet ja tavoitteet. Suunnitteluvaiheessa rakenteiden kuivattamiselle täytyy varata riittävästi aikaa, jotta aikataulussa pysyminen olisi mahdollista. Kuivumisaikaan vaikuttavat olosuhteet työmaalla sekä rakenneratkaisut. Kuivumisaika-arvion tekemiseen on saatavilla apuvälineitä. Suunnitteluun kuuluu myös materiaalien valinta ja niiden suojaaminen työmaalla. Suojauksien käyttö on etukäteen suunniteltua, jotta ylimääräisiltä kosteusvaurioilta vältytään.

Kosteudenhallintaan täytyy tulevaisuudessa kiinnittää entistä enemmän huomiota. Tämänhetkiset tiedot ilmastonmuutoksesta kertovat, että keskilämpötila tulee nousemaan ja sademäärät tulevat kasvamaan. Ilman kosteuspitoisuus nousee ja se vaikuttaa materiaalien käyttäytymiseen.

Kuivaketju10 on loistava apuväline kosteusvaurioiden ehkäisemiseen rakennusprosessin eri vaiheissa. Kuivaketju10 yhdistää kosteudenhallinnan sisäiset asiat yhteen ja auttaa luomaan kokonaiskuvan. Se toimii kuin tarkastuslistana, jotta mikään kosteusriski ei jäisi huomaamatta.

Opinnäytetyö kokonaisuudessaan oli tämän työn tekijän mielestä onnistunut aiheen laajuuteen nähden. Haastattelut eri tahoilta olisi voinut tuoda esimerkki tilanteita teorian tueksi ja näin olisi saatu vielä syvyyttä työhön. Lähteet, joita opinnäytetyössä on käytetty, ovat tämän työn tekijän mielestä luotettavia ja asiakeskeisiä.

## 6 LÄHTEET

- A-insinöörit. (i.a.). *Kosteudenhallinta*. <https://www.ains.fi/palvelut/muut-asiantuntijapalvelut/kosteudenhallinta>
- Buildex.techinfus.com/fi/. (2021). *Mineraalivillan tyypit ja ominaisuudet: kuinka valita oikea eristys ja äänieristys*. <https://buildex.techinfus.com/fi/uteplenie/minvata-razmery.html>
- Drainman. (2017). *Rakennuksen kosteudenhallinta*. <https://drainman.fi/rakennuksen-kosteudenhallinta/>
- Ekoeriste. (i.a.). *Mikä ilmansulku on? Mikä höyrynsulku on?* <https://ekoeriste.com/ilmansulkujen-asennus/>
- Katepal. (19.11.2020.). *Sokkelin veden- ja radoneristys*. <https://katepal.fi/sokkelin-veden-ja-radoneristys/>
- Merikallio, T. (2015). *Rakennustyömaan kosteudenhallinta*. <https://tiedostot.rakennustieto.fi/rakentajain-kalenteri/RK050502.pdf>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020a). *Kosteusmittaukset*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisvaihe/kosteusmittaukset>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020b). *Kosteudenhallinta*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020c). *Alapohjat ja perustukset*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/alapohjat>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020d). *Yläpohjat ja vesikatto*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/ylaepohjat-ja-vesikatto>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020e). *Märkätilat*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/erityistilat/maerkaetilat>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020f). *Rakenteiden Kuivuminen*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisvaihe/rakenteiden-kuivuminen>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020g). *Kuivatuksen suunnittelu ja toteutus*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimenpiteet/kuivatus/kuivatuksen-suunnittelu-ja-toteutus>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020h). *Riskienhallinta*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimenpiteet/riskit/riskien-hallinta>

- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020i). *Kuivumisajan huomioiminen aikataulussa*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimenpiteet/kuivatus/kuivumisajan-huomioiminen-aikataulussa>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020j). *Työmaasuojaus*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimenpiteet/suojaus/tyoemaan-suojaus>
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (2020k). *Maanvastaiset alapohjat*. <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakenteet/alapohjat/maanvastaiset-alapohjat>
- Raksystems. (17.12.2019). *Mitkä ovat yleisimmät märkätilojen virheet?* <https://raksystems.fi/ajankohtaista/mitka-ovat-yleisimmat-markatilojen-virheet/>
- Raksystems. (9.9.2021). *1940–80-luvun talojen alapohjarakenne on altis kosteudelle*. <https://raksystems.fi/talotohtori/1940-80-luvun-talojen-alapohjarakenne-on-altis-kosteudelle/>
- RALA Kuivaketju10. (i.a.). *Mikä on Kuivaketju10*. <http://kuivaketju10.fi/>
- RTM Rakenne Oy. (2021). *Runkotyöt*. <https://www.rtmrakenne.fi/runkotyot-2/>
- Sisäilmayhdistys ry. (i.a.-a). *Perustus ja alapohja*. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/Perustus-ja-alapohja>
- Sisäilmayhdistys ry. (i.a.-b). *Rankarakenteiset ulkoseinät*. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Ulkoseinat/Rankarakenteiset-ulko-seinat>
- Sisäilmayhdistys ry. (i.a.-c). *Salaojat*. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Salaojat>
- Suomela.fi. (21.8.2016). *Omakotitalon salaojitus ja sadevesijärjestelmä – toimintaperiaate*. <https://www.suomela.fi/salaojitus-ja-sadevesijarjestelma-periaate>
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta A 782/2017. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>