



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Annina Kallioniemi

Kuivaketju10 yhdistelmähankeessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työjohto

Mestarityö

22.1.2020

Tekijä Otsikko	Anniina Kallioniemi Kuivaketju10 yhdistelmähankeessa
Sivumäärä Aika	44 sivua + 1 liite 22.1.2020
Tutkinto	rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine	talonrakennustekniikka
Ohjaajat	vastaava työnjohtaja Mansoor Ardam, YIT Suomi Oy laboratorioinsinööri Matti Leppä
<p>Opinnäytetyössä tutkittiin Kuivaketju10-toimintamallin käytettävyyttä kosteudenhallinnan apukeinona sellaisissa rakennusprojekteissa, joissa yhdistyvät maanpäällinen ja maanalainen rakentaminen. Tällaisesta rakennusprojektista käytettiin opinnäytetyössä termiä yhdistelmähanke. Opinnäytetyössä laadittiin suunnitteluratkaisuja, jotka soveltuvat käytettäväksi yhdistelmähankeissa. Opinnäytetyön tilasi YIT Suomi Oy, joka on Suomen suurin rakennusliike.</p> <p>Opinnäytetyön aikana selvitettiin, mitä kosteus on, miten kosteus siirtyy rakenteesta toiseen sekä kuinka sitä voidaan estää aiheuttamasta vahinkoa käytettäville materiaaleille rakennusprojektin aikana. Opinnäytetyössä tutustuttiin myös Kuivaketju10:iin eli siihen, millainen toimintamalli se on, kuinka sen saa käyttöönsä rakennushankkeeseen, keitä siihen kuuluu ja mitä velvollisuuksia toimintamalli tuo mukanaan.</p> <p>Suunnitteluratkaisut laadittiin samaan tyyliin kuin Kuivaketju10:ssä on toteutettu eli taulukkomuodossa. Suunnitteluratkaisu on osa urakoitsijan sekä suunnittelijan tarkistuslistoja. Listoista käy ilmi, kuinka suunnitteluratkaisujen avulla voidaan estää kosteusvahinkojen syntyminen ja materiaalien pilaantuminen.</p> <p>Opinnäytetyössä todettiin, että yhdistelmähankeissa haasteita aiheuttavat sääolosuhteiden lisäksi maan alla olevat kalliovuodot. Työn tuloksissa esitettiin keinoja esimerkiksi estää kalliovuotoja, kuinka maan alle pääseviä sadevesiä voidaan johtaa muualle sekä kuinka suunnittelijat ja urakoitsijat voivat kehittää menetelmiä jo Kuivaketju10:n suunnitteluvaiheessa.</p> <p>Työn tuloksia voidaan käyttää Kuivaketju10-toimintamallin kehittämiseen erityisesti sellaisissa rakennusprojekteissa, jotka eroavat tavallisesta talonrakentamisesta olennaisesti. Aihetta voidaan tutkia lisää esimerkiksi toisen opinnäytetyön osalta, sillä aihetta voidaan kehittää lähes loputtomiin.</p>	
Avainsanat	kosteudenhallinta, yhdistelmähanke, maanalainen rakentaminen, maanpäällinen rakentaminen, Kuivaketju10

Author Title	Anniina Kallioniemi Kuivaketju10 in a Combination Project
Number of Pages Date	44 pages + 1 appendices 22 January 2020
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Professional Major	Building Construction
Instructors	Mansoor Ardam, Site Manager, YIT Suomi Oy Matti Leppä, Engineer
<p>The purpose of this thesis was to find out how to use Kuivaketju10 (“Dry Chain 10”) in projects which combine construction works underground and aboveground. Kuivaketju10 is an operating model which helps to manage and control humidity during the construction project. The aim of this thesis was to compose planning solutions which can be used in combination projects.</p> <p>During the thesis it was examined what humidity is and how it is transferred from one structure to another and how it can be prevented from causing damage to the materials used during the construction project. The thesis is also about Kuivaketju10, that is, how to use it in construction projects and what kind of responsibilities the operating model brings with it.</p> <p>The planning solutions are part of the contractor and designer checklists. The Checklists show how these planning solutions can prevent damages in materials made by moisture and humidity.</p> <p>The results can be used in developing the Kuivaketju10 operating model especially for the project that differs from ordinary building projects. The subject can be further researched, for example, in another thesis.</p>	
Keywords	humidity control, combination project, construction, Kuivaketju10

Sisällys

Käsitteet ja lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Kosteudenhallinta yhdistelmähankkeessa	2
2.1	Olosuhteet työmaalla	2
2.2	Kastepisteen syntyminen	3
2.3	Kosteuden siirtyminen rakenteissa	4
2.3.1	Konvektio ja diffuusio	4
2.3.2	Kapillaarisuus	5
2.3.3	Kalliovuodot ja salaojat	6
2.4	Sääsuojaus	9
2.5	Tilojen lämmitysmenetelmät	10
2.5.1	Sähkölämmitys	11
2.5.2	Nestekaasulämmitys	11
2.5.3	Polttoöljylämmitys ja kaukolämpö	12
2.6	Rakenteiden kuivattaminen ja kosteusmittaukset	14
3	Kuivaketju10	16
3.1	Pääteesit	18
3.2	Toimintaohjeet	18
3.2.1	Tilaaminen	19
3.2.2	Suunnittelu	20
3.2.3	Työmaatoteutus	22
3.2.4	Käyttöönotto	23
3.2.5	Käyttö	26
3.2.6	Rakennusvalvonta	26
3.3	Riskilista	27
3.4	Sähköinen järjestelmä	29
4	Soveltaminen yhdistelmähankkeessa	29
4.1	Vesivuodot aiheuttavat laatu- ja turvallisuusriskejä	30
4.1.1	Veden pääsy maanpinnalta maanalaisiin tiloihin tulee estää	30
4.1.2	Kalliossa olevista halkeamista tippuva vesi tulee tukkia	34
4.2	Yhdistelmähankkeeseen liittyvät tarkistuslistat	37
5	Yhteenveto	41

Käsitteet ja lyhenteet

Absoluuttinen kosteus	Kuinka monta grammaa vettä on kuutiometrissä ilmaa [Teriö & Hämäläinen 2017: 8-9].
ARK	Arkkitehtisuunnittelija.
Kastepiste	Lämpötila, jossa kyllästyskosteus saavutetaan [Teriö & Hämäläinen 2017: 8-9].
KO	Kosteudenhallintakoordinaattori.
Kondensoituminen	Tiivistyminen. Aineen olomuodon muutosprosessi. Kaasumainen aine eli kaasu tai höyry muuttuu tällöin nesteeksi. [Teriö & Hämäläinen 2017: 8-9.]
Kuivaketju10	Toimintamalli, jonka avulla pyritään estämään kosteusvaurioiden syntyminen.
Kyllästyskosteus	Absoluuttisen kosteuden yläraja. Määrittelee, paljonko vesihöyryä ilmassa voi olla kussakin lämpötilassa. [Teriö & Hämäläinen 2017: 8-9.]
LVI	LVI-suunnittelija eli lämmitys-, vesijohto- ja ilmanvaihtotekniikan suunnittelija.
RAK	Rakennesuunnittelija
RALA	Rakentamisen Laatu RALA ry. Perustettu edistämään suomalaisen rakentamisen laatua.
Suhteellinen kosteus	Montako prosenttia absoluuttinen kosteus on lämpötilan kyllästyskosteudesta [Teriö & Hämäläinen 2017: 8-9].
Sähkö	Sähkösuunnittelija.
TI	Tilaaaja eli rakennushankkeeseen ryhtyvä.
UR	Urakoitsija.
Yhdistelmähanke	Rakennushanke, jossa yhdistyvät niin maanpäällinen kuin maanalainen rakentaminen. Opinnäytetyössä käytettävä termi.

1 Johdanto

Kosteudenhallinta on aihe, joka herättää suuria tunteita niin rakentajissa, rakennuttajissa kuin rakennusten käyttäjissäkin. Ilman kosteus aiheuttaa haasteita rakennusprojektien jokaisessa vaiheessa, mutta myös siinä vaiheessa, kun rakennuksella on jo käyttäjä. Havaitut ongelmat ovat saaneet asiantuntijat kehittämään erilaisia keinoja, kuinka kosteudenhallintaa saadaan tehostettua ja minkälaisilla menetelmillä niihin pyrkimykseen päästää mahdollisimman hyvin.

Kuivaketju10 on yksi tämänkaltaisista toimintamalleista, joiden tavoite on pyrkiä estämään kosteusvaurioiden syntymistä rakennuksissa koko rakennusprosessin aikana, alusta loppuun, aina käyttövaiheeseen saakka. Kuivaketju10 on Rakentamisen Laatu RALA ry:n kehittämä ja ylläpitämä toimintamalli, jolla on useita yhteistyökumppaneita. Toimintamallin käyttö on yleistynyt pientalorakentamisen lisäksi myös toimitila- ja asuntorakentamisessa. Kuivaketju10:n toimintamalli sisältää kymmenen keskeisintä kosteusriskiä, mitä Suomessa on rakennusprojekteissa havaittu. Kun nämä kymmenen riskiä hallitaan rakennusvaiheen aikana, vältetään jopa yli 80 prosenttia kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista. [Kuivaketju10 2019.]

Kuivaketju10-toimintamalli on kuitenkin kehitetty tehostamaan maan päällä tapahtuvan rakentamisen kosteudenhallintaa. Se ei ota huomioon niitä rakennusprojekteja, joissa on tavallisesta poikkeavaa rakentamista, kuten esimerkiksi infrarakentamisessa voi olla. Tällaisia projekteja ovat esimerkiksi metroasemat, pysäköintihallit sekä muut rakennukset ja rakennelmat, jotka voivat olla osittain maan alla. Tässä opinnäytetyössä käytetään tällaisista rakennusprojekteista termiä yhdistelmähanke, sillä niissä yhdistyy sekä maanpäällinen että maanalainen rakentaminen.

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia yhdistelmähankeisiin sopivia suunnitteluratkaisuja sekä keinoja, kuinka kosteudenhallintaa saadaan nykyistä paremmin sovellettua Kuivaketju10-toimintamallin avulla. Työn tarkoitus on myös kehittää toteutuskelpoisia ratkaisuja helpottamaan rakennusprojektin kosteudenhallintaa rakennusvaiheen aikana.

Opinnäytetyön on tilannut YIT Suomi Oy. Yhdistyessään Lemminkäinen Oyj:n kanssa vuonna 2018 YIT:stä tuli Suomen selvästi suurin rakennusliike. YIT rakentaa niin infraa, asuntoja kuin toimitiloja, sekä korjaa vanhoja rakennuksia. Se toimii yhteensä 11

maassa, pohjoismaiden lisäksi myös Venäjällä, Baltiassa, Puolassa, Slovakiassa sekä Tšekissä. [YIT Oyj 2020.]

2 Kosteudenhallinta yhdistelmähankeessa

Ilmassa on aina kosteutta eli vesihöyryä. Sitä ei yleensä näe tai tunne. Lämpötila määrittää sen, kuinka paljon vesihöyryä ilmassa voi olla. Kosteuden määrää voidaan ilmaista useilla eri suureilla. [Ilman kosteus 2019.]

Suhteellinen kosteus (RH) ilmoittaa prosentuaalisesti sen, kuinka paljon ilmassa on vesihöyryä suhteessa siihen, kuinka paljon kyseisessä lämpötilassa voi vesihöyryä olla [Ilman kosteus 2019]. Toisin sanoen suhteellinen kosteus kertoo, montako prosenttia vallitsevan lämpötilan kyllästyskosteudesta on absoluuttista kosteutta [Lämpötilat ja kosteus 2020]. Suhteelliselle kosteudelle on olemassa oma yhtälönsä,

$$RH = \frac{v}{v_k} \times 100 \%,$$

jossa RH ilmoittaa suhteellisen kosteuden prosentteina, v ilman vesihöyryn määrän (g/m^3) ja v_k vesihöyryn kyllästyskosteuden (g/m^3) [Pursiainen 2018].

Kosteudenhallinta on yksi tärkeimmistä osa-alueista rakennusprojektissa. Sillä on kauaskantoisia seurauksia, mikäli sitä laiminlyödään. Yhdistelmähankeessa, jossa yhdistyvät niin maanpäällinen kuin -alainen rakentaminen, ovat erityisen haasteellisia kosteudenhallinnan kannalta. Rakennusprojektia eivät uhkaa ainoastaan Suomen sääolosuhteet, vaan myös maan alla peruskalliosta tiloihin tihkuva vesi.

2.1 Olosuhteet työmaalla

Suomen olosuhteet ovat vaihtelevat vuodenaikojen mukaan suuresti, ja ne aiheuttavat haasteita rakentamiselle. Lämpötilaero kesän ja talven välillä voi olla yli 50 astetta. Ilmankosteus on kesällä ja syksyllä korkea sekä talvella ja keväällä alhainen. [Teriö & Hämäläinen 2017: 6.]

Olenaisin asia rakentamisen olosuhteille on ilmaan sitoutuneen veden määrä eli absoluuttinen kosteus [Teriö & Hämäläinen 2017: 6]. Absoluuttinen kosteus kuvastaa ilman vesihöyrysisällön määrää, esimerkiksi vesihöyryn massan suhdetta joko kuivan tai kostean ilman kokonaistilavuuteen. Sen yksikkö on gramma per kuutiometri (g/m^3). Absoluuttisen kosteuden yläraja on kyllästyskosteus, joka määrittää sen, paljonko vesihöyryä voi ilmassa olla kussakin lämpötilassa. [Lämpötilat ja kosteus 2020.]

Kuivattaminen on haasteellista niinä vuodenaikoina, kun absoluuttinen kosteus on korkea, eli juuri kesäisin ja syksyisin. Ulkoa otettavan ilman kuivauskapasiteetti on pieni, jolloin tuulettaminen on tehotonta. Näissä tilanteissa sisäilman ja ulkoilman kosteuspi-toisuus on lähellä toisiaan. [Teriö & Hämäläinen 2017: 6.]

2.2 Kastepisteen syntyminen

Silloin kun rakenteissa on kosteus- ja lämpötilaeroja, voi syntyä kastepiste. Kastepiste syntyy, kun rakenteen lämpötila alittaa kastepistelämpötilan. Kosteus tiivistyy tällöin vedeksi. [Teriö & Hämäläinen 2017: 8.]

Kuvassa 1 on muodostunut kastepiste holvin alapintaan. Kastepiste on muodostunut, koska holvi on vielä kylmä ja ilman kosteus on alueella suuri. Ilman suhteellinen kosteus on saavuttanut kyllästyskosteuden eli se on 100 prosenttia. [Teriö & Hämäläinen 2017: 8.] Tilanne paranee, kun rakennuksen vaippa saadaan umpeen holvin yläpuolelta ja lämpötila rakenteessa nousee [Teriö & Hämäläinen 2017: 7].



Kuva 1. Holvin alapintaan on muodostunut kastepeite.

2.3 Kosteuden siirtyminen rakenteissa

Kosteus esiintyy kolmessa eri muodossa eli kaasuna, nesteenä ja kiinteänä aineena. Vesi liikkuu fysikaalisten ilmiöiden johdosta eli maan vetovoiman, vedenpaineen, ilmanpaineen eli tuulen, kapillaarisen imun, konvektion sekä diffuusion voimasta. Maan vetovoima sekä tuuli kuljettavat vesiä kuten sade- ja pohjavesiä rakenteissa eri paikkoihin. [Teriö & Hämäläinen 2017: 10.]

Jotta vesiä saadaan ohjattua hallitusti pois päin rakenteista, tulee vesikaton, vesieristeiden ja sadevesijärjestelmien olla asennettuina. Tuuli voi kuitenkin siirtää sadevettä myös vaakasuoraan, mutta myös ylöspäin rakenteissa. Pelkkä katto siis ei riitä, vaan myös julkisivujen tulee suojata sivusta päin tulevaa kosteutta. [Teriö & Hämäläinen 2017: 9.]

2.3.1 Konvektio ja diffuusio

Konvektio tarkoittaa sitä, että vesihöyry tiivistyy ilmvirran mukana. Sen ehkäisemiseksi rakennuksen ulkovaipasta on tehtävä ilmatiivis. [Teriö & Hämäläinen 2017: 10.] Suu-

rin ongelma muodostuu kylmänä ajanjaksona eli erityisesti talvella, jolloin kosteaa sisäilmaa virtaa rakenteisiin. Sisäilman sisältämä kosteus alkaa tuolloin tiivistymään rakenteiden sisään. [Kosteuden siirtyminen 2008.]

Diffuusiossa vesihöyry siirtyy kosteammasta tilasta kuivempaan tilaan, eli kosteus siirtyy korkeammasta kosteuspitoisuudesta matalampaan kosteuspitoisuuteen [Teriö & Hämäläinen 2017: 10]. Mitä suurempi on vesihöyryn pitoisuusero rakenteen eri puolilla, sitä voimakkaampi on diffuusiovirtaus. Yleensä diffuusion suunta on sisätiloista ulospäin, koska sisäilmassa on useimmiten enemmän kosteutta kuin ulkoilmassa. Lämpötila ei kuitenkaan määrää diffuusion suuntaa, ja esimerkiksi alapohjarakenteissa voi kosteutta tulla diffuusiolla kylmemmästä lämpimämpään. [Kosteuden siirtyminen 2008.]

2.3.2 Kapillaarisuus

Kapillaarisuus tarkoittaa pintajännityksestä johtuvaa nesteen siirtymistä aineen huokosiin. Neste etenee painovoimaa vastaan ja se on voimakkaampaa silloin, mitä huokoisempaa materiaali on. Molekyylien välinen vetovoima on nesteen ja kiinteän aineen välillä voimakkaampaa kuin vain pelkän nesteen sisällä. Tästä syystä esimerkiksi ohuessa putkessa tai pakkauspahvissa kapillaarinen ilmiö on voimakasta. Maalajeista savessa nesteen kulkureitit ovat kapeita, jolloin nousukorkeus on suurempi kuin esimerkiksi soralla, jossa reitit ovat leveämpiä. [Teriö & Hämäläinen 2017: 12.]

Vesi voi siirtyä kapillaarisesti kaikkiin suuntiin huokosalipaineen johdosta. Huokosalipaineen aiheuttaa veden pintajännitysvoimat. [Kosteuden siirtyminen 2008.] Tästä syystä vesilasin voi täyttää yli reunojen, koska lasin reuna vetää puoleensa lasissa olevaa vettä [Teriö & Hämäläinen 2017: 12]. Kapillaarinen kosteustasapaino saavutetaan silloin, kun kosteus on noussut sellaiselle korkeudelle, jossa huokosalipaine ja maan vetovoima ovat tasapainossa. Kosteustasapaino muodostuu esimerkiksi salaojasorakerrokseen maanvastaisen lattian alle, jolloin se toimii oikeaoppisesti kapillaarikatkona. [Kosteuden siirtyminen 2008.]

Eri materiaalit siirtävät kosteutta kapillaarisesti eri tavalla. Esimerkiksi tiilellä on kapillaarinen vedentunkeutumiskerroin noin kymmenen kertaa suurempi kuin betonilla, jonka vesi-sementtisuhde on 0.3. [Kosteuden siirtyminen 2008.] Vesi-sementtisuhde tarkoittaa betonin sisältämän vesimäärän ja sementin painon suhdetta [Betonin lujuus riippuu vesi-sementtisuhdesta 2019]. Samoilla materiaaleillakin voi olla suuria eroja

veden kapillaarisessa siirtonopeudessa. Materiaalien huokosjakaumat voivat vaihdella merkittävästi eri tuotteiden välillä. [Kosteuden siirtyminen 2008.]

2.3.3 Kalliovuodot ja salaojat

Maanalaisessa rakentamisessa tulee vastaan hieman toisenlaisia haasteita kosteudenhallinnallisista näkökulmista katsottuna maanpäälliseen rakentamiseen verrattuna. Maan alla rakentaessa työskennellään pääasiassa kallion sisään louhituissa tunneleissa ja kalliotiloissa. Vesivuodot ovat yleisiä ja ne aiheuttavat haasteita niin rakentamisessa kuin ympäristössäkkin. [Ritola & Vuopio 2002: 11.]

Kalliovuodot aiheuttavat rakentamisen aikana teknillisiä ongelmia ja haittoja. Esimerkiksi rakentamisen aikana tarvitsee pumpata vettä pois ennen pysyviksi jäävien pumpaamojen asentamista. Vuotavat pisteet kalliossa aiheuttavat jälki-injektointeja ja aiheuttavat sitä myötä korkeampia kustannuksia sekä esteettisiä haittoja, koska kallio ei jää luonnollisen näköiseksi injektoinnin jälkeen kuten kuvassa 2 on esitettyä. [Ritola & Vuopio 2002: 11.] Ulkonäköhaittojen lisäksi jälki-injektoinnin heikkoutena on se, että sillä pystytään paikkaamaan vain yksittäisiä vuotopisteitä. Se ei välttämättä tuki vuotoa kokonaan, vaan vuotopiste voi siirtyä toiseen paikkaan ja ilmestyä myöhemmin, jopa vasta rakennusajan jälkeen. [Ritola & Vuopio 2002: 17.]



Kuva 2. Ruiskubetonipinnassa olevia valumia kemiallisen jälki-injektionin jäljiltä.

Vesivuodot voivat aiheuttaa ongelmia myös ympäristölle. Pohjaveden pinta laskee, rakennusten puupaalut lahoavat, maa tiivistyy ja rakennukset painuvat sekä maaperä ja kasvillisuus kuivuu, mikäli vettä pääsee valumaan tunneleihin ja kalliotiloihin kalliovuotokohdista. Näistä syistä johtuen ympäristöhaitat on huomioitu jo suunnitteluvaiheessa ja ympäristövaatimukset voivat olla todella tiukkoja. [Ritola & Vuopio 2002: 11.]

Pääasiallinen tarkoitus on estää kosteuden pääsy sisätiloihin. Mikäli vuotoja alkaa ilmestyä käyttöaikana, on vuotopaikat yleensä holviosuudella ja ilmenee tippavuotona tai valumina seinäpinnoilla. Suurimmat riskit vesivuodoille ovat oikosulut sähkölaitteissa, metallien korroosio, homeen muodostuminen sekä ruiskubetonin rapautuminen. Esteettiset haitat kuten värimuutokset, kalkkisaostumat ja pinnan rapautumiset ovat myös ikäviä. Kuvassa 3 esiintyy kalkkisaostumia sekä valuvaa vettä ruiskubetonipinnassa. Ruiskubetonipinnan läpi tulevassa vedessä on mukana kalkkia, joka on liuennut veteen betonista. [Ritola & Vuopio 2002: 11.]



Kuva 3. Vesivuotojen aiheuttamaa kalkkisaostumaa sekä valuvaa vettä ruiskubetonipinnassa.

Salaojituksen tavoitteena on estää tai ainakin vähentää pohjaveden virtausta sisään kalliotiloihin. Salaojituksella vähennetään hydrostaattista painetta, jolloin pohjaveden pyrkimys tilaan vähenee. Salaojituksen toteuttamiselle on kaksi erilaista tapaa. Ensimmäinen niistä toteutetaan kallion sisäisenä, jolloin tilan ulkopuolelle sijoittuvilla kallioportareillä kuivatetaan tila ympärillä olevaa kalliota. Toinen vaihtoehto toteutetaan tilan rakenteiden salaojitusjärjestelmällä. Siinä vesiä hallitaan esimerkiksi ruiskubetonisalojilla sekä lattiarakenteen salaojituksella. [Ritola & Vuopio 2002: 17.]

Ruiskubetonoinnin yksi tarkoituksista on lujituksen lisäksi toimia vesieristeenä. Vaikka se ei olekaan täydellinen vesieriste, veden kulkeutuminen kuitenkin hidastuu tiiviin ruiskubetonipinnan läpi. Tästä syystä kallioinnat päällystetään ruiskubetonilla. Tavoitteena on, että ruiskubetonipinnan läpi kulkeutuvan veden määrä olisi niin pieni, että vesi ehtii haihtua pinnalta suoraan sisäilmaan. Haihtumista tehostaa kalliotiloissa olevat tehokkaat ilmanvaihtojärjestelmät. [Ritola & Vuopio 2002: 20-21.]

2.4 Sääsuojaus

Jotta rakennusmateriaalit pysyvät hyvinä läpi rakennusprojektin ajan, tulee ne suojata säältä asianmukaisesti [Kuivaketju10 2018g: 2]. Kastuneet materiaalit ja rakenteet ovat suuri riski rakennuksen terveellisyydelle sen käyttövaiheessa. Vaurioiden myöhempi korjaaminen voi olla erittäin kallista ja ne voivat aiheuttaa asukkaille tai käyttäjille terveyshaittoja, jolloin rakenteista voi päästä sisäilmaan hajuja ja/tai epäpuhtauksia. [Pesonen & Kaarnattu 2012: 15.]

Vastuu materiaalien sääsuojauksesta tulisi olla jokaisen työntekijän yhteinen asia. Työmaalle tulisi valita henkilö, joka varmistaa jokaisen työpäivän päätteeksi, ettei materiaaleja ole jätetty avonaisiksi, vaan ne on peitelty asianmukaisesti. Myös kastumiselle alttiit rakenteet tulisi tarkistaa, ettei niihin pääse vesi tai muu kosteus työajan ulkopuolella. Mikäli joitain materiaaleja pääsee kastumaan, tulisi ne vaihtaa uusiin niiden kuivattamisen sijaan. Kastuneita materiaaleja ei tule käyttää. [Kuivaketju10 2018g: 2.] On todettu, että rakennusmateriaalien sääsuojaus kuljetuksen ja varastoinnin aikana vähentää rakennekosteutta ja estää samalla rakennusmateriaaleja pilaantumasta [Teriö & Hämäläinen 2017: 25].

Ulkovarastoinnissa tulee muistaa ylhäältäpäin tulevan kosteuden suojaamisen lisäksi myös alapuolelta tulevan kosteuden eristäminen. Maakosteus ja valumavesi on suuri ongelma, joten materiaalit tulee varastoida esimerkiksi kuormalavojen päälle ja suojaava peitemateriaali on asetettava siten, että materiaalit pääsevät tuulettumaan. [Teriö & Hämäläinen 2017: 25-26.]

Materiaalien varastointi tulee suunnitella etukäteen. Käytettävät materiaalit voivat vaatia tietynlaisia olosuhteita varastoinniltaan, joten niille tulee järjestää sopivat olosuhteet. Jotta olosuhdevaatimukset täyttyvät, tulee niin varastoinnin kuin asennuksen osalta noudattaa materiaalintoimittajan antamia ohjeita. [Kuivaketju10 2018g: 2.] Varastoinnissa kannattaa hyödyntää jo olemassa olevia rakenteita, esimerkiksi varastoja tai tunnelialueita, joihin ei pääse sadevesi sisälle [Teriö & Hämäläinen 2017: 25].

Maanpäälliset rakennusosat voidaan suojata tehokkaasti sääsuojarahalleilla. Ne suojaavat sateen ja lumen lisäksi auringolta ja tuulelta, joten ne ovat tehokkaita suojaamaan Suomen sääolosuhteilta. Niiden käytöstä tulisi tehdä suunnitelma jo ennen hankkeen aloittamista, jolloin niistä saadaan mahdollisimman suuri hyöty rakennusvaiheessa.

Myös kustannuksiin voidaan varautua tehokkaammin jo ennalta. Sääsuojahallit ovat arvokkaita, mutta laatu paranee ja olosuhdehallinta helpottuu rakentamisvaiheessa. On kuitenkin kohteita, joissa sääsuojahalleja ei voida tehokkaasti käyttämään. Tällaisia kohteita ovat muun muassa kerrostalot. [Teriö & Hämäläinen 2017: 16-18.] Myös yhdistelmähankeet, joissa yhdistyy maanalainen ja maanpäällinen rakentaminen, voivat olla hankalia kohteita sääsuojahallien käytölle.

Runkovaiheen sääsuojaus säästää energiaa huomattavasti. Suuret aukot kuten ikkuna- ja oviaukot tulee suojata, jotta tilat saadaan lämmitettyä ja kylmä ja kosteus pidetään ulkona. Työskentelyolosuhteet paranevat ja rakenteiden kuivuminen tehostuu. [Teriö & Hämäläinen 2017: 16.]

Haasteita tuovat sellaiset paikat ja aukot, joita ei voida sulkea pysyvästi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Esimerkiksi kuilut ja rungon haalausaukot ovat sellaisia alueita, joista voidaan haalata suuriakin kojeistoja ja materiaaleja sisään rakennukseen tai maanalaiseen tunneliin vielä pitkälle tulevaisuuteen. [Teriö & Hämäläinen 2017: 17.] Tällaisiin aukkoihin olisi hyvä tehdä avattavat sääsuojat, jotka voidaan tarvittaessa siirtää sivuun materiaalien toimitusta varten. Olosuhde alueella voidaan pitää paremmin hallinnassa, koska kuilut ja suuret haalausaukot voidaan suurimman osan ajasta pitää kiinni.

Tilojen osastointi on hyvä keino muodostaa optimaalinen olosuhde sisävaiheen töitä varten. Osastointi voidaan toteuttaa esimerkiksi lohkoittain, kerroksittain tai tiloittain, riippuen siitä, mitä osastoinnilla halutaan saavuttaa. Suojapeitteet ja esimerkiksi eristelevyt toimivat hyvin tällaisissa ratkaisuissa. Paras sääsuojaus saadaan usein siten, että yhdistellään useaa eri sääsuojaustapaa. [Teriö & Hämäläinen 2017: 18.]

2.5 Tilojen lämmitysmenetelmät

Jotta työskentelyolosuhteet saadaan optimaaliseksi, betoni lujittuu ja rakenteet kuivuvat, täytyy rakennustyömaata lämmittää. Hyvät olosuhteet edesauttavat laadukasta ja sujuvaa rakentamista. Lämmityskustannukset ovat yksi suurimmista työmaan energiakustannuksista, joten lämmitysmenetelmät tulee valita oikeanlaiset lämmitystavat ja lämmittimet. [Teriö & Hämäläinen 2017: 29.]

Ennen kuin tilojen lämmittäminen aloitetaan, tulee rakennuksen ulkovaippa olla suljettuna tai kuulut ja suurimmat aukot peitettynä. Tällä tavalla energiaa ei menetetä turhaan ja lämmittäminen tehostuu. Jokaisessa lämmitystavassa on omat heikkoutensa ja vahvuutensa, ja niiden tunteminen lämmitysmenetelmiä vertaillessa on tärkeää. [Teriö & Hämäläinen 2017: 29.] Tähän lukuun on esitelty muutamia vaihtoehtoisia lämmitysmenetelmiä, jotka soveltuvat yhdistelmähankeisiin.

2.5.1 Sähkölämmitys

Rakennustyömaan helppokäyttöisin ja toimintavarmin lämmitysjärjestelmä on sähkölämmitys. Se on edullinen ja helppo asentaa erityisesti pienissä kohteissa. Suuremmisakin kohteissa sähkölämmitys on helppo varsinkin silloin, kun isoja alueita on osastoitettu pienemmiksi ja tilat eivät ole liian suuria lämmitettäväksi. [Teriö & Hämäläinen 2017: 30.]

Sähkölämmittimiä ovat muun muassa lämpöpuhaltimet, säteilijät sekä lämmitysmatot. Lämpömattoja käytetään perustusten lämmittämiseen talvikausina. [Teriö & Hämäläinen 2017: 30-31.] Lämpöpuhaltimia käytetään erityisesti pienissä kohteissa. Niiden energiankulutus on melko suurta ja lämmitysteho ei ole kovin suurta. Puhaltimien ilmaa virtaa ja lämpötilaa voidaan säädellä. [Teriö & Hämäläinen 2017: 34.]

2.5.2 Nestekaasulämmitys

Nestekaasulämmitystä käytetään rakennustyömailla erityisesti betonitöiden aikaan. Nestekaasulämmityksessä saadaan teho aikaiseksi suhteellisen pienikokoisilla lämmittimillä ja säiliöillä. Heikkoutena järjestelmässä on lämmittämisestä syntyvä kosteus sekä kaluston siirtelyn aiheuttama työmäärä. Vesihöyryä muodostuu yli 53 kiloa silloin, kun poltetaan 33 kaasukilon verran nestekaasua. [Teriö & Hämäläinen 2017: 35-37.]

Nestekaasua saa kuljettaa ilman vaarallisten aineiden kuljetuslupaa aina 300 kilogrammaan asti. Alle 200 nestekaasukilon säilyttäminen rakennustyömaalla ei vaadi erillistä lupaa, kun varastointi järjestetään ulkotuloihin. Kun 200 kilon raja ylitetään, tulee säilytyksestä ilmoittaa kunnan paloviranomaiselle sekä saada heidän hyväksyntänsä varastoinnille ja käytön toteutukselle. [Teriö & Hämäläinen 2017: 37-38.]

Nestekaasulämmittimet saa sijoittaa vain sellaisiin tiloihin, joissa on riittävän hyvä ilmanvaihto, sillä yksi kilo kaasua kuluttaa palaessaan noin 12 kuutiota ilmaa. Kuvassa 4 on nestekaasulämmitin sekä kaksi maksipulloa, joihin mahtuu 184 kilogrammaa nestekaasua. Maksipullo liitettynä palokaasujen erottimella varustettuun nestekaasulämmittimeen on oikein hyvä ja tehokas osastoidun alueen lämmittämiseen. [Teriö & Hämäläinen 2017: 39, 41.]



Kuva 4. Nestekaasulämmitin sekä kaksi maksipulloa, jotka sisältävät nestekaasua.

2.5.3 Polttoöljylämmitys ja kaukolämpö

Polttoöljylämmittimet sopivat suuriin yhtenäisiin tiloihin kuten toimistotiloihin sekä teollisuushalleihin. Lämmittimissä on lämmönvaihdin, jolloin palokaasut ja vesihöyry saadaan poistettua lämmitettävästä tilasta. Öljylämmitys soveltuu silloin, kun kaukolämpöä tai rakennuksen omaa lämmitysjärjestelmää ei voida ottaa käyttöön rakennuskosteu- den poistoa varten. Kun kaukolämpöön tarvittavat laitteet on asennettu ja rakenteet ovat paikoillaan, on kaukolämpö hyvä keino tilojen lämmittämisen. [Teriö & Hämäläinen 2017: 42.]

Öljylämmityksen haittana on laitteiston suuri koko. Hankintahinta nousee, mikäli polttoöljysäiliö on alle 1000 litraa. Lämmittimien sijoittelu ja lämmön jakaminen tulee suunnitella hyvin ennen lämmityksen käyttöönottoa. Pääperiaate öljylämmittimissä on, että

imuilma otetaan talteen jo valmiiksi lämpimästä sisäilmasta. Lämmitin kannattaa siis sijoittaa rakennuksen sisäosiin. [Teriö & Hämäläinen 2017: 43.]

Kaukolämpöpuhaltimet ovat lämmityksen edullisen tapa lämmittää rakennus runkovaiheen loppuvaiheesta lähtien. Erityisen tehokas järjestelmä on silloin, kun kiertovesipuhaltimet voidaan kytkeä rakennuksen omaan lämmönvaihtimeen tai erilliseen lämmitysjärjestelmään. Lämmönjakohuoneen saattaminen käyttökuntoon mahdollisimman aikaisin onkin yksi rakennustyömaan tärkeimmistä vaiheista. [Teriö & Hämäläinen 2017: 49.]

Kuvassa 5 on kaukolämmön lämmönvaihdin. Kaukolämmöstä tuleva vesi tulisi lämmitellä mahdollisimman lämpimäksi, sillä todellinen teho jää noin puoleen lämpöpuhaltimien maksimitehosta. Kuvassa 6 on kaukolämmön yhteydessä käytettävä kiertovesilämmitin, joka puhalttaa tilaan lämmintä ilmaa. [Teriö & Hämäläinen 2017: 48-49.]



Kuva 5. Kaukolämmön lämmönvaihdin lämmönjakohuoneessa, joka on ensimmäisiä valmiita tiloja rakennuksessa.



Kuva 6. Kiertovesilämmitin, joka on kytketty kaukolämpöön.

2.6 Rakenteiden kuivattaminen ja kosteusmittaukset

Rakennuskosteus on tavallinen haaste rakennustyömailla ja sen poistamisesta on huolehdittava joko tuuletuksella tai koneellisella kuivatuksella. Pääkeinot rakennuskosteuden poistoon on pitää rakennus riittävän lämpimänä ja ilmankosteus niin alhaisena, että ne edistävät rakennuksen kuivumista. Tässä auttaa tilojen osastointi. [Teriö & Hämäläinen 2017: 54-55.] Apuna kuivatuksessa voidaan käyttää erilaisia ilmankuivaimia kuten kondenssi- ja sorptiokuivaimia, joiden avulla ilmankosteutta saadaan tehokkaasti alennettua tiiviissä tiloissa [Teriö & Hämäläinen 2017: 65].

Rakenteiden on oltava riittävän kuivia ennen kuin ne päällystetään millään materiaalilla. Erityisesti betonirakenteissa tulee olla riittävän alhainen kosteuspitoisuus ja ne tulee varmistaa kosteusmittauksilla ennen niiden päällystämistä. Liian kostea betoni voi aiheuttaa päällysmateriaalissa vaurioita. [Kuivaketju10 2018g: 2.]

Jotta betoni kuivuisi optimaalisesti, tilan lämpötilan tulisi olla noin 20 °C ja ilman suhteellinen kosteus alle 50 %. Suomen ilmasto on haasteellinen, joten tilojen kuivattaminen ja lämmittäminen voi vaatia suuriakin ponnisteluja, jotta vaaditut olosuhteet saadaan järjestettyä. Ennen kuin päällystysmateriaaleja voidaan asentaa, tulee niin materiaalintoimittajan, suunnittelijan ja mittauskonsultin antamat raja-arvot täyttyä. [Kuiva-
ketju10 2018g: 2.]

Pintakosteusmittarit ovat helppoja ja nopeita keinoja saada yleiskuva rakenteen kosteuspitoisuudesta. Sen apuna tulee käyttää suhteellisen kosteuden mittaria, sillä yksinään pintakosteusmittari ei riitä määrittämään ajankohtaa, milloin pinta on valmis päällystettäväksi. Kosteus mitataan rakenteeseen poratusta reiästä. Kosteus annetaan tassaantua ja reikä imuroidaan pölystä ennen mittauksia. Poraussyvyys määritetään rakenteen perusteella. Yhteen suuntaan kuivuvissa rakenteissa syvyys on 20 prosenttia sekä 40 prosenttia kahteen suuntaan kuivuvissa rakenteissa. [Teriö & Hämäläinen 2017: 70-72.]

Porareikämenetelmä voidaan mitata ilmanlämpötilan ollessa +15 - +25 °C:n lämpötilassa, joten se ei sovellu kylmissä olosuhteissa. Silloin sen sijasta käytetään näytepalamittauksia, jota voidaan käyttää jopa -20 °C:ssa ja korkeimmillaan +80 °C:ssa. Näytepalamittauksessa mittaussyvyys määritetään kuten porareikämittauksessa. Betoniin porataan halkaisijaltaan 50-100 millimetrin monttu, jonka suora pohja on noin 5 millimetriä ylempänä mittaussyvyyttä. Pohjalta piikataan betoninäytteitä koeputkeen, joka täytetään 1/3 betonimuruilla. Betonipalojen sisällä oleva kosteus tulee tasapainottua putken ilmatilaan. Kuvassa 7 on porattu mittausreikä. Reiästä piikatut betonimurut on laitettu koeputkiin, joissa ne odottavat kosteuden tasapainottumista ja mittauksia. [Niemi 2010: 419-421.]



Kuva 7. Näytepalamittauksessa porattu reikä sekä koeputket, joihin on laitettu tarvittava määrä betonimuruja.

3 Kuivaketju10

Kuivaketju10 on rakennusprosessin kosteudenhallinnan apuvälineenä käytettävä toimintamalli. Se on Rakentamisen Laatu RALA ry:n kehittämä malli, jonka avulla pyritään vähentämään kosteusvaurioiden syntymisen riskiä koko rakennuksen elinkaaren ajan. Toimintamalli sisältää kymmenen keskeisintä kosteusriskiä, joiden hallinnalla pystytään välttämään toimintamallin kehittäjien mukaan jopa yli 80 prosenttia kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista. [Kuivaketju10 2019.]

Kosteusriskien hallinta toimintamallissa perustuu ketjuun, jossa kosteudenhallinnalliset riskit torjutaan rakennushankkeen kaikissa vaiheissa, sekä sen onnistuminen todennetaan luotettavasti mallia apuna käyttäen. Kuivaketju10 sisältää riskilistan lisäksi todentamisohjeen, joka esittää tarkemmat ohjeistukset jokaiselle kymmenelle riskille. Toden-tamisohje sisältää niin suunnittelijan kuin urakoitsijan tarkistuslistat, joiden avulla voidaan todentaa ohjeistuksen mukainen toiminta rakennusvaiheessa sekä dokumentoida se myöhempää tarvetta varten. [Kuivaketju10 2019.]

Kuvassa 8 on esitelty Kuivaketju10:n kymmenen riskikohtaa. Esimerkiksi riskissä 1 keskitytään rakennuksen ulkopuolelta tulevaan kosteuteen, joka voi vaurioittaa rakennuksen perustuksia sekä lattiarakenteita, riskeissä 2 ja 3 pyritään ehkäisemään sadevesien pääsy niin katto- kuin ulkoseinärakenteiden sisälle, sekä riskissä 9 pohditaan kastuneiden materiaalien ja rakenteiden vaikutusta rakennukseen. Luvussa ”3.3 Riskilista” tarkastellaan tarkemmin riskilistan kohtia ja niiden merkitystä rakentamiseen.

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

Kuva 8. Kuivaketju10:n kymmenen riskiä [Kuivaketju10 2018d].

Rakennushankkeet eivät kuitenkaan ole toistensa kopioita, vaan eri hankkeiden välillä voi olla suuriakin eroavaisuuksia. Tällaiset erityispiirteet voivat aiheutua esimerkiksi niin asemakaavasta ja rakennuspaikasta kuin arkkitehtuuri- ja rakenneratkaisuista tai materiaalivalinnoistakin. Suunnittelutyössä on otettava huomion hankkeen erityispiirteet, jotta olemassa olevia Kuivaketju10:n riskilistoja ja -todentamisohjeita pystytään tarkentamaan erityispiirteisiin soveltuviksi. [Kuivaketju10 2019.]

Suunnittelutyössä ovat mukana arkkitehti-, rakenne-, LVI- ja sähkösuunnittelijat sekä rakennushankkeeseen ryhtyvän nimeämä kosteudenhallintakoordinaattori. Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävänä on valvoa ja ohjata Kuivaketju10:n toteutumista sen koko prosessin ajan. Suunnittelijoiden tulee osoittaa suunnitelmissaan, että he ovat

huomioineet riskilistan sekä todentamisohtjeen. Urakoitsijan tulee toteuttaa suunnitelmat niiden mukaisesti sekä todentaa ja dokumentoida riskien sisältävien kohtien toteutuneen onnistuneesti. Lopuksi kosteudenhallintakoordinaattori tarkastaa ja hyväksyy suoritettun todentamisen. [Kuivaketju10 2019.]

3.1 Pääteesit

Kuivaketju10:lle on laadittu kolme pääteesiä eli väittämää. Niiden tarkoituksena on selvittää Kuivaketju10:n keskeisin sisältö sekä tavoite. Kuivaketju10:n pääteesit ovat:

- Toimenpiteet kohdennetaan kymmeneen keskeisimpään kosteusriskiin.
- Valitut kosteusriskit torjutaan kaikissa vaiheissa tilaamisesta käyttöön.
- Torjumisen onnistuminen todennetaan jokaisen riskikohdan osalta.

Kuten nimestä voi päätellä, Kuivaketju10:n toimenpiteet keskittyvät kymmeneen olennaisimpaan kosteusriskiin. [Kuivaketju10 2019.] Kymmenen valittua riskiä voivat siis olla erilaiset eri hankkeiden välillä. Tämä vaatii suunnittelijoilta vahvaa tietämystä ja kokemusta erilaisista rakennushankkeista, jotta kymmenen valitun riskin joukkoon juuri kyseiselle projektille osataan valita ne kaikista tärkeimmät.

3.2 Toimintaohjeet

Kun aloitetaan uusi rakennusprojekti, on hankkeella tilaaja. Tilaajaksi kutsutaan henkilöä tai yritystä, joka on ryhtymässä rakennushankkeeseen, ja jolla on maankäyttö- ja rakennuslain mukainen huolehtimisvelvollisuus. Tilaaja voi olla esimerkiksi rakennuksen omistaja tai tuleva käyttäjä. Tilaajan velvollisuuteen kuuluu varmistaa, että projekti toteutetaan määräysten ja myönnetyn luvan mukaisesti. Mikäli tilaajalla ei ole riittävästi ammattitaitoa tai edellytyksiä toteuttaa hanketta, tehtävän voi siirtää esimerkiksi rakennuttajakonsultille. [Kuivaketju10 2018h: 2.]

Tilaaja tekee päätöksen siitä, että rakennusprojekti toteutetaan Kuivaketju10:n toimintamallin periaatteiden mukaisesti. Jo tarjouspyyntövaiheessa tulee tilaajan sopia niin suunnittelijoiden kuin urakoitsijoiden kanssa toimintamallin käytöstä hankkeessa. Tilaajan ja rakennuttajan välisiin sopimuksiin tulee tehdä kirjallinen maininta hankkeen toteuttamisesta Kuivaketju10:n mukaisesti. Toimintamallin käyttö tulee kirjata pakollisena

vaatimuksena myös lopullisiin suunnittelu- ja urakkasopimuksiin. [Kuivaketju10 2018h: 2.]

3.2.1 Tilaaminen

Kun päätös Kuivaketju10-toimintamallin käytöstä rakennushankkeessa on tehty, on tilaajan tehtävä nimetä pätevä kosteudenhallintakoordinaattori mukaan hankkeeseen. Koordinaattori on täysin riippumaton asiantuntijataho, jolla ei ole yhteyksiä suunnittelijoihin tai urakoitsijaan. Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävä on tilaajan valtuutuksella valvoa ja ohjata Kuivaketju10:n toteutumista koko rakennusprosessin ajan. Muita koordinaattorin tehtäviä ovat:

- Varmistaa kirjaukset toimintamallin mukaisesta käytöstä lopullisiin sopimuksiin.
- Varmistaa ja hyväksyä suunnittelijoiden tarkentama riskilista ja todentamisohje.
- Osallistua säännöllisesti työmaakokouksiin.
- Raportoida toimintamallin toteutumisesta tilaajalle ja rakennusvalvontaan sekä RALAn.
- Varmistaa ja hyväksyä riskikohtien toteutuksen todentaminen ja dokumentointi.
- Arvioida toimintamallin onnistuminen yhdessä tilaajan, suunnittelijoiden sekä urakoitsijan kanssa. [Kuivaketju10 2018h: 2.]

Tehtävään sopivan henkilön valinta on riippuvainen hankkeen vaativuusluokasta ja se vaihtelee vastaavan työnjohtotehtävän vaativuusluokan perusteella. Luokat ovat tavanomainen, vaativa sekä poikkeuksellisen vaativa. Toisin sanoen, mikäli kohde on vaativa, tulee koordinaattorin pätevyys vastata hankkeen vastaavan työnjohtajan pätevyyttä. [Kuivaketju10 2018a: 2.]

Tilaajan tulee antaa hankkeen suunnittelulle, työmaan rakennusvaiheelle sekä käyttöönotolle realistinen aikataulu. Epärealistinen aikataulu vaikeuttaa toimintamallin osallistumista merkittävästi. Kokonaisaikataulun riittävyys tulee arvioida ensimmäisen kerran jo tilaamisvaiheessa yhdessä kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa. [Kuivaketju10 2018h: 2.]

3.2.2 Suunnittelu

Suunnitteluvaihe on erittäin tärkeä osa Kuivaketju10-toimintamallia. Siinä määritellään olennaisimmat kymmenen riskiä ja täydennetään todentamisohjeen kohtia. Tässä vaiheessa laaditaan riskilista ja todentamisohje yksilöllisesti hankkeeseen sopivaksi. [Kuivaketju10 2018e: 1.]

Suunnitteluvaihe koskee arkkitehti-, rakenne-, LVI- ja sähkösuunnittelijoita. Suunnittelijat käyvät läpi riskilistan sekä todentamisohjeen ja voivat tarvittaessa poistaa joitain kohtia, mikäli niitä ei esiinny kyseisessä rakennusprojektissa lainkaan. Tämän pohjalta muodostetaan hankkeessa toteutettava riskilista ja todentamisohje, jonka lopulta kosteudenhallintakoordinaattori yhdessä suunnittelijoiden kanssa hyväksyy. [Kuivaketju10 2018e: 1.]

Kuivaketju10-ohjeistuskortti kertoo, että tavoitteena on tehdä yksityiskohtaiset suunnitelmat riskikohtien toteuttamisesta. Toisin sanoen mahdolliset tulevat ongelmakohtat täytyy pystyä ratkaisemaan jo suunnitteluvaiheessa, eikä vasta rakennusvaiheessa työmaalla. Suunnitteluprojektin lopussa kosteudenhallintakoordinaattori yhdessä suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa arvioivat, ovatko suunnitelmat toteuttamiskelpoisia kyseisten riskien kohdalla. Suunnittelijoiden tehtävänä on myös perehdyttää pääura-koitsija tehtyihin suunnitelmiin. [Kuivaketju10 2018e: 1.]

Kuivaketju10:n riskilistan perusajatus on, että sen pääotsikot pysyvät pääsääntöisesti samoina hankkeesta toiseen. Niitä voidaan poistaa, mikäli kyseisiä riskejä ei kyseisessä kohteessa ole lainkaan. Pääotsikot on jaettu kahteen tai kolmeen alakohtaan, joiden sisältöjä sen sijaan tulee tarkentaa hankkeeseen soveltuvaksi. Niitä voidaan tarvittaessa poistaa tai jopa lisätä, jotta riskilista on rakennusprojektin erityispiirteet huomioon ottaen mahdollisimman kattava ja soveltuva. [Kuivaketju10 2018e: 2.]

Kuivaketju10-todentamisohje on suunnittelijoiden ja urakoitsijan tärkein työkalu koko Kuivaketju10:ssä. Sen avulla kerrotaan, kuinka riskit tulee torjua suunnittelu- ja työmaavaiheessa. Todentamisohje sisältää niin suunnittelijan kuin urakoitsijan tarkistuslistat. Suunnittelijan tarkistuslista sisältää eri alojen suunnittelijoille listan asioista, josta tulee esittää riskien torjumiseksi suunnitelmissa. Urakoitsijan tarkistuslistasta käy ilmi, mitä toimenpiteitä pitää tehdä riskin todentamiseksi ja mitä dokumentteja tulee taltioida,

jotta tehdyt toimenpiteet pystytään todentamaan tehdyiksi myös rakennushankkeen jälkeen. [Kuivaketju10 2018e: 2.]

Kuten riskilistan kohdalla on, myös todentamisohteen tarkistuslistan tarkentaminen tulee arvioida kriittisesti. Niin suunnittelijan kuin urakoitsijan tarkistuslistat sisältävät kohtia, jotka eivät sovellu sellaisenaan erilaisille hankkeille. Ohje antaa kuitenkin vähimmäislähtötason, josta suunnittelijat kohta kohdalta muokkaavat, tarkentavat, lisäävät ja poistavat kohtia siten, että siitä tulee kyseiselle rakennusprojektille sopiva kokonaisuus. Suunnittelijoiden tekemän työn pohjalta laaditaan hankkeen lopullinen Kuivaketju10-riskilista ja -todentamisohtje. Kun kaikki hankkeeseen osallistuvat osapuolet ovat käyneet perusteellisesti läpi täydennykset ja ovat samaa mieltä tehdyistä tarkennuksista, hyväksytään toimintamalli käyttöön. [Kuivaketju10 2018e: 2.]

Kuivaketju10-ohjeistuksessa mainitaan, että suunnitelmien tulee olla niin kattavia, että rakennusvaiheessa voidaan keskittyä ainoastaan niiden toteuttamiseen. Tämä edellyttää sitä, että detaljikuvia tulee olla riittävä määrä, jotta suunnitelmat voidaan toteuttaa. Tämän lisäksi eri suunnittelualojen suunnittelijoiden tulee tehdä yhteistyötä, jotta välttytään ristiriidoilta. [Kuivaketju10 2018e: 3.]

Taulukossa 1 on esitetty esimerkki valmiista Kuivaketju10-todentamisohtjeesta. Kyseinen esimerkki on otettu riskistä 4, jossa käsitellään kosteuden siirtymistä ilmansulku-kerroksen vuotokohdista yläpohja- ja ulkoseinärakenteisiin. Pääotsikon alakohta käsittelee tarkemmin ilmansulun läpivientejä ja liittymiä, jotka tulee suunnitella ja toteuttaa ilmatiiviiksi. Suunnittelijan tarkistuslista sisältää aina selostuksen suunnitteluratkaisusta sekä listan suunnittelijoista, joita kyseinen kohta koskee. Tämä esimerkki koskee rakenne-, LVI- sekä sähkösuunnittelijoita. Suunnitteluratkaisussa kerrotaan, että putkien ja muiden läpivientien toteutus tulee esittää yksityiskohtaisin detaljipiirroksin. Rakenne-, LVI- sekä sähkösuunnittelijoiden tulee ohjeistuksen mukaisesti toteuttaa detaljipiirroksiset kaikista rakennusprojektin läpivienneistä ja niiden toteutuksesta, jotta urakoitsija voi toteuttaa ne suunnitelmien mukaisesti. [Kuivaketju10 2018f.]

Taulukko 1. Esimerkki suunnittelijan Kuivaketju10-todentamishjeesta [Kuivaketju10 2018f].

Riski 4. Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi				
Ilmansulun läpiviennit ja liittymät tulee suunnitella ja toteuttaa ilmatiiviiksi				
SUUNNITTELIJAN TARKISTUSLISTA				
Suunnitteluratkaisu		Suunnittelijat		
Esitetään putkien ja muiden läpivientien toteutus yksityiskohtaisin detaljiirroksin. Läpiviennissä tulee käyttää valmiita läpivientiosia, jotka varmistetaan teippaamalla.		RAK <input type="checkbox"/>	LVI <input type="checkbox"/>	Sähkö <input type="checkbox"/>

3.2.3 Työmaatoteutus

Kun päätös Kuivaketju10:n käytöstä on tehty ja suunnitelmat ovat valmiita, on rakennusprojektin pääurakoitsijalla vastuu Kuivaketju10:n noudattamisesta. Urakoitsijan tehtävä on perehdyttää työmaan työntekijät toimintamalliin ja huolehtia sen toteutumisesta. Tärkeintä on, että työt tehdään olemassa olevien suunnitelmien mukaan ja se todennetaan ja dokumentoidaan todentamishjeessa olevan tarkastuslistan mukaisesti. Vaikka projektilla työskentelisi samanaikaisesti tilaajan hankkimia sivu-urakoitsijoita, tulee heidän noudattaa Kuivaketju10:n mukaisia toimintamalleja. Tilaajan vastuulla on tällöin käydä läpi Kuivaketju10:n menetelmät myös omien aliurakoitsijoidensa kanssa. [Kuivaketju10 2018g: 1.] Todentamisvastuu säilyy kuitenkin aina pääurakoitsijalla [Kuivaketju10 2018g: 3].

Pääurakoitsijan tulee valita organisaatiostaan yksi henkilö, joka vastaa kosteudenhallinnasta ja samalla myös Kuivaketju10:stä. Kosteudenhallintakoordinaattori hyväksyy henkilön. Valtuutetulla henkilöllä tulee olla riittävästi resursseja tehtävän hoitamiseen ja hänen tehtävänsä on todentaa ja dokumentoida työvaiheiden onnistuminen tarkastuslistan mukaisesti. Urakoitsijan tarkastuslistaa tulee noudattaa jokaisen riskin kohdalla. Kosteuskoordinaattori voi tarvittaessa myös itse todentaa riskejä sisältävien työvaiheiden onnistuminen. [Kuivaketju10 2018g: 3.]

Kuivaketju10:n edistymistä tulee seurata työmaakokouksissa. Hyvä käytäntö on, että järjestetään erillisiä Kuivaketju10:iin keskittyviä kosteudenhallintakokouksia tai -kierroksia, joissa käydään läpi työmaan tilannetta ja todentamisen sekä dokumentoinnin edistymistä. Kosteudenhallintakoordinaattori vierailee säännöllisesti kokouksissa ja

kierroksilla pystyäkseen seuraamaan ja ohjaamaan toimintamallin toteutusta. Kokouksien tehtävä on käsitellä tulevia työvaiheita toimintamallin näkökulmasta ja tarvittaessa arvioida kriittisesti aikaisempia onnistumisia. [Kuivaketju10 2018g: 2.]

Urakoitsijan tarkistuslista on jatkoa suunnittelijan tarkistuslistalle. Riskikohdat ovat samat kuin suunnittelijoilla, mutta urakoitsijalle on merkitty omaan sarakkeeseensa urakoitsijalle kuuluvat dokumentointi- ja todentamistavat. Taulukossa 2 on esitelty sama riski kuin taulukossa 2 urakoitsijan tarkistuslistan osalta. Jotta suunnitteluratkaisu tehdään suunnitelman mukaisesti, tulee se todentaa työmaalla. Urakoitsija varmistaa, että läpiviennit on toteutettu suunnitelmien mukaisesti. Todentamisdokumentit ovat valokuvat. Näin pystytään myös tulevaisuudessa todentamaan, että kyseiset detaljit on todella tehty suunnitteluratkaisun mukaisesti. [Kuivaketju10 2018f.]

Taulukko 2. Esimerkki urakoitsijan Kuivaketju10-todentamisohjeesta [Kuivaketju10 2018f].

Riski 4. Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi			
Ilmansulun läpiviennit ja liittymät tulee suunnitella ja toteuttaa ilmatiiviiksi			
URAKOITSIJAN TARKISTUSLISTA			
Suunnitteluratkaisu	Työmaatodentaminen	Todentamis-dokumentti	pvm/henkilö
Esitetään putkien ja muiden läpivientien toteutus yksityiskohtaisin detaljipiirroksin. Läpiviennissä tulee käyttää valmiita läpivientiosia, jotka varmistetaan teippaamalla.	Varmistetaan, että läpiviennit on toteutettu suunnitelmien mukaisesti.	Valokuva(t)	

3.2.4 Käyttöönotto

Rakennuksen käyttöönottovaihe jakaantuu kahteen vaiheeseen Kuivaketju10-toimintamallissa. Ensimmäisessä vaiheessa pääurakoitsijan tärkein tehtävä on todentaa ja dokumentoida urakoitsijan tarkastuslistan mukaisesti riskejä sisältävien työvaiheiden toteutus. Käyttöönottovaiheelle on olemassa oma riskikohtansa. Ensimmäisen vaiheen jälkeen viimeistään laaditaan rakennuksen huoltokirja, joka sisältää muun muassa käytettyjen materiaalien huolto- ja hoito-ohjeet, jotta rakennuksen ylläpito on laadukasta koko rakennuksen elinkaaren ajan. [Kuivaketju10 2018c: 1.]

Käyttöönoton toisessa vaiheessa arvioidaan, kuinka toimintamallin toteutuksessa onnistuttiin. Arviointi perustuu kosteudenhallintakoordinaattorin seurantaan ja raportointiin hankkeen koko ajalta sekä urakoitsijan dokumentointiin, joka noudattaa Urakoitsijan tarkistuslistaa. Mikäli hanke on suoriutunut onnistuneesti, sille voidaan hakea Kuivaketju10-statusta. [Kuivaketju10 2018c: 1.]

Rakennuksen käyttöönotolle on varattava riittävästi aikaa, muutamista viikoista jopa kuukausiin. Tämä varmistaa osaltaan rakennuksen kestävyuden. Erityisesti talotekniset laitteet tulee säätää ja niiden onnistuminen mitata ennen käyttöönottoa. Suunnittelijoiden Todentamisohjeessa on esitetty työvaiheita, jotka liittyvät käyttöönottovaiheeseen. Urakoitsijan tarkistuslistassa esitetään työvaiheet, joiden toteutus tulee todentaa ja dokumentoida. [Kuivaketju10 2018c: 2.]

Taulukossa 3 on esimerkki urakoitsijan tarkistuslistasta, joka liittyy käyttöönottovaiheeseen. Siinä on nostettu esiin riski 5, jossa väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin. Ohjeena on, että ilmamäärät tulee mitoittaa riittävän suuriksi ja järjestelmä säätää suunnitelmien mukaiseksi. Suunnitteluratkaisuna on, että varmistetaan ilmanvaihtosuunnitelmien tiedot tavoiteltavista painesuhteista sekä tulo- ja poistomääristä. Näiden lisäksi tiedoissa on oltava esimerkki päätelaitteista ja ilmamääriin sopivista mittalaitteista. Työmaalla mitataan painesuhteet sekä tulo- ja poistoilmamäärät sekä käytetään mittaukseen suunnittelijan esittämiä mittalaitteita. Näistä laaditaan mittauspöytäkirja, joka toimii todentamisdokumenttina. [Kuivaketju10 2018f.]

Taulukko 3. Esimerkki urakoitsijan Kuivaketju10-todentamisohjeesta [Kuivaketju10 2018f].

Riski 5. Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin			
Ilmamäärät täytyy mitoittaa riittävän suuriksi ja järjestelmä tulee säätää suunnitelmien mukaiseksi			
URAKOITSIJAN TARKISTUSLISTA			
Suunnitteluratkaisu	Työmaatodentaminen	Todentamis-dokumentti	pvm/henkilö
Varmistetaan, että ilmanvaihtosuunnitelmissa on mukana tiedot tavoiteltavista painesuhteista, tulo- ja poistoilmamääristä sekä esimerkki päätelaitteisiin ja ilmamääriin sopivasta mittalaitteesta.	Mitataan painesuhteet sekä tulo- ja poistoilmamäärät. Käytetään mittaukseen suunnittelijan esittämiä mittalaitteita.	Mittauspöytäkirja	

Toisen vaiheen arvioinnissa arvioidaan Kuivaketju10:n onnistuminen. Kosteudenhallintakoordinaattori yhdessä tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa suorittavat arvioinnin. Sen tulee perustua koordinaattorin seurantaan sekä raportointiin koko hankkeen ajalta sekä Urakoitsijan tarkistuslistan mukaiseen dokumentointiin. Mikäli käyttöönoton päätteeksi voidaan todeta, että kaikki riskikohdat on onnistuttu torjumaan suunnittelussa, työmaavaiheessa ja käyttöönotossa, on toimintamalli tällöin onnistunut. Jos joitakin riskikohtia ei olla pystytty toteuttamaan suunnitelmien mukaisesti, on suunnittelijoiden, urakoitsijan sekä kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävä pohtia jatkotoimenpiteitä. Ensisijainen käytäntö on, että puutteellisesti toteutetut kohdat tulee korjata suunnitelmia vastaaviksi. Mikäli se ei ole mahdollista, tulee arvioida, kuinka suuri kosteusriski siitä voi aiheutua rakennukselle. Arvion perusteella voidaan määrätä käytönaikeista seurantaan riskiin liittyen. Seurantasuunnitelmassa esitetään mittauspaikka sekä käytettävä mittausmenetelmä. [Kuivaketju10 2018c: 3.]

Lopuksi laaditaan raportti, joka käsittelee toimintamallin onnistumista sekä mahdollisia poikkeamia suunnitelmien ja toteutusten välillä. Mikäli poikkeamia on jäänyt korjaamatta, niiden merkityksettömyys tulee pystyä perustelemaan. Loppuraportin hyväksyvät tilaajan lisäksi kosteudenhallintakoordinaattori, urakoitsija sekä suunnittelijat. [Kuivaketju10 2018c: 3.]

Kuivaketju10-statuksen myöntää Rakentamisen Laatu RALA ry. ja sitä voi hakea onnistuneelle hankkeelle. Sovittujen kriteerien tulee täytyä, jotta statuksen voi saada. Tarvit-

tavat dokumentit tulee toimittaa RALAAan, jossa arvioidaan vielä niiden asianmukaisuus. Status on osoitus siitä, että kohde on toteutettu Kuivaketju10-toimintamallin mukaisesti ja rakennushankkeessa on torjuttu kaikki merkittävimmät kosteusriskit suunnitelmien mukaisesti. [Kuivaketju10 2018c: 3.]

3.2.5 Käyttö

Kuivaketju10-toimintamallissa on vaatimuksia myös rakennuksen ylläpidolle ja käytölle. Osa rakennuksen kosteusvaurioista syntyy puutteellisen ylläpidon johdosta. Tästä syystä rakennukselle laadittu huoltokirja sisältää erillisen Kuivaketju10-osion, jossa kerrotaan ylläpito-ohjeita rakennuksen käytönajalle. Osio sisältää kaikki Kuivaketju10-riskilistan ja -todentamisohjeen kohdat, jotka liittyvät käytönaikaisiin ylläpitotoimenpiteisiin, sekä kaikki materiaalivalmistajan antamat ohjeistukset ylläpidosta. Näiden lisäksi osioon tulee sisällyttää kaikki dokumentit perehdytysvaiheesta rakennuksen käyttöön ja ylläpitoon liittyen. [Kuivaketju10 2018b: 1-2.]

Ensimmäisen kerran Kuivaketju10:n vaatimusten toteutumista käytönaikana arvioidaan kaksi vuotta käyttöönoton jälkeen ja sen jälkeen viiden vuoden välein. Rakennus pysyy kuivana ja terveellisenä koko sen elinkaaren ajan, mikäli ylläpito on suunnitelmallista. Jos käyttö ja ylläpito on laiminlyöty jossain vaiheessa elinkaarta, menettää rakennus Kuivaketju10-statuksensa. [Kuivaketju10 2018b: 1.]

Kuivaketju10-statuksen uudelleenarviointi on kuitenkin vapaaehtoista. Rakennuksen omistaja voi kuitenkin halutessaan osoittaa, että rakennusta on ylläpidetty toimintamallin mukaisesti. Se voi parantaa rakennuksen markkina-arvoa ja pidentää rakennuksen elinkaarta. [Kuivaketju10 2018b: 3.]

3.2.6 Rakennusvalvonta

Kuivaketju10 on tilaajavetoinen toimintamalli, ja rakennusvalvonnan rooli on pitää sitä esillä niin ohjaus-, tuki- ja yhteistoiminnan keinoin. Toimintamalli voi helpottaa rakennusvalvonnan työtä. Kuivaketju10 on yksi keinoista, joilla rakennushankkeeseen ryhtyvä voi täyttää terveelliseen rakentamiseen liittyvät velvoitteet. [Kuivaketju10 2019.]

Rakennusvalvonnalle on laadittu oma ohjekortti. Se pohjautuu Oulun rakennusvalvonnassa käytössä oleviin rakennusvalvonnan prosesseihin sekä sen eri kohtaamistilanteisiin. Kuivaketju10-toimintamallin tavoitteena on istuttaa toimintamallin toiminnot rakennusvalvonnan nykyisiin toimintaprosesseihin, jolloin työmäärä tulisi jatkossa vähemmään nykyisestä. [Kuivaketju10 2019.]

3.3 Riskilista

Kosteudenhallinnan onnistuminen rakennusprojektissa on riippuvainen siitä, kuinka keskeisimmät kosteusriskit osataan ottaa huomioon jo rakentamisen alkuvaiheessa. Kuivaketju10:n tavoitteena on valita kymmenen keskeisintä kosteusriskiä, joilla voidaan estää rakennusaikana ja sen jälkeen syntyviä kosteusvaurioita rakenteissa. Valitut kosteusriskit perustuvat havaintoihin siitä, millaisia ongelmia suomalaisessa rakentamisessa on yleisesti esiintynyt. [Kuivaketju10 2019.]

Kuivaketju10-riskilista ei kata kaikkia mahdollisia kosteusriskejä, mitä Suomesta löytyy. Sen tarkoituksena on nostaa esiin tämän päivän merkittävimmät kosteusriskit, joihin Suomessa voidaan törmätä. Kuivaketju10-riskilistaa joudutaan luultavasti päivittämään tulevaisuudessa, jos valituissa riskikohdissa esiintyy suuria muutoksia, esimerkiksi merkittävyys vähenee tai suurenee. [Kuivaketju10 2019.] Tässä opinnäytetyössä esitetyt uudet riskikohdat ovat ehdotuksia Kuivaketju10-riskilistan laajentamiseen tai täydentämiseen erityisesti sellaisten rakennusprojektien kohdalla, joissa esiintyy myös muunlaisia kosteusvaurioita aiheuttavia riskejä kuin tavanomaisissa rakennusprojekteissa. Täydennykset esitellään luvussa 4.

Liitteessä 1 on nähtävissä Kuivaketju10-riskilista kokonaisuudessaan. Kyseinen riskilista on yleispätevä ja sitä voidaan muokata kohteen erityispiirteet huomioon ottaen. Ennen ensimmäistä riskikohtaa todetaan, että mikäli kokonaisaikataulu on riittämätön, vaikeuttaa se merkittävästi Kuivaketju10:n onnistumista. Suunnittelulle, rakentamiselle sekä käyttöönotolle tulee jättää riittävän paljon aikaa, muuten rixit kosteusvaurioiden syntymiselle ovat suuria ja niiden torjuminen eri vaiheissa on vaikeampaa. Mikäli aikataulu on liian tiukka, Kuivaketju10-toimintamallin mukaisia toimenpiteitä on mahdotonta tehdä.

Riski numero 1 ”Maanvaraisten rakenteiden kastuminen” käsittelee rakennuksen ulkopuolista kosteutta ja sen tunkeutumista perustuksiin ja lattiarakenteisiin. Jotta kosteusvaurioilta vältytään, riskilistassa on ohjeistus siitä, miten niiltä voidaan välttyä. Olennaisia keinoja ovat muun muassa salaojituksen toimivuus sekä maanpinnan oikeaoppinen kallistus rakennuksesta poispäin.

Toinen riski sisältää ulkoseinän vesivuotoja ja niiden ongelmia. Mikäli sadevesi pääsee ulkoseinärakenteen sisälle, kosteusvauriot voivat olla valtavia. Kolmannessa riskissä sen sijaan keskitytään vesikaton läpäisevään vesisateeseen ja veden pääsystä yläpohjaan. Näissä riskikohdissa on tärkeää varmistaa, että rakenteet ovat tehty suunnitelmien mukaisesti ja käytetyt materiaalit saavuttavat riittävän pitkän käyttöiän. Neljäs riskikohta, ”Ilmansulun vuotokohdat”, liittyy olennaisesti edellisiin kohtiin. On erityisen tärkeää, että rakennus on ilmatiivis ja että ilmapuotoluku ei saa ylittää lukua yksi.

Riskit 5 ja 6 käsittelevät ilmanvaihtoa sekä vesiputkia ja niiden asennus- ja toimintavirheitä. Esimerkiksi väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poistakaan ylimääräistä kosteutta vaan kosteus siirtyy rakenteisiin sekä rikkoutuvat vesiputket voivat aiheuttaa suuria vesivahinkoja rakennuksessa niin rakennusvaiheen kuin käyttövaiheenkin aikana. Jotta tällaisilta kosteusriskeiltä vältytään, tulee ilmanvaihdon säädöt tehdä suunnitelmien mukaan ja vesiputkien koeponnistukset tehdä silloin, kun liitososat ovat näkyvillä.

Riski numero 7 käsittelee märkätiloja ja niiden pintojen vesitiiveyttä. Mikäli kaadot tai läpiviennit on tehty väärin, voi ympäröivät rakenteet kastua ja aiheuttaa kosteusvaurioita. Näiden lisäksi väärin toteutettu vedeneristys voi aiheuttaa suuria vaurioita märkätilojen rakenteissa. Ohjeistuksessa muistutetaan, että valmiin vedeneristyksen paksuus tulee varmistaa luuppimittauksella.

Kahdeksannessa riskissä käsitellään paljon otsikoissa ollutta ongelmaa eli betonirakenteiden liian aikaista päällystämistä. Mikäli betonirakenne, esimerkiksi lattia, on päällystetty liian aikaisin eli betonirakenne on ollut vielä kostea, voi se aiheuttaa päällystämateriaalissa vaurioita. Riskikohdassa kerrotaan oikeat pitoisuudet niin ilmankosteudelle kuin lämpötilalle, jolloin betoni kuivuu optimaalisesti. Betonirakenteet tulee kosteusmitata silloin, kun tila päällystetään erilaisilla materiaaleilla, esimerkiksi muovimatoilla.

Yhdeksäs riskikohta muistuttaa erittäin tärkeästä rakennusvaiheen riskistä, eli materiaalin kastumisesta. Materiaalit tulee suojata kastumiselta, ja se on tärkeää erityisesti silloin, kun työmaalla varastoidaan materiaaleja pitkään ennen asennuksen aloittamista. Erityisesti säälle alttiit materiaalit tulee suojata hyvin varsinkin silloin, kun ne ovat taivasalla. Varastoinnin huolellinen suunnittelu ja materiaalien oikea-aikainen tilaaminen työmaalle vähentävät riskiä olennaisesti.

Kymmenes ja viimeinen riskikohta käsittelee ylläpitovaihetta. On tärkeää muistaa, että heikolla ylläpidolla voidaan aiheuttaa laajoja kosteusvaurioita myös rakennuksen koko elinkaaren aikana, ei vain rakennusvaiheessa. Rakennusta täytyy tarkkailla ja sitä tulee ylläpitää rakennusvaiheessa laaditun huoltokirjan mukaisesti. Huollot ja kunnossapidot tulee tehdä suunnitelman mukaisesti, muutoin rakennus pääsee rapistumaan ja kosteusvaurioita syntyy herkästi.

3.4 Sähköinen järjestelmä

Kuivaketju10-toimintamallille on luotu sähköinen järjestelmä, jonne voidaan perustaa uusia projekteja. Rakennushanke, jossa Kuivaketju10 on päätetty ottaa käyttöön, voidaan lisätä sähköiseen järjestelmään. Tällöin kaikki tarvittavat tiedot löytyvät vaivattomasti samasta paikasta. Sen tärkein tehtävä on toimia apuvälineenä riskien seurannassa ja niiden hallinnassa.

Sähköinen järjestelmä sisältää samat ohjekortit kuin Kuivaketju10:n verkkosivutkin, eli sinänsä uutta tietoa sähköinen järjestelmä ei tuo. Sen tärkein tehtävä onkin toimia seurantatyökaluna. Siellä pääsee kuittaamaan omia vastualueita sekä kommentoimaan niitä, jolloin myös muut osapuolet pääsevät näkemään samasta paikasta ilmenneet haasteet tai muut huomautukset.

4 Soveltaminen yhdistelmähankeissa

Kuten riskilistasta voi todeta, Kuivaketju10 on laadittu pääasiassa perinteisille rakennushankkeille kuten esimerkiksi pientalo- tai kerrostalohankkeelle. Riskilista perustuu yleisimpiin Suomessa esiintyviin rakentamisen kosteudenhallintaongelmiin. Tämä tarkoittaa sitä, että toimintamalliin sisältyvä riskilista ei sisällä kaikkia mahdollisia olemas-

sa olevia kosteusriskejä, vaan ainoastaan keskeisimmät kosteusriskit ja toimenpiteet niiden välttämiseksi. [Kuivaketju10 2018e: 2.]

Poikkeuksellisissa rakennushankkeissa, joissa rakentamista on sekä maan päällä että maan alla, esiintyy toisenlaisia riskejä, jotka voivat aiheuttaa kosteudenhallinnallisia ongelmia ja vaurioita. Tässä luvussa on esitelty uusi riski, riski 11, jossa on muutamia mahdollisia suunnitteluratkaisuja ja väitteitä liittyen nimenomaan yhdistelmähankkeisiin. Ne on laadittu erityisolosuhteisiin sopiviksi ja niitä voi käyttää joidenkin riskien korvauksina tai lisävinä kohtina soveltuvien rakennuskohteiden Kuivaketju10-toimintamallissa. Riskin 11 kohdat voidaan myös yhdistellä muihin riskikohtiin.

4.1 Vesivuodot aiheuttavat laatu- ja turvallisuusriskejä

Riski 11 käsittelee maanpinnalta ja kalliosta sisätiloihin pääseviä vesivuotoja. Ne voivat olla esimerkiksi kallion halkeamista tihkuvaa tippuvettä tai maanpinnalta valuvaa sadevettä. Riski 11 on jaettu siitä vielä kahteen osaan, jotka käsittelevät erikseen maanpinnalta sekä kalliosta tulevaa vettä.

Kohdat 4.1.1 ja 4.1.2 ovat toteutettu siten, että jokainen riskikohta käydään läpi yksityiskohtaisesti suunnitteluratkaisuuksina. Niiden lisäksi kohdat on esitelty taulukkomuodossa samalla tavalla kuin Kuivaketju10-todentamisohjeessa on tehty. Suunnittelijalle ja urakoitsijalle on laadittu omat tarkistuslistansa, eli miten jokaisessa kohdassa kunkin tulee toimia.

Riskin 11 kohdat on osoitettu pääasiassa urakoitsijalle. Monet kohtien ratkaisuihin on sovellettavissa suoraan työmaalla ilman rakenne- tai arkkitehtisuunnittelijan apua, sillä ne ovat väliaikaisia ratkaisuja. Niiden tarkoitus ei ole jäädä osaksi lopullista rakennetta, vaan suojata rakennusta työmaavaiheen aikana.

4.1.1 Veden pääsy maanpinnalta maanalaisiin tiloihin tulee estää

Yhdistelmähankkeissa on tyypillistä, että maanalaisten ja maanpäällisten rakenteiden välissä on pystysuoria kuiluja. Sade- ja tulvavesi pääsee helposti valumaan avonaisten kuilujen kautta maan alle, mikäli veden kulkua ei estetä. Vesi estää rakenteiden ja tilo-

jen kuivumista, olosuhdehallinta vaikeutuu ja tiloja ei päästä pinnoittamaan ennen kuin vedentulo saadaan estettyä.

Sade- ja tulvavesien pääsyn maanalaisiin tiloihin on erilaisia ratkaisuja. Aina kun on rakenteellisesti ja taloudellisesti mahdollista, tulisi käyttää sääsuojahallia. Sääsuojahalli on niin tehokas, että se vähentää ja jättää kokonaan pois monia kosteudenhallinnallisia työvaiheita verrattuna sellaisiin kohteisiin, joissa sääsuojahallia ei käytetä. Suuret kustannukset kompensoituvat laadun lisäksi tuottavuuden ja työturvallisuuden sekä myöhemmässä vaiheessa taloudellisina säästöinä [Myller: 14].

Mikäli sääsuojahallia ei voida asentaa esimerkiksi siitä syystä, että joitakin kuiluja tai suuria aukkoja joudutaan käyttämään haalausaukkoina tai -reitteinä, tulisi aukkoon tai kuiluun toteuttaa avattava sääsuoja. Avattava sääsuoja tulisi toteuttaa niin yksinkertaisesti, ettei sen avaamiseen ja sulkemiseen menisi kohtuuttoman pitkä aika. Sääsuoja on helppo nostaa esimerkiksi riittävän kokoisella autonosturilla nostolenkkien avulla sivuun, jolloin samaa nosturia voidaan käyttää myös tavaroiden haalauksessa. Haalauksen lopuksi sääsuoja nostetaan takaisin paikoilleen. Tehokkaampi versio avattavasta sääsuojasta voisi olla sellainen, että sen saa avattua hydraulisesti, kuten esimerkiksi avattavat nostosillat.

Yläpohjasta voi valua vettä holvissa olevista rei'istä läpi. Sadevesi voi valua suoraan kuilua pitkin alas, jolloin on tärkeää saada estettyä veden eteneminen alas asti jo yläosasta lähtien. Hyvä keino on peittää läpiviennit yläpuolelta esimerkiksi pakkasmatolla ja bitumikermillä. Toinen vaihtoehto on ohjata vedet rakennuksen ulkopuolelle esimerkiksi muoviputkillä, kuten kuvassa 9 on toteutettu.



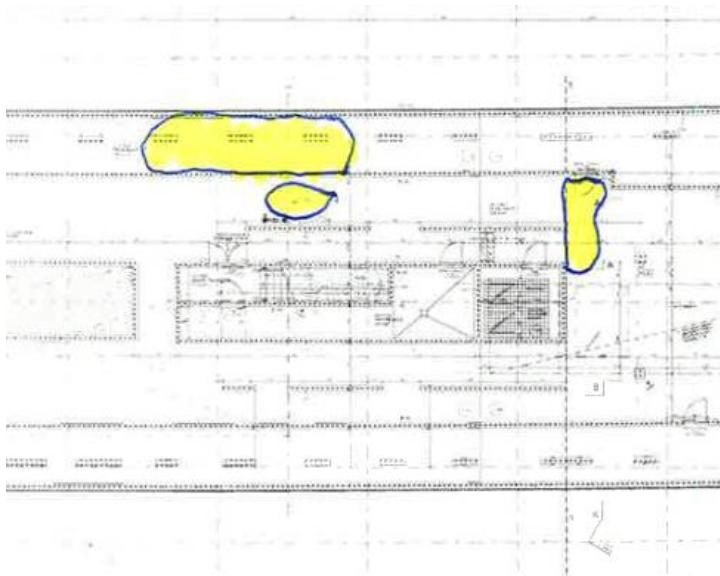
Kuva 9. Vesikatolta vedet voidaan ohjata kaivojen kautta väliaikaisesti muoviputkien avulla.

Kalliopinta ei ole tasaista, vaan siinä esiintyy pintakerroksen alla suuriakin korkeuseroja. Maanpinnan alle voi jäädä isoja alueita, joihin jää pintavesiä varastoon. Tällaiset vesivarastot voivat alkaa tulvimaan, mikäli niitä ei pumpata pois. Maan vetovoiman vuoksi vesi pyrkii alaspäin, joten varastoitunut vesi herkästi tulvii tunneliin esimerkiksi ruiskubetoniseinämien halkeamien kautta.

Jotta ylimääräistä vettä ei pyri louhittuihin tunneleihin, joudutaan vettä pumpaamaan pois kaivoihin. Tällaisen rakennusaikaisen ratkaisun ongelma on se, että pumput ovat usein kiinni sähkökeskuksissa. Joku voi herkästi irrottaa pumpun sähköjohdon sähkökeskuksesta etsiessään omille työvälineille sähköpistettä. Tästä syystä pumpun sähköjohto tulee merkitä selkeästi, jotta jokainen ymmärtää, että kyseistä johtoa ei missään nimessä saa irrottaa keskuksesta.

Sadevesiä voi päästä sisään rakennuksiin pitkään, mikäli sadesuojahallia ei käytetä. Niin kauan, kun rakennuksen ulkovaippa on auki, voi sivuttaissuuntaista sadevettä siirtyä rakennuksen sisään tuulen kuljettamana, vaikka vesikatto olisikin saatu jo valmiiksi. Näissä tapauksissa olisi hyvä tehdä vesivuotokartta. Sen tarkoituksena on kartoittaa alueet, joihin on päässyt vielä myöhemmässäkin vaiheessa sadevesiä, vaikka alue muuten olisikin jo kuiva.

On tärkeää tietää, mitkä pintamateriaalit ovat olleet märkinä ja mitkä ovat pysyneet kuivina, sillä kosteusmittaukset tulisi tehdä aina niistä kohdista, mitkä ovat olleet märkinä pisimpään. Silloin saadaan todenmukainen tilanne selville ja osataan laskea ja määrittää oikea-aikainen materiaalin pinnoitusaika. Erityisen tärkeää se on nimenomaan betonilattioiden kohdalla, sillä monet pintamateriaalit eivät kestä kosteaa betonia laisinkaan. Kuvassa 10 on esimerkki pohjapiirroksen tehdystä sadevesivuotokartasta. Siihen voidaan yhdistää myös kalliovuodoista johtuvat alueet joko eroteltuna eri väreillä tai yhdistettynä. Vuotokartan avulla voidaan myös helposti havainnoida yhdellä silmäyksellä, mistä syystä vesivuoto on kyseiselle alueelle tullut. Kalliovuodoista kerrotaan tarkemmin luvussa 4.1.2.



Kuva 10. Esimerkki sadevesivuotokartasta.

Jotta kosteusriskit saadaan minimoitua myös rakennusvaiheessa, tulee rakennusaikaiseen sääsuojaukseen kiinnittää suurempaa huomiota jo Kuivaketju10-toimintamallissa. Koska rakenteet eivät jää pysyviksi, suunnitteluun ei tarvita rakenne- tai arkkitehtisuunnittelijoita. Tästä syystä on selkeämpää, että urakoitsija itse suunnittelee jo rakennusprojektin suunnitteluvaiheessa kyseiseen rakennusprojektiin sopivimmat sääsuojausmenetelmät. Urakoitsija pystyy itse paremmin vertailemaan eri vaihtoehtoja niin kustannusten ja työvaiheiden näkökulmasta, jolloin toteutus palvelee paremmin juuri kyseistä rakennusprojektia.

4.1.2 Kalliossa olevista halkeamista tippuva vesi tulee tukkia

Maanalaisissa tiloissa ongelmana voi olla kuiluista alas valuvien sadevesien lisäksi kallioista vuotava vesi. Ruiskubetonipinta ei ole täysin tiivis, joten vaikka ruiskubetonin yksi tehtävä onkin estää vettä pääsemästä avonaiseen tilaan, voi sinne muodostua halkeamia. Niiden kautta vesi pääsee helposti vuotamaan sisätiloihin.

Suurimmat halkeamat ja vesivuotokohdat tulee jälki-injektoida, jotta vedentulo saadaan estettyä. Vesi on kuitenkin sellainen materiaali, että se vaihtaa kulkureittiään, mikäli vanha katkaistaan. Tästä syystä kalliovuotoja esiintyy usein jopa vuosia rakennuksen valmistumisen jälkeen. On siis mahdollista, että täysin kaikkia vesivuotoja ei pystytä jälki-injektoineilla estämään. Kuvassa 11 on halkeama ruiskubetonikatossa, joka pystytään jälki-injektoimaan. Myöhemmin on mahdollista, että samaan tilaan voi muodostua uusia halkeamia vanhan ympärille, joista voi vettä valua.



Kuva 11. Halkeama ruiskubetonikatossa, josta pääsee tippumaan vettä.

Jo suunnitteluvaiheessa tulee pohtia, mitkä tilat voivat tarvita lisävarmistusta kalliovuotoja varten. Tällaisia tiloja voivat olla esimerkiksi sähkötilat, joihin tulee vedelle herkkiä kojeistoja ja laitteita. Sähkökeskusten päälle tippuva vesi voi aiheuttaa esimerkiksi oi-

kosulkuja, joten käyttäjien turvallisuuden vuoksi on tärkeää suunnitella tiloihin esimerkiksi tippuvesisuoja.

Tippuvesisuojaus voidaan toteuttaa esimerkiksi teräspoimulevystä, kuten kuvassa 12. Se asennetaan hieman kaltevaksi, jolloin vesi pääsee valumaan haluttuun suuntaan. Vastassa odottaa vesikouru, joka kerää talteen tippuvan veden. Ajan myötä vesi haihtuu pois kourusta. Tippuvesisuojan reunojen on oltava vesitiiviitä, eli sinne tulee suunnitella esimerkiksi L-teräs estämään veden valuminen reunojen kautta tilaan.



Kuva 12. Tippuvesisuoja teräspoimulevystä ja vesikouru kerääntyvää vettä varten.

Tippuvesisuojan tarkoitus on haihduttaa tippuva vesi pois, eli sitä ei ohjata kourusta kaivoihin. Vettä on tarkoitus tippua sen verran vähän, että se ehtii haihtua tippuvesisuojan päältä ja kourusta pois. Mikäli vettä valuu runsaammin ja vesikouru ei pysty enää haihduttamaan kalliosta tippuvaa vettä, tulee jälki-injektointeja jatkaa.

Joskus jälki-injektoinnit eivät auta tai aluetta ei voida enää jälki-injektoida enempää vaurioittamatta kalliosta olevia salaojaputkia. Tippuvesisuojaustakaan ei ole järkevää toteuttaa jokaiseen mahdolliseen tilaan, sillä osa huoneista on niin laajoja ja suuria, että tippuvesisuoja ei pystytä toteuttamaan. Tällöin joudutaan tekemään toisenlaisia, kevyempiä ratkaisuja. Mikäli vesiä tihkuu edelleen jonkun verran, voidaan kalliokattoon

asentaa esimerkiksi haihdutuspeltejä. Niillä on samankaltainen tehtävä kuin tippuvesi-suojauksella, mutta ovat kevyempiä ja niiden tarkoitus ei ole peittää koko tilan kattoa. Haihdutuspelteiden tehtävä on haihduttaa kalliosta tiheä vesi pian kalliosta tippumisen jälkeen ja estää veden tippuminen lattialle asti.

Jos vesiä tippuu enemmän kuin tippa kerrallaan, eikä jälki-injektointia voida suorittaa, vesiä voidaan joutua ohjaamaan putkien avulla haluttuun suuntaan. Kuten maanpinnalla, myös maan alla joudutaan ohjaamaan vesiä pois sisätiloista esimerkiksi pumppaamoihin. Varsinkin rakennusaikana voi joutua käyttämään soveltavia ratkaisuja, kuten esimerkiksi kuvassa 13. Siinä vedet kerätään muoviputkiin, jotka ohjataan suoraan maanalaiseen pumppaamoon.



Kuva 13. Kalliosta valuva vesi ohjataan putkien avulla suoraan pumppaamoon.

Kuten kuvassa 10, myös kuvassa 14 on esimerkki vesivuotokartasta. Kuvassa 14 on yhdistetty sadevesi- ja kalliovuotovedet samaan pohjapiirustukseen. Kalliovedet (punaisella) ja sadevedet (keltaisella) voidaan helposti havainnoida yhdestä kuvasta. Samalla voidaan laatia suunnitelma tilanteen parantamiseksi: milloin ja miten kalliovuodot tukitaan, miten sadevesien tulo saadaan estettyä jne. On myös tärkeää, että vesivuodoista saadaan taltioitua mahdollisten kuvien lisäksi myös niiden sijainti, jotta tulevai-

suudessa muistetaan, mitkä kohdat vaativat tarkempaa tarkastelua ja kosteusmittausta ennen materiaalien pinnoitusta.



Kuva 14. Kalliovuotovedet (punaisella) yhdistettynä samaan pohjakarttaan kuin sadevesivuodot (keltaisella).

4.2 Yhdistelmähankeeseen liittyvät tarkistuslistat

Taulukossa 4 on esitelty riskin 11 suunnittelijan tarkistuslista. Se on kohdistettu pääasiassa urakoitsijalle. Kuitenkin joissain tapauksissa voisi olla hyvä saada rakennesuunnittelijalta apua teknisiin yksityiskohtiin, esimerkiksi silloin, kun maanpinnalla olevia vesiä pitää pumpata kaivoihin. Rakennesuunnittelija pystyy ottamaan kantaa siihen, missä kaivojen tulisi olla ja mihin kaivoihin sade- ja valumavesiä voidaan tyhjentää.

Taulukko 4. Riskin 11 suunnittelijan tarkistuslista koskien veden pääsyä maanalaisiin tiloihin.

Riski 11. Vesivuodot kalliosta ja maanpinnalta aiheuttavat laatu- ja turvallisuusriskejä			
Veden pääsy maanpinnalta maanalaisiin tiloihin tulee estää			
SUUNNITTELIJAN TARKISTUSLISTA			
Suunnitteluratkaisu	Suunnittelijat		
Estetään rakennusaikainen veden pääsy maanalaisiin tiloihin sulke- malla kuilut sääsuojauksella.	UR <input type="checkbox"/>		
Ohjataan sadevedet rakennuksen ulkopuolelle esimerkiksi muoviput- kia käyttämällä.	UR <input type="checkbox"/>		
Kartoitetaan vesien pumppaustarve maanpinnalla ja suunnitellaan kaivojen paikat.	RAK <input type="checkbox"/>	UR <input type="checkbox"/>	
Kartoitetaan sadevesien vuotopaikat laatimalla vuotokartta.	UR <input type="checkbox"/>		

Taulukossa 5 on samat suunnitteluratkaisut kuin taulukossa 4, mutta työmaatodentamisen näkökulmasta. Kyseisissä esimerkkikohdissa ei välttämättä tarvitse tehdä työmaatodentamista ollenkaan, vuotokarttaa lukuun ottamatta. Tämä johtuu siitä, että urakoitsija on itse toteuttanut suunnittelun ja toteuttaa omien suunnitelmiensa mukaisesti sääsuojaukset ja vesien ohjaukset rakenteiden ulkopuolelle. Toimenpiteistä kannattaa kuitenkin ottaa valokuvia, koska niillä pystytään todentamaan myöhemmin, että toimenpiteet ollaan tehty suunnitelmien mukaan. Urakoitsijan tulee todentaa sadevesistä johtuvat vuotokohdat vuotokarttaan. Tällöin voidaan helposti havainnoida alueet, joista otetaan vaadittavat kosteusmittaukset ennen pintojen päällystämistä.

Taulukko 5. Riskin 11 urakoitsijan tarkistuslista koskien veden pääsyä maanalaisiin tiloihin.

Riski 11. Vesivuodot kalliosta ja maanpinnalta aiheuttavat laatu- ja turvallisuusriskejä			
Veden pääsy maanpinnalta maanalaisiin tiloihin tulee estää			
URAKOITSIJAN TARKISTUSLISTA			
Suunnitteluratkaisu	Työmaatodentaminen	Todentamis-dokumentti	pvm/henkilö
Estetään rakennusaikainen veden pääsy maanalaisiin tiloihin sulke-malla kuilut sääsuojauksella.	Tarkistetaan, että sää-suojaus on tehty.	Valokuva(t)	
Ohjataan sadevedet rakennuksen ulkopuolelle esimerkiksi muoviputkia käyttämällä.	Tarkistetaan, että vedet ohjataan ulkopuolelle.	Valokuva(t)	
Kartoitetaan vesien pumppaustarve maanpinnalla ja suunnitellaan kai-vojen paikat.	Merkitään kuviin alueet, joista vesiä joudutaan pumppaamaan.	Valokuva(t), pohjapiirustuk-set	
Kartoitetaan sadevesien vuotopai-kat laatimalla vuotokartta.	Laaditaan vuotokartta sadevesistä.	Vuotokartta, valokuva(t)	

Kalliosta tippuvien vesien tarkistuslistat ovat taulukoissa 6 ja 7. Taulukko 6 käsittelee suunnittelijan osiota. Kuten taulukossa 4, myös tässä suurin osa ehdotuksista liittyy pääasiassa urakoitsijaan. Kuitenkin niissä tiloissa, joissa on esimerkiksi sähkölaitteita, tarvitaan yleensä suunnittelijan asiantuntemusta. Tällaiset suunnitelmat kuuluvat joko arkkitehdille, rakennesuunnittelijalle tai sähkösuunnittelijalle, koska ne ovat rakennukseen jääviä rakenteita.

Taulukko 6. Riskin 11 suunnittelijan tarkistuslista koskien kalliohalkeamista tippuvaa vettä.

Riski 11. Vesivuodot kallioista ja maanpinnalta aiheuttavat laatu- ja turvallisuusriskejä			
Kalliossa olevista halkeamista tippuva vesi tulee tukkia			
SUUNNITTELIJAN TARKISTUSLISTA			
Suunnitteluratkaisu	Suunnittelijat		
Kalliokatosta tippuva vesi haihdutetaan tippuvesisuojausten avulla erityisen herkissä tiloissa kuten sähkötiloissa.	RAK <input type="checkbox"/>	ARK <input type="checkbox"/>	Sähkö <input type="checkbox"/>
Kalliokatosta tippuva vesi haihdutetaan haihdutuspeletien avulla paikoista, joissa ei jälki-injektointia voida enää tehdä.	UR <input type="checkbox"/>		
Kalliosta valuva vesi ohjataan putkien avulla pois sisätiloista esimerkiksi pumppaamoon.	UR <input type="checkbox"/>		
Kartoitetaan kalliovuotojen paikat laatimalla vuotokartta.	UR <input type="checkbox"/>		

Taulukossa 7 käsitellään urakoitsijan tarkistuslistaa kalliohalkeamien osalta. Suunnitteluratkaisut pysyvät samoina kuten taulukossa 6. Työmaatodentaminen toteutetaan pääasiassa valokuvilla, sillä monet suunnitteluratkaisuista on urakoitsijan omia ja ne ovat rakennusaikaisia ratkaisuja, eivät pysyviä rakenteita. Tippuvesisuojausten kohdalla on kuitenkin tärkeää, että se on toteutettu olemassa olevien suunnitelmien mukaan ja niille on laadittu kaikki vaadittavat dokumentit, kuten esimerkiksi mallikatselmuspöytäkirjat sekä itselleluovutusdokumentit valokuvineen.

Taulukko 7. Riskin 11 urakoitsijan tarkistuslista koskien kalliohalkeamista tippuvaa vettä.

Riski 11. Vesivuodot kallioista ja maanpinnalta aiheuttavat laatu- ja turvallisuusriskejä			
Kalliossa olevista halkeamista tippuva vesi tulee tukkia			
URAKOITSIJAN TARKISTUSLISTA			
Suunnitteluratkaisu	Työmaatodentaminen	Todentamisdokumentti	pvm/henkilö
Kalliokatosta tippuva vesi haihdutetaan tippuvesisuojausten avulla erityisen herkissä tiloissa kuten sähkötiloissa.	Tarkistetaan, että tippuvesisuojaus on asennettu.	Valokuva(t), katselmuspöytäkirjat, itselleluovutukset	
Kalliokatosta tippuva vesi haihdutetaan haihdutuspeltien avulla paikoista, joissa ei jälki-injektointia voida enää tehdä.	Tarkistetaan, että haihdutuspellit on asennettu.	Valokuva(t)	
Kalliosta valuva vesi ohjataan putkien avulla pois sisätiloista esimerkiksi pumppaamoon.	Tarkistetaan, että vedet on ohjattu pois sisätiloista.	Valokuva(t)	
Kartoitetaan kalliovuotojen paikat laatimalla vuotokartta.	Laaditaan vuotokartta kalliovuotovesistä.	Vuotokartta, valokuva(t)	

5 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, kuinka Kuivaketju10-toimintamallia voitaisiin soveltaa nykyistä paremmin yhdistelmähankeissa. Opinnäytetyössä laadittiin toimintamallille uusi riskikohta, niin sanottu riski 11, joka käsittelee erityisesti yhdistelmähankeisiin soveltuvia suunnitteluratkaisuja. Niiden tarkoitus on auttaa urakoitsijaa soveltamaan nykyistä tehokkaammin kosteudenhallinnan haasteita haastavissa olosuhteissa.

Suunnitteluratkaisut toteutettiin samaan tyyliin kuin Kuivaketju10:ssä on tehty. Suunnitteluratkaisut jaettiin suunnittelijoiden sekä urakoitsijan tarkistuslistoihin, joissa pohdittiin, kuka suunnitteluratkaisun suunnittelee ja kuinka se voidaan työmaalla toteuttaa. Tarkistuslistaan lisättiin myös ehdotukset todentamisdokumenteista, kuinka tehty työ todetaan tehdyksi.

Opinnäytetyöprosessin aikana havaittiin, että aihe on laaja. Sitä voitaisiin kehittää lähes loputtomasti, jotta Kuivaketju10:stä saataisiin kaikki hyöty irti myös yhdistelmähankei-

den osalta. Riskin 11 kohdat ovat ehdotuksia, joita voisi ottaa käyttöön tarvittaessa myös varsinaiseen Kuivaketju10-toimintamalliin. Mikäli maanpäällistä ja maanalaista rakentamista yhdistelevässä rakennushankkeessa käytetään Kuivaketju10-toimintamallia, olisi hyvä, että toimintamallissa olisi olemassa kohteen erityispiirteet huomioon ottavia suunnitteluratkaisuja. Tällöin olosuhteisiin ja laatuun pystyttäisiin kiinnittämään entistä paremmin huomiota ja kosteusvaurioita saataisiin ennaltaehkäistyä nykyistä paremmin.

Opinnäytetyössä pääteltiin, että suunnitteluvaihe on erittäin tärkeässä osassa Kuivaketju10-toimintamallia. Projektissa on mukana lukuisia suunnittelijoita, asiantuntijoita sekä rakentajia, joiden yhteistyöllä on suuri merkitys toivotunlaisen lopputuloksen saavuttamisessa. Yhteistyön merkitystä ei voi riittävästi korostaa.

Terve ja hyvinvoiva rakennus on asia, joka vaikuttaa jokaisen ihmisen elämään joka päivä niin kotona, töissä kuin harrastuksissakin. Jotta rakennuksesta tulee terveellinen paikka elää ja olla, on kosteudenhallinta avainasemassa sen saavuttamisessa. Siitä syystä kosteudenhallinta on aihe, joka ei vanhene, vaan sitä tulee kehittää jatkuvasti entistä paremmaksi. Kuivaketju10:n kaltaiset toimintamallit ovat kehitetty juuri sitä varten.

Lähteet

Betonin lujuus riippuu vesi-sementtisuhteesta. Verkkoaineisto. Finnsementti Oy. <<https://finnsementti.fi/palvelut/tietoa-betonista/tietoa-betonista-pienrakentajalle-ja-rautakauppiaalle/betonin-lujuus-riippuu-vesi-sementtisuhteesta/>>. Luettu 25.12.2019.

Ilman kosteus. 2019. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <<https://ilmatieteenlaitos.fi/ilman-kosteus>>. Luettu 22.1.2020.

Kuivaketju10. 2019. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <<http://kuivaketju10.fi/>>. Luettu 16.11.2019.

Kuivaketju10. 2018a. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Kosteudenhallintakoordinaattori_150313.pdf>. 13.3.2018. Luettu 24.11.2019.

Kuivaketju10. 2018b. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Ka%CC%88ytto%CC%88_150313.pdf>. 13.3.2018. Luettu 24.11.2019.

Kuivaketju10. 2018c. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Ka%CC%88ytto%CC%88o%CC%88notto_150313.pdf>. 13.3.2018. Luettu 24.11.2019.

Kuivaketju10. 2018d. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Riskilista_150313.pdf>. 13.3.2018. Luettu 16.11.2019.

Kuivaketju10. 2018e. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Suunnittelu_150313.pdf>. 13.3.2018. Luettu 17.11.2019.

Kuivaketju10. 2018f. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/08/Kuivaketju10-Todentamisohje_20180403.xls>. 3.4.2018. Luettu 17.11.2019.

Kuivaketju10. 2018g. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/04/Kuivaketju10-Tyo%CC%88maatoteutus_150313.pdf>. 13.4.2018. Luettu 18.11.2019.

Kuivaketju10. 2018h. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Tilaaminen_150313.pdf>. 13.3.2018. Luettu 17.11.2019.

Kuivaketju10 vähentää merkittävästi kosteusvaurioita. 2019. Verkkoaineisto. Rakentamisen Laatu RALA ry. <<https://www.rala.fi/tuotteet/kuivaketju10/>>. Luettu 16.11.2019.

Kosteuden siirtyminen. 2008. Verkkoaineisto. Helsingin, Espoon ja Vantaan Terveelliset tilat, Sisäilmayhdistys ry. <<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuden-siirtyminen>>. Luettu 22.12.2019.

Lämpötilat ja kosteus. 2020. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos. <<https://ilmatieteenlaitos.fi/lampotila-ja-kosteus>>. Luettu 22.1.2020.

Myller, Veikko. Verkkoaineisto. Rakennustyömaan sääsuojaus ja olosuhdehallinta. <https://www.tts.fi/files/656/Esitys_BUS_2_Rakennustyomaan_saasuojaus_Veikko_Myller.pdf>. Luettu 30.12.2019.

Niemi, Sami. 2010. Betonirakenteiden kosteuden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen. Verkkoaineisto. <<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>>. Luettu 27.12.2019.

Pesonen, Reijo & Kaarnattu, Risto. 2012. Piilevien kosteusvaurioiden aiheuttamat terveyshaitat – selvittäminen terveydensuojelulain mukaisilla asunnontarkastuksilla. Opinnäytetyö. Kuopio: Itä-Suomen yliopisto. <<https://hometalkoot.fi/file/15824.pdf>>. Luettu 30.12.2019.

Pursiainen, Teemu. 2018. Suhteellinen ilmankosteus. Verkkoaineisto. <<http://kosteusmittaus.fi/suhteellinen-ilmankosteus/>>. 28.12.2028. Luettu 22.1.2020.

Ritola, Jouko & Vuopio, Jaakko. 2002. Kalliotilojen vesitiiveyden hallinta. Verkkoaineisto. <<https://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2002/T2147.pdf>>. Luettu 25.12.2019.

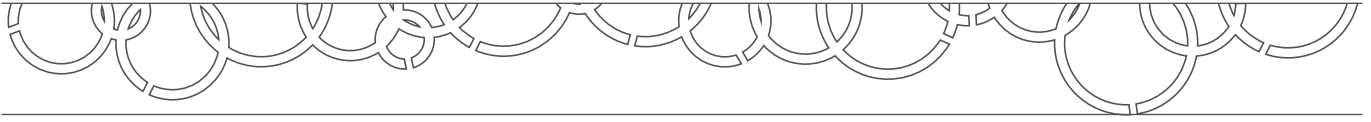
Teriö, Olli & Hämäläinen, Jari. 2017. Kestävä rakentaminen – Rakennusaikainen kosteudenhallinta ja energiatehokkuus. Helsinki: Opetushallitus.

YIT Oyj. 2020. Verkkoaineisto. <<https://www.yitgroup.com/fi>>. Luettu 22.1.2020.

Kuivaketju10-riskilista

Riittämätön kokonaisaikataulu vaikeuttaa merkittävästi Kuivaketju10:n onnistumista.

- 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 ilmansulkerakenteiden 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.



Epärealistinen aikataulu:

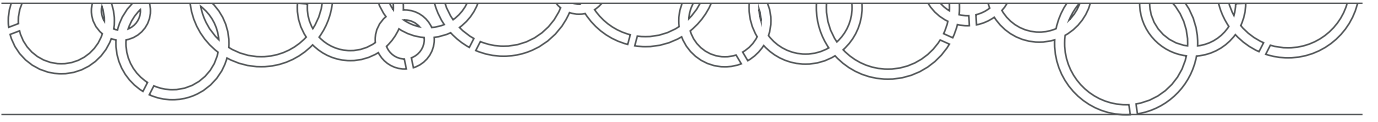
Riittämätön kokonaisaikataulu vaikeuttaa merkittävästi Kuivaketju10:n onnistumista.

- **Suunnitteluun, työmaavaiheeseen ja käyttöönottoon täytyy varata riittävästi aikaa**
 - Jotta Kuivaketju10-riskilistan riskit on mahdollista torjua rakennusprosessin eri vaiheissa, täytyy kaikkiin vaiheisiin varata riittävästi aikaa. Liian tiukalla aikataululla toteutetussa hankkeessa työtä on mahdoton tehdä Kuivaketju10-toimintamallin mukaisesti.

Maanvaraisten rakenteiden kastuminen:

1. Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakenteita

- **Maanpinta pitää kallistaa rakennuksesta pois päin**
 - Maanpinta tulee olla kauttaaltaan kallistettuna rakennuksesta pois päin, jotta pintavedet eivät kastele rakennuksen perustuksia. Vähimmäiskallistuksena rakennuksen ympärillä pidetään yleensä kolmen metrin etäisyyteen saakka 1:20 (15 cm:ä 3 metrin matkalla). Riittävät maanpinnan kallistukset ovat osa toimivaa tontin kuivatusjärjestelmää.
- **Rakennuksessa tulee olla toimiva salaojitusjärjestelmä**
 - Salaojitusjärjestelmän tarkoituksena on rakennuksen vierustojen ja alusrakenteiden kuivattaminen. Tällä estetään kosteuden siirtyminen maapohjasta rakenteisiin. Järjestelmän pitää olla yhtenäinen kokonaisuus sisältäen varsinaisen salaojaputkituksen ja oikeanlaiset maa-aineskerrokset. Salaojaputken yläpinta sijaitsee aina perustuksen alapintaa alempana tai anturan ja sokkelin välissä tulee olla kapillaarikatko. Pohjamaanpinta ja salaojaputkisto tulee olla riittävästi kallistettu, jotta vesi virtaa kokoojakaivolle saakka.
- **Pinta- ja sadevedet pitää ohjata pois rakennuksen viereltä myös poikkeustilanteissa**
 - Pinta ja sadevedet tulee johtaa hallitusti pois kattopinnoilta ja kaikilta pihan vettä läpäisemättömiltä pinnoilta. (Pintavesisuunnitelma.) Tämän lisäksi tulee suunnitella vaihtoehtoinen sadevesijärjestelmä poikkeustilanteita varten. Varsinaisen järjestelmän tukkeutuessa pitää vedet johtaa esimerkiksi pintoja pitkin riittävän kauas rakennuksesta.



Ulkoseinän vesivuodot:

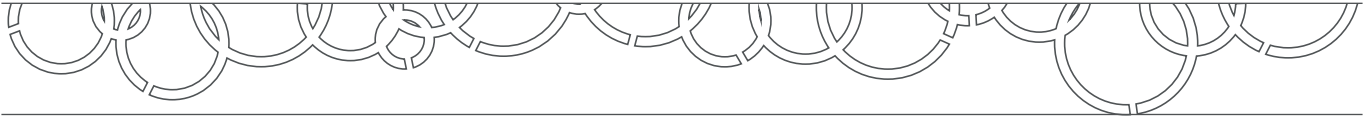
2. Sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinärakenteen sisälle

- **Ulkoseinärakenteessa täytyy olla yhtenäinen vesitiivis kerros**
 - Sadevettä pääsee tunkeutumaan julkisivupinnan taakse erityisesti liitoksien sekä ikkuna- ja oviliittymien kautta. Julkisivupinnassa tai heti sen takana tulee olla yhtenäinen roiskevedenpitävä kerros tai pinta, jolla estetään veden tunkeutuminen syvemmälle rakenteeseen. Huomiota tulee kiinnittää erityisesti liitoksien, liittymien ja läpivientien detaljisuunnitteluun. Seinärakenteen täytyy lisäksi mahdollistaa sisältäpäin tulevan vesihöyryn poistumisen rakenteesta.
- **Julkisivupinnan taakse päässyt vesi pitää johtaa hallitusti pois seinärakenteesta**
 - Julkisivupinnan taakse tunkeutuneen veden poisto täytyy järjestää hallitusti. Pääsääntöisesti vedenpoisto järjestetään bitumikermikaistojen tai pellitysten avulla seinän alareunasta, ikkuna- ja oviaukkojen yläpuolelta sekä seinien epäjatkuvuuskohdista. Rakenteen pitää pystyä kuivumaan riittävän nopeasti kosteusrasituksen jälkeen. Ylimääräisen kosteuden poisto julkisivupinnan takaa edellyttää rakenteellisen vedenpoiston lisäksi taustan tuulettamista kauttaaltaan.

Vesikaton läpäisevä vesisade

3. Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan

- **Aluskate on tehtävä niin vedenpitäväksi, että se toimisi myös ainoana katteena**
 - Aluskatteen pitää toimia vesikatteen tavoin täysin vedenpitävästi ilman varsinaista katettakin. Läpivientien ja ylösnostojen vesitiivis toteutustapa tulee esittää suunnitelmissa. Tuulenpaineesta aiheutuva sadeveden nousu ylöspäin pitkin aluskatetta tulee myös ottaa huomioon suunnittelussa. Oikein toteutettuna vesikatteen läpäisevä vesi poistuu aluskatetta pitkin ulkoseinärakenteen ulkopuolelle tunkeutumatta yläpohjaan tai muualle rakennukseen. Aluskatteetomia vesikattoja, kuten esimerkiksi huopakattoja, koskevat samat tiiveysvaatimukset kuin aluskatetta.
- **Aluskatteen käyttöiän pitää olla vähintään vesikatteen käyttöiän pituinen**
 - Vesikatto vaatii toimiakseen ehjän ja yhtenäisen aluskatteen. Koska aluskatteen uusiminen vaatii käytännössä myös vesikatteen uusimisen, tulee aluskatteen ja siihen liittyvien osien, tiivistysten ja muiden vastaavien käyttöiän olla vähintään yhtä pitkiä kuin varsinaisen vesikatteen.



Ilmansulun vuotokohdat

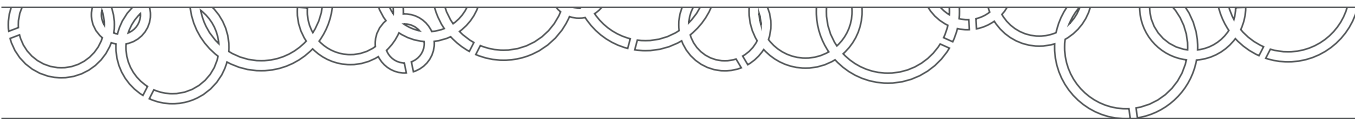
4. Kosteutta siirtyy ilmansulkukerroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi.

- **Ilmansulun läpiviennit ja liittymät tulee suunnitella ja toteuttaa ilmatiiviiksi**
 - Jotta riittävä ilmatiiviyys saavutetaan, täytyy suunnittelijan suunnitella detaljit läpivientien, ikkuna- ja oviaukkojen sekä rakennetyyppien välisten liitosten ilmatiiviistä toteutuksesta. Kaikkien ilmansulun läpivientien ja liitosten tulee säilyä tiiviinä koko rakennuksen käyttöajan ajan. Liitosdetaljit tulee esittää vähintään 1:5 mittakaavassa. Ilmansulkukerros toimii yleensä höyryn-sulkumuovi tai tiivis runkorakenne.
- **Sisäpuolisen ilmapuotoluvun pitää olla alle yksi**
 - Riittäväällä ilmatiiviydellä varmistetaan, ettei rakennuksessa ole ilmapuotokohtia, joiden kautta rakenteisiin pääsisi siirtymään ylimääräistä kosteutta. Ennen sisäleivytystä suoritetaan lämpökuvaukset mahdollisten ilmapuotojen löytämiseksi. Kuvauksen ajaksi rakennukseen muodostettava alipaine voidaan toteuttaa esimerkiksi kanavapuhaltimella. Rakennuksen käyttöönoton yhteydessä suoritetaan virallinen tiiveysmittaus, johon voidaan tarvittaessa yhdistää lämpökuvaukset.

Ilmanvaihdon puutteellinen toiminta

5. Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin

- **Ilmamäärät täytyy mitoittaa riittävän suuriksi ja järjestelmä tulee säätää suunnitelmien mukaiseksi**
 - Ilmanvaihto täytyy mitoittaa rakennuksen käyttötavan ja käyttäjien määrän perusteella. Ilmanvaihdon säädölle pitää varata riittävästi aikaa rakennuksen käyttöönotossa. Ilmavirrat tulee säätää siten, että rakennuksen painesuhteet ovat mahdollisimman lähellä tasapainotilannetta. Kokonaisilmanvaihtokertoimen ja tilakohtaisten ilmamäärien tulee olla määräysten mukaisia.
- **Märkätilojen käytöstä aiheutuva kosteuskuorma pitää poistaa tehokkaasti**
 - Riittäväillä tulo- ja poistoilmamäärillä ylimääräinen kosteus saadaan poistettua märkätiloista pintojen ja rakenteiden vaurioitumatta. Märkätiloissa tulisi käyttää ilman kosteuden mukaan automaattisesti säätynyttä tai manuaalisesti tehostettavaa ilmanvaihtoa. Oikein mitoitettun ilmanvaihdon pitäisi kuivattaa märkätilan pinnat käytön jälkeen noin puolessa tunnissa.



Vesiputkien vuodot

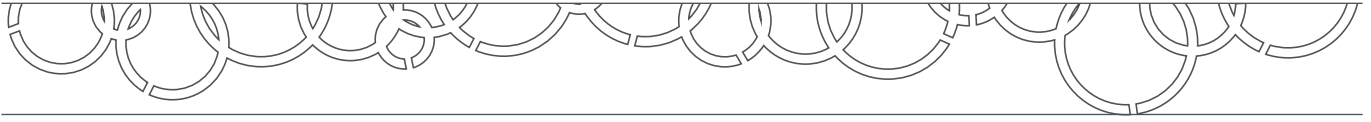
6. Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kiinteistöön laajoja vesivahinkoja

- **Vesiputket pitää koeponnistaa ennen niiden peittämistä**
 - Käyttövesi- ja lämmitysputkien tiiveys tulee varmistaa koeponnistuksella, kun kaikki liitososat ovat vielä näkyvillä. Koeponnistusta suorittaessa täytyy huomioida eri materiaalien erilaiset vaatimukset käytettävästä koemenetelmästä.
- **Käyttövesiputket asennetaan aina suojaputkeen**
 - Käyttövesiputkien vuodot aiheuttavat laajoja vesivahinkoja kaiken tyyppisissä rakennuksissa. Vesiputket täytyy aina asentaa suojaputkiin siten, että mahdollinen vuoto purkautuu tilaan, jossa on lattiakaivo ja vuotoveden kestävä pintarakenteet. Käyttövesi- ja lämmitysverkoston vuotojen hälytysjärjestelmä pienentää vahingon riskiä, mutta ei korvaa rakenteellisia ratkaisuja, jotka tuovat vuodon esiin.

Märkätilan pintojen vesitiiveys

7. Huonosti toteutetussa märkätilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet

- **Lattiapinnat täytyy kallistaa koko alaltaan riittävästi kohti lattiakaivoa ja pinnoissa ei saa olla painanteita**
 - Märkätilan lattiapinnan kallistukset pitää toteuttaa siten, että ne johtavat veden lattiakaivoon ja pinnan täytyy lisäksi olla niin tasainen, ettei vesi lammikoidu lattialle. Tämän toteuttamiseksi suunnitelmissa tulee olla merkittynä lattiapinnan korkeudet vähintään nurkissa sekä lattiakaivon ja kynnyksen kohdalla. Korkeustasot ja pinnan tasaisuus tulee varmistaa ennen vedeneristystöitä.
- **Märkätilan pinnoille pitää tehdä vain välttämättömimmät läpiviennit**
 - Läpivientien sijoittamista märkätilojen lattia- ja seinäpinnoille täytyy välttää. Lattiapintaan saa tehdä ainoastaan välttämättömimmät viemäri- ja läpiviennit. Lattiakaivoa lukuun ottamatta läpiviennit pitää tehdä riittävän etäälle roiskevesialueelta. Läpiviennit tulee sijoittaa riittävän etäälle viereisistä pinnoista ja katkaista niin korkealta, että niiden vesieristäminen on mahdollista.
- **Vedeneristyksen täytyy olla kauttaaltaan riittävän paksu ja se tulee varmistaa mittaamalla**
 - Vedeneristyksen tekijällä täytyy olla märkätilojen vedeneristäjän sertifikaatti. Vedeneristys pitää toteuttaa siten, että eristettävillä pinnoilla on kauttaaltaan riittävä kerrospaksuus. Asentajalla tulee olla käytössä detaljipiirroksiset vedeneristyksen liittymisestä lattiakaivoon, hanakulmarasioihin ja muihin läpivienteihin sekä tulvakynnykseen. Valmiin vedeneristyksen kuivakalvon paksuus tulee varmistaa luoppimittauksella.



Betoni- rakenteiden päällysteiden vaurioituminen

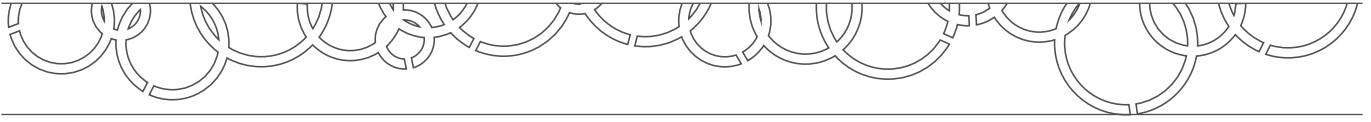
8. Kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällystemateriaalin turmeltumisen

- **Betonirakenteet täytyy kuivata oikeassa lämpötilassa ja kosteuspitoisuudessa**
 - Betonin kuivumiselle tulee mahdollistaa suotuisat olosuhteet, koska kuivuminen on tehokasta vasta kun kuivatettavien tilojen lämpötila on noin +20 °C ja suhteellinen kosteus alle 50 %. Kuivatettavaa tilaa voidaan joutua lämmitämään sekä lisäämään tilan tuuletusta tai käyttämään kosteudenpoistajaa. Pinnan liian nopea kuivuminen täytyy kuitenkin rajoittaa halkeilun vähentämiseksi.
- **Betonirakenteiden kosteuspitoisuus pitää varmistaa mittauksin**
 - Päällystettävien betonirakenteiden riittävällä kuivumisella varmistetaan, etteivät käytetty päällysmateriaali ja mahdollinen kiinnitysliima turmellu alusrakenteen kosteudesta. Kuivumisen etenemistä tulee seurata kosteusmittauksin koko kuivatusjakson ajan. Betonirakenteiden pinnoituskelpoisuus tulee osoittaa luotettavin, asiantuntijan tekemin kosteusmittauksin. Suunnittelijan yhdessä mittauskonsultin kanssa asettamat kosteuspitoisuuden raja-arvot tulee alittaa huomioiden mittaustekniikan epätarkkuus.

Materiaalien kastuminen

9. Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen

- **Materiaalit pitää suojata kastumiselta**
 - Rakennukseen käytettävät materiaalit tulee suojata huolellisesti kastumiselta. Jos materiaaleja kuitenkin pääsee kastumaan, tekee rakennesuunnittelija arvion siitä, täytyykö materiaalit uusia vai voiko ne kuivata ja miten kuivaminen tulee suorittaa. Kastuneita tai turmeltuneita materiaaleja ei saa asentaa rakennukseen. Työmaalla tulee suosia materiaalien täsmätoimituksia työmaa-varastoinnin sijaan. Pakollisen varastoinnin tulee olla hyvin suunniteltua ja sen toteutusta tulee seurata.
- **Rakenteiden suojaaminen täytyy ratkaista jo suunnitteluvaiheessa**
 - Suunnitteluvaiheessa tulee esittää kastumiselle alttiiden rakenteiden ja rakennusosien suojauskeinot. Esimerkiksi betonielementtien suojaus valmistuksen, kuljetuksen, varastoinnin ja asennuksen aikana tulee suunnitella tarkoin. Rakennustyönaikaisten sulamis- ja sadevesien poisjohtaminen holveilta tulee ratkaista yhdessä urakoitsijan kanssa. Työjärjestysten tulee olla sellaisia, että rakentamiskäytännön kuivanapito on mahdollista. Sisäpuolisia kastumiselle alttiita työvaiheita ei saa tehdä, ennen kuin rakennuksen vajppa on ummessa lumi- ja vesisadetta vastaan.



Heikko ylläpito

10. Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti

- **Rakennusta täytyy tarkkailla jatkuvasti**
 - Silmämääräisesti poikkeavat havainnot tulee tarkastaa ja tutkia. Pintojen värimuutokset, kupruilut sekä poikkeavat hajut ovat jo merkittäviä muutoksia, joiden johdosta täytyy ryhtyä välittömiin toimenpiteisiin muutosten syiden selvittämiseksi ja korjaamiseksi.
- **Rakennusta tulee ylläpitää (huoltaa ja kunnossapitää) laaditun huoltokirjan mukaisesti**
 - Rakennuksesta pitää laatia huoltokirja, johon on sisällytetty Kuivaketju10-osio. Osiossa on esitetty vaatimukset niistä riskilistan riskeistä, joihin liittyy ylläpito-toimenpiteitä. Huoltokirjassa tulee esittää vaadittavat säännölliset tarkastukset ja huoltotoimenpiteet. Kirjan tulee sisältää tiedot rakennusosien käyttöikäta-voitteista, arvioiduista kunnossapitajaksoista sekä kunnossapitotoimenpiteistä. Huoltokirjan tulee sisältää riittävästi tietoa rakennuksen ja sen osien ylläpidon järjestämiseksi. Ylläpidon toteuttamista tulee seurata ja dokumentoida.



RAKLI
Tilaa elämälle

 SKOL

 RTY

 KUIVAKETJU10



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

 **Rakennusteollisuus**

RALA
RAKENTAMISEN LAATU