

Klaus Hentilä

PUURAKENTEISTEN PIENTALOJEN KOSTEUDENHALLINTA

PUURAKENTEISTEN PIENTALOJEN KOSTEUDENHALLINTA

Klaus Hentilä
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, tuotantotekniikka

Tekijä: Klaus Hentilä

Opinnäytetyön nimi: Puurakenteisten pientalojen kosteudenhallinta

Työn ohjaaja: Juha-Matti Toppi

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 33

Rakennusten rakennus- ja käytönaikaisen kosteudenhallinnan merkitys on kasvanut viime vuosina toistuvasti esille tulleiden kosteusongelmien vuoksi. Kosteudenhallinnan tueksi on luotu Ympäristöministeriön asetukseen pohjautuen Kuivaketju10-toimintamalli Oulun rakennusvalvonnan ja Rakentamisen Laatu RALA ry:n yhteistyönä. Kuivaketju10 on kuitenkin koettu turhan raskaaksi työkaluksi pientalorakentamiseen. Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Rakennuspalvelu Kokolle oma kosteudenhallintajärjestelmänsä, jota on helppo käyttää ja joka on kohdennettu juuri tilaajayrityksen kohteisiin.

Opinnäytetyössä perehdyttiin puurakenteisten pientalojen kosteudenhallintaan suunnitteluvaiheesta rakennusten valmistumiseen ja käytönaikaiseen ylläpitoon asti. Lisäksi selvitettiin kyselyin muiden isompien kaupunkien toimintatapoja pientalojen kosteudenhallintaan. Kosteudenhallinnan tueksi luotiin kosteudenhallintaselvitys sekä suunnittelijoiden ja urakoitsijan tarkastuslistat, jotka pohjautuvat TOPTEN-ohjekorttiin 117c, Kuivaketju10:een sekä Rakennuspalvelu Kokolta saatuihin tietoihin. Oulun rakennusvalvonnasta selvitettiin toimintamallin hyväksyjiksi pätevät henkilöt.

Opinnäytetyössä saatiin luotua selkeä ja yksinkertainen kosteudenhallintamalli, jota ei kuitenkaan saatu toistaiseksi ottaa yrityksen käyttöön. Toimintamallia tarkastaneet henkilöt näkivät parhaaksi vaihtoehdoksi kehittää olemassa olevaa Kuivaketju10-mallia, jolloin kehitystyöstä hyötyisivät kaikki pientalorakentajat. Rakentamisen Laatu RALA ry selvittää rahoitusta ja mahdollisuuksia Kuivaketju10-järjestelmän kehittämiseen käytännöllisemmäksi. Rahoituksen kaatuessa tai kehitystyön osoittautuessa pitkäksi prosessiksi opinnäytetyössä kehitetty kosteudenhallintamalli otetaan uudestaan tarkasteluun.

Asiasanat: kuivaketju, kosteudenhallinta, puurakentaminen

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, House Building Engineering

Author: Klaus Hentilä

Title of thesis: Humidity Control for Wooden Detached Houses

Supervisor: Juha-Matti Toppi

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: 33

The importance of humidity management during the construction and operation of buildings has increased due to the humidity problems that have repeatedly arisen in recent years. To support humidity management, Kuivaketju10 operating model has been created based on a decree of the Ministry of Environment in co-operation between Oulu Building Supervision and Rakentamisen laatu RALA ry, which controls the quality of construction. The aim of the thesis was to develop Rakennuspalvelu Kokko's own simple humidity management system.

The thesis focused on the humidity management of wooden detached houses from the design stage to the completion and in-service maintenance of the buildings. In addition, the studies examined the practices of other larger cities in controlling humidity in detached houses. To support humidity management, a humidity management report and checklists for designers and contractors were created. The persons suitable for approving the operating model were determined from Oulu Building Supervision.

The thesis created a clear and simple humidity management model, which, however, has not been made available to the company so far. Instead, the persons who examined the operating model saw the best option to be to develop the Kuivaketju10 model, which means that all detached house builders will benefit from the development work. If the development work does not proceed, the operating model developed in the thesis will be re-examined.

Keywords: dry chain, humidity management, wood construction

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KOSTEUDENHALLINNAN OSA-ALUEET	7
2.1	Tilaaminen.....	8
2.2	Suunnittelu	8
2.3	Työmaatoteutus.....	9
2.4	Käyttöönotto	10
2.5	Käyttö	11
2.6	Kosteudenhallintakoordinaattori	11
2.7	Riskilista	12
2.8	Rakennusvalvonta.....	13
3	RAKENNUSAIKAINEN KOSTEUDENHALLINTA.....	15
3.1	Rakennusmateriaalin ja rakenteiden suojaus	16
3.2	Maatyöt ja perustukset	18
3.3	Yläpohja ja vesikatto	19
3.3.1	Loivat katot.....	20
3.3.2	Jyrkät katot.....	21
3.4	Ulkoseinät.....	21
3.5	Alapohja	22
3.6	Ilmanvaihto	23
3.7	Vesi- ja viemärijärjestelmä.....	23
3.8	Märkätilat.....	24
3.9	Rakennuskosteus.....	24
4	TOIMINTATAPOJA ERI KUNTIEN RAKENNUSVALVONNOISSA	26
5	KOSTEUDENHALLINTAJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN	27
6	YHTEENVETO	30
	LÄHTEET.....	31

1 JOHDANTO

Kosteudenhallinta rakentamisessa on noussut viime vuosina otsikoihin yhä useammin. Rakennuksissa esiintyvät kosteusvauriot ovat lisääntyneet. Rakennusvalvonnoissa on herätty ongelmaan, ja vanhojen vaurioituneiden rakennusten korjauksen sijaan on keskitytty uusien kosteusvaurioiden ehkäisyyn panostamalla kosteudenhallintaan rakennuksen suunnittelusta sen käytönaikaiseen ylläpitoon asti. (1, s. 3.)

Monilla kaupungeilla, mukaan lukien Oulu, on käytössään rakennusvalvonnassa Kuivaketju10-toimintamalli kosteudenhallintaan. Kuivaketju10 sisältää riskilistan, johon on koottu kymmenen keskeisintä rakennuksen kosteudenhallintaan liittyvää asiaa, joita tulisi tarkkailla rakennusvaiheessa sekä rakennuksen elinkaaren aikana. Kuivaketju10 on kuitenkin koettu turhan raskaaksi työkaluksi pientalokohteisiin.

Kuivaketju10:n riskilistassa on paljon suunnittelu- ja todentamiskohtia, jotka eivät liity puurakenteisiin pientaloihin, mutta niitä ei saada suoraan kytettyä pois. Ylimääräiset kohdat täytyy poistaa listalta jokaisen uuden hankkeen kohdalla. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää ja tuottaa kosteudenhallintaan kevyempi ja käyttäjäläheisempi työkalu. Työkalusta tulee löytyä pääkohdittain samat asiat kuin Kuivaketju10:stä, mutta siitä pyritään vähentämään pois kaikki epäolennaiset kohdat.

Ensimmäiseksi perehdytään Kuivaketju10:n sisältöön ja etsitään tietoa kosteudenhallinnan vaatimuksista eri kaupunkien rakennusvalvonnoista. Tämän jälkeen lähdetään rakentamaan mahdollisimman selkeää työkalua kosteudenhallintaan. Lopuksi työkalu hyväksytetään henkilöllä, jolla on valtuudet todeta kehitetty kosteudenhallintamalli päteväksi. Tässä työssä tehtävä kuivaketjutyökalu lisätään liitteeksi opinnäytetyöhön, mutta sitä ei julkaista.

Työn tilaajana toimii Rakennuspalvelu Kokko Oy, jonka pääasiallisia kohteita ovat puurakenteiset pientalot, erillistalot sekä hallit. Kokko rakentaa myös liiketiloja, palvelutaloja sekä rivitaloja. Yritys on perustettu vuonna 2009 Haukiputaalla, mutta vuoden 2018 joulukuusta asti päätoimipiste on sijainnut Sammaltiellä Oulussa. Yritys työllistää noin 30 henkilöä. (2, Yritys.)

2 KOSTEUDENHALLINNAN OSA-ALUEET

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta (782/2017) on määritetty, että kaikissa luvanvaraisissa hankkeissa täytyy laatia kosteudenhallintaselvitys, jonka laatii rakennushankkeeseen ryhtyvä tai ryhtyvän hankkima asiantuntija. Kosteudenhallintaselvityksessä tilaaja tuo esiin hankkeen vaatimukset, reunaehdot, henkilöresurssit sekä toimintamallin hankkeen kokonaisvaltaiseen kosteudenhallintaan. Kosteudenhallintaselvitystä tulee käyttää aina liitteenä suunnittelu- ja urakkatarjouspyyntö- sekä sopimusasiakirjojen kanssa. (3, s. 1.)

Kosteudenhallintaselvityksen sisältö riippuu hankkeen luonteesta ja laajuudesta. Pienemmissä kohteissa riittää vähäisempi selvitys kosteusriskien ollessa vähäisempiä, kun taas isommissa kohteissa selvitys voi olla todella laaja. Kosteudenhallintaselvityksestä tulee löytyä

1. hankkeen yleistiedot
 - luonne
 - aikataulu
 - toteutusmuoto
2. kosteudenhallinnan henkilöresurssit
 - kosteudenhallintakoordinaattori
 - suunnittelijoiden ja valvojien tehtävät ja vastuut
 - päätoteuttajan kosteudenhallinnasta vastaava henkilö
 - kosteusmittauksista vastaavat henkilöt
 - työvaihetarkastuksia suorittavat henkilöt
3. kosteudenhallinnan konkreettiset vaatimukset
 - rakennushankkeeseen ryhtyvän tavoite ja tahtotila
 - vaatimukset suunnitteluvaiheeseen
 - vaatimukset rakentamisvaiheeseen
 - vaatimukset valmistumis-/käyttöönottovaiheeseen
4. toimenpiteet ja menettelyt
 - hankkeen kosteusriskit ja toiminnot niiden välttämiseksi
 - suunnittelun ohjausmenettelyt
 - suunnitteluratkaisut
 - päätoteuttajan toimenpiteet

- kosteudenhallinnan menettelytavat rakennustyömaalla
- rakennuksen terveellisuuden osoittamisen toimenpiteet
- mahdollinen käytönaikainen seuranta. (4, linkit Toimenpiteet→Kosteudenhallintaselvitys.)

2.1 Tilaaminen

Rakennushankkeella on aina rakennuttaja, josta käytetään myös nimityksiä tilaaja sekä rakennushankkeeseen ryhtyvä. Käytännössä näillä tarkoitetaan tahoa, joka hakee hankkeelle rakennuslupaa. Mikäli ryhtyvällä ei ole vaadittavia pätevyksiä, resursseja ja kokemusta, hän voi hankkia muita asiantuntijoita hoitamaan hänelle kuuluvia tehtäviä, säilyttäen kuitenkin huolehtimisvelvollisuuden velvoitteiden hoitamisesta. (4, linkit Osapuolet→Rakennuttaja.)

Tilaajan tehtäviin kuuluu huolehtia hankkeen kosteusturvallisesta johtamisesta, suunnittelemisesta ja rakentamisesta. Rakennushankkeeseen ryhtyvä varmistaa riittävät valmiudet hankkeen läpiviemiseen, kuten tekniset ja hallinnolliset resurssit. Tilaaja huolehtii hankkeen organisoinnista palkkaamalla hankkeeseen vaatimusten mukaiset suunnittelijat, valvojat sekä kosteudenhallintakoordinaattorin. Erityissuunnittelijoiden tarve määritetään yhdessä tilaajan, pääsuunnittelijan sekä kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa. (4, linkit Osapuolet→Rakennuttaja.)

2.2 Rakennuksen suunnittelu

Hankkeen kosteudenhallinnan suunnittelussa ovat mukana arkkitehti-, sähkö-, lvi- sekä rakennussuunnittelijat. Suunnittelijoiden ensisijaisena tehtävänä on kartoittaa hankkeeseen liittyvät kosteusriskit ja suunnitella sen mukaan rakenteet kosteusvahinkojen välttämiseksi. Havaittujen erityisrakenteiden perusteella suunnittelijat kehittävät todentamishjeen, joka sisältää suunnittelijan tarkistuslistan sekä urakoitsijan tarkistuslistan. Tarkistuslistojen avulla voidaan seurata kosteudenhallintasuunnitelman toteutumista suunnittelussa ja työmaalla. Suunnitelmat käydään läpi kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa, ja koordinaattori hyväksyy tehdyt suunnitelmat ja suorittaa työmaalla tarkastuksia kosteudenhallintasuunnitelman toteutumiseksi. (5, s.1.)

Erityisrakenteiden lisäksi suunnitelmissa tulee ottaa huomioon rakennusaikainen kosteusrasitus. Materiaalitoimitukset tulee suunnitella niin, että ylimääräistä väli-varastointia vältetään. Mikäli väli-varastoinnille jostakin syystä on tarvetta, tulee suunnitella varastointi siten, että materiaalit ovat suojassa sääolosuhteilta ja pysyvät kuivina. Rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan voidaan vaikuttaa myös rakennusajankohdan huomioon ottamisella, jolloin voidaan arvioida työmaalla vallitsevia sääolosuhteita. (6, s. 35.)

2.3 Työmaatoteutus

Pääurakoitsijalla on vastuu kuivaketjun noudattamisesta työmaalla. Hän huolehtii työntekijöiden perehdyttämisestä toimintamalliin ja olosuhdehallinnan onnistumisesta. Työntekijöille tulee perehdyttää vähintään toimintamallin peruseriaatteet ja urakoitsijan tarkistuslista. Tarkistuslistan avulla todennetaan riskejä sisältävien työvaiheiden onnistunut toteutus. Erityisesti työntekijöiden tulee tuntea tarkistuksen alaiset työvaiheet. Kokonaisvastuu urakoitsijan tarkistuslistan todentamisesta määritetään yhdelle henkilölle, jonka kosteudenhallintakoordinaattori hyväksyy. (7, s. 3.)

Olenaisena osana kuivaketjun toteutumista rakennustyömaalla on työmaan olosuhdehallinta. Rakennusmateriaalien kastuminen rakennusvaiheessa voi vaurioittaa koko rakennuksen. Rakennusmateriaalien ja rakenteiden kastuminen tulee estää suojaamalla tarvikkeet ja rakenteet rakennusaikaisen ohjeen mukaisesti. Materiaalien ja rakenteiden sääsuojaus on kaikkien työntekijöiden vastuulla. Työmaalle tulee kuitenkin valita henkilö, joka varmistaa jokaisen työpäivän päätteeksi materiaalien ja rakenteiden suojauksen. Materiaalien varastointi on suunniteltava siten, että materiaalien olosuhdevaatimukset täyttyvät. Kastuneita rakennusmateriaaleja ei saa käyttää. (7, s. 2.)

Rakennustyömaan olosuhdehallinnassa olennaisena riskinä on kosteiden betonirakenteiden päällystäminen. Päällystemateriaalien turmeltumisen välttämiseksi tulee järjestää riittävän kuivat ja lämpimät olosuhteet betonirakenteiden kuivumiselle. Betonin kuivumisolosuhteet ovat parhaimmillaan, kun tilojen lämpötila on noin 20 °C ja suhteellinen kosteus alle 50 %:n. Betonirakenteiden kosteus tulee varmistaa kosteusmittauksin ja raja-arvojen tulee alittua ennen päällystämistä. (7, s. 2.)

2.4 Käyttöönottovaiheen kosteudenhallinta

Rakennuksen käyttöönottovaiheeseen sisältyy monia riskejä kosteudenhallinnassa. Käyttöönottoon tulee käyttää aikaa vähintään muutama viikko, jonka aikana talotekniset laitteet tulee säätää kohdalleen ja varmistaa säätöjen onnistuminen mittauksin. Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto pakottaa kosteuden siirtymään rakenteisiin sen sijaan, että poistaisi ylimääräisen kosteuden rakennuksesta. Tulo- ja poistoilmamäärät mitataan suunnittelijan esittämillä mittalaitteilla eri olosuhteissa. (8, s. 2.)

Ennen rakennuksen luovutusta tulevat käyttäjät ja mahdollinen huoltohenkilökunta perehdytetään rakennuksen toimintaan ja rakennuksen kunnon ylläpitämiseksi vaadittaviin toimenpiteisiin. Käyttäjän ja huoltohenkilökunnan lisäksi perehdytykseen osallistuu kosteudenhallintakoordinaattori, LVI-suunnittelija sekä urakoitsija. Opastuksessa tuodaan esiin suurimmat käytönaikaiset riskit, laitteiden toiminta sekä tarvittavat huoltotoimenpiteet. Erityisesti kiinnitetään huomiota vesikaton, julkisivujen, salaojien ja lvi-järjestelmän toimintaan ja puhdistukseen. Rakennuksen käytönopastus merkitään ylös käyttö- ja huoltokirjaan. (4, linkit Vaiheet→Käyttöönotto→Rakennuksen valmistuksessa.)

Kaikkien säätöjen ja tarkastusten jälkeen kosteudenhallintakoordinaattori suorittaa arvioinnin kuivaketjun onnistumisesta pääurakoitsijan tekemän dokumentoinnin perusteella yhdessä tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa. Mikäli kaikki riskikohdat on onnistuttu torjumaan suunnittelussa, työmaavaiheessa ja käyttöönotossa, toimintamalli on onnistunut. Mahdollisten puutteiden ilmetessä koordinaattori, suunnittelijat sekä urakoitsija arvioivat jatkotoimenpiteet riskien poistamiseksi. (8, s. 3.)

Rakennuksen luovutuksen yhteydessä omistajalle ja ylläpidosta vastaavalle luovutetaan käyttö- ja huoltokirja, suunnitelma-asiakirjat, tarkastusasiakirjat sekä kosteusmittauspöytäkirjat. Huoltokirjassa määritetään kosteusteknisesti riskialttiit paikat ja ohjeet niiden seurantaan sekä eri rakenteiden tarkastusjaksot. Esille tuodaan myös rakennuksen käytönaikaiset kosteushälyttimet, varautuminen vesivuotoihin sekä märkätilojen tuuletuksen ja kuivauksen ohjeet. Huolto-ohjelma tulee perustua valmistajien ilmoittamiin huolto-ohjeisiin ja käyttöikiin. Lisäksi tehdään asukaskansio, jossa tuodaan ilmi asukkaalle kuuluvat huoltotoimenpiteet sekä ohjeet tilojen oikeanlaiseen puhdistukseen. (4, linkit Vaiheet→Käyttöönotto→Ohjeet käyttäjille ja huollolle.)

2.5 Käytönaikainen kosteudenhallinta

Rakennuksen käytön aikana kiinteistöhuolto, kunnossapito ja kuivaketjun toteuttaminen pohjautuvat huoltokirjan sisältöön. Kiinteistöhuoltoa ja kunnossapitoa varten huoltokirjassa tulee olla yksityiskohtaiset käyttöohjeet rakennuksen käyttäjälle ja ylläpito-organisaatiolle. Huoltokirjassa on kuivaketjulle oma osio, jonka avulla rakennuksen käytönaikaisesta kosteudenhallinnasta huolehditaan. Osio sisältää ne kuivaketjun osat, jotka liittyvät käytönaikaisiin ylläpitotoimenpiteisiin. Kahden vuoden päästä käyttöönotosta arvioidaan kuivaketjun vaatimusten toteutumista. (9, s. 1.)

Kunnossapidolla tarkoitetaan korjausrakentamista, eli rakennuksen kunnostavaa korjaamista kohteen alkuperäisen tason ylläpitämiseksi. Kiinteistöhuolto on taas rakennukselle ja sen osille tehtäviä huoltotoimenpiteitä. Huoltokirjan mukaisella kiinteistöhuollolla ja kunnossapidolla rakenteet ja laitteet saavuttavat suunnitellun käyttöiän ja rakennus säilyy kuivana ja terveenä koko elinkaarensa ajan. (9, s. 2.)

2.6 Kosteudenhallintakoordinaattori

Kosteudenhallintakoordinaattori on rakennushankkeessa Ympäristöministeriön asetuksen rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 mukaan hankkeeseen ryhtyvän edustaja, joka vastaa hankkeen kosteudenhallinnan toteutumisesta koko rakentamisprosessin ajan. Kosteudenhallintakoordinaattori nimetään ja ilmoitetaan kosteudenhallintaselvityksessä rakennusvalvontaviranomaisille kaikissa luvanvaraisissa hankkeissa. Pätevyudet koordinaattorin tehtävään myöntää rakennusvalvonta vaadittavan FISEn pätevyystentin läpäisyn sekä työkokemuksen perusteella. (10.)

Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtäviin kuuluu tilaamisvaiheessa varmistaa suunnittelu- ja urakatarjouspyynnöissä sekä sopimuksissa, että kosteudenhallintamalli on esitetty pakollisena vaatimuksena hankkeen toteuttamiselle. Tilaamisvaiheessa koordinaattori myös arvioi hankkeen aikataulun realistisuutta. (11.)

Viimeistään suunnitteluvaiheessa kosteudenhallintakoordinaattori ottaa päävastuun hankkeen kosteudenhallinnan toteutuksen organisoinnista. Koordinaattori varmistaa toimintamallin mukaisen

suunnittelutyön ja arvioi yhdessä suunnittelijoiden kanssa ohjekortin mukaisen kosteusriskien tarkentamisen. Suunnittelijoiden tulee osoittaa koordinaattorille, miten kosteusriskit on poistettu suunnitelmissa. Koordinaattori ja suunnittelijat arvioivat yhdessä urakoitsijan kanssa suunnitelmien toteuttamiskelpoisuuden. (11.)

Työmaavaiheessa koordinaattorin tehtäviin kuuluu työmaaorganisaation perehdyttäminen toimintamalliin yhdessä suunnittelijoiden kanssa, työmaakokouksiin osallistuminen sekä vierailut työmaalla säännöllisin väliajoin. Työmaan edetessä koordinaattori varmistaa urakoitsijan suorittamien riskikohtien ja -rakenteiden todentamisen ja dokumentoinnin sekä raportoi rakennuttajalle ja rakennusvalvontaan. (11.)

Käyttöönottovaiheessa koordinaattori osallistuu ohjaukseen ja valvontaan sekä huoltohenkilökunnan ja käyttäjien opastukseen. Tehtävien valmistuttua koordinaattori arvioi yhdessä tilaajan, suunnittelijoiden ja urakoitsijan kanssa toimintamallin onnistumisen. Rakennuksen käytön aikana koordinaattori arvioi ensimmäisen kahden vuoden jälkeen toimintamallin toteutumista, tarkistaa rakennuksen toimintakunnon yhdessä ylläpidosta vastaavan henkilön kanssa sekä kirjoittaa tarkastuksesta raportin. (12, s. 6–7.)

2.7 Riskilista

Kuivaketju10-toimintamallissa rakennuksen kosteusriskit on jaettu kymmeneen pääkohtaan. Riskien toteutuminen pyritään estämään oikeanlaisen suunnittelun ja toteutuksen avulla (kuva 1). Riskilistan eri kohdat sisältävät suunnittelu-, todentamis- ja raportointitehtäviä hankkeen eri osapuolille. Riskilista sisältää kosteudenhallinnan kannalta olennaisia rakenteita sekä ilmanvaihdon ja vesitekniikan toteutus- ja säätötapoja. Listassa kiinnitetään huomiota myös betonirakenteiden kuivumisaikoihin ja materiaalien ja rakenteiden kastumiseen rakennusaikana. Viimeiseinä huomioitavana asiana esille tuodaan ylläpidon vaikutukset rakennuksen terveyteen ja käyttöikään. (13, s. 2–7.)

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

KUVA 1. Kuivaketju10-riskilista (13, RALA 2018)

Riskilistan suunnittelu- ja todentamis- ja raportointitehtävät kuuluvat kosteudenhallintakoordinaattorin, suunnittelijoiden sekä urakoitsijan velvollisuuksiin. Tehtävien suoritukset kirjataan ylös suunnittelijoiden ja urakoitsijan tarkistuslistoihin. Kaikki tiedot raportoidaan tilaajalle ja rakennusvalvontaviranomaiselle. (11.)

2.8 Rakennusvalvonta

Topten-rakennusvalvonnat on useiden eri kuntien yhteistyön tulos, millä pyritään parantamaan rakentamisen laatua ja helpottamaan rakennusvalvontojen päätöksentekoa. Suurimpia mukana olevia kuntia ovat Helsinki, Espoo, Vantaa, Tampere, Turku, Oulu ja Kuopio. Käytössä on yhteisiä käytäntöjä eri rakennusvalvonnan osa-alueilta. Näistä yksi on Kuivaketju10-toimintamalli. Käytössä olevien käytäntöjen tavoitteena on ennaltaehkäistä virheitä, edistää hyvää rakennustapaa, jakaa tietoa ja tukea sääntöjen soveltamista. (14.)

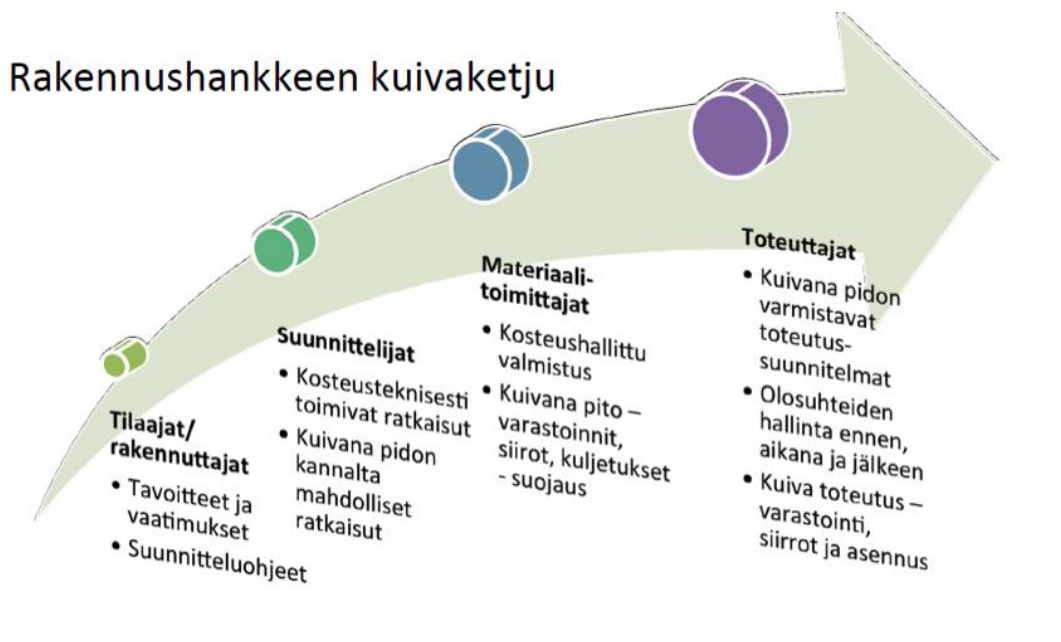
Yhteiset Topten-käytännöt toimivat niin, että esitetään yksi mahdollinen käytäntö tai ratkaisu, jota sovelletaan hankkeen erityispiirteet huomioiden. Esitetty ratkaisu ei ole kuitenkaan ainoa vaihtoehto, vaan muitakin ratkaisuja voidaan käyttää rakentamista koskevien säännösten ja hyvän rakennustavan toteutuessa. (14.)

Kosteudenhallintaselvitys tehdään kaikissa luvanvaraisissa hankkeissa ja toimitetaan rakennusvalvontaan. Rakennusvalvonta arvioi hankkeesta esitetyn kosteudenhallintaprosessin riittävyttä kohteeseen ja harkitsee mahdollisten lupamääräysten asettamisesta kosteudenhallinnalle. Tarvittaessa rakennusvalvonta voi antaa määräyksiä myös aloituskokouksessa tai vielä rakennustyön aikana. (3, s. 1.)

3 RAKENNUSAIKAINEN KOSTEUDENHALLINTA

Rakennushankkeen kuivaketju toimii hyvänä perustana rakennuksen kuivana pysymiselle ja terveille rakentamiselle. Hankkeen alkuvaiheessa tilaaja ja rakennuttaja asettaa kohteelle kosteustekniset tavoitteet ja vaatimukset sekä laatii suunnittelijoille ohjeet. Suunnittelijat kehittävät ratkaisut, joilla tilaajan asettamat tavoitteet ja vaatimukset saadaan toteutettua. Suunnitelmien hyväksymisen jälkeen alkaa itse rakennusvaihe, jossa kuivaketjua toteutetaan käytännössä. Hankkeen eri osapuolet yhteistyössä huolehtivat siitä, että rakennusmateriaalit ja rakenteet pysyvät kuivina hankkeen alusta rakennuksen käytön aikaiseen ylläpitoon asti. (Kuva 2.)

Oulun rakennusvalvonnalla käytössä oleva kuivaketju10-toimintamalli on pätevä työkalu suuremmissa kohteissa, kuten toimitilat, koulut ja kerrostalot. Pientalokohteissa toimintamalli on koettu turhan raskaaksi. Kuivaketju10:ssä on oma osionsa pientaloille, mutta se sisältää runsaasti suunnittelu- ja todentamiskohtia, jotka eivät liity puurakentamiseen. Nämä ylimääräiset kohdat täytyy poistaa käytöstä jokaisen hankkeen kohdalla uudestaan. Siksi olisi hyvä saada yrityksen käyttöön oma yrityksen rakennuskohteiden mukaan räätälöity kosteudenhallintamalli, jolla säästytään ylimääräiseltä työltä. (15.)



KUVA 2. Rakennushankkeen kuivaketju (4, linkit Toimenpiteet →Suojaus →Kuivaketjun toteutus)

Rakennushankkeet on jaettu kolmeen eri kosteusriskiluokkaan hankkeiden kosteusteknisten vaatimusten perusteella. Kolmannessa eli erittäin vaativassa luokassa ovat suuren kosteusrasituksen

alaiset rakennukset, kuten uimahallit. Rakennukset voivat olla myös muuten kosteudenhallinnan kannalta haastavia. Toiseen luokkaan kuuluvat normaalia vaativammat rakennukset, kuten koulut ja päiväkodit. Tässä työssä käsiteltävät pientalohankkeet kuuluvat ensimmäiseen eli normaaliin kosteusriskiluokkaan. (Taulukko 1.) Työssä kosteudenhallintaa käsitellään maanvaraisten puura-kenteisten pientalojen näkökulmasta.

TAULUKKO 1. Rakentamisen kosteusriskiluokat (16)

Hankkeen vaativuus	Kosteus-riskiluokka	Esimerkkejä
Erittäin vaativa	3	Rakennukset, joissa on suuri kosteusrasitus (mm. uimahallit, kostutetut tilat, pakkasvarastot) tai ovat muuten kosteudenhallinnan suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon tai käytön kannalta erittäin vaativia.
Normaalia vaativampi	2	Normaalia vaativammat asuin-, liike- ja toimistorakennukset. Koulut ja päiväkodit.
Normaali	1	Tavanomaiset asuin-, liike- ja toimistorakennuksia (normaalimenettely) Rakennukset, joissa on ihmisiä vain satunnaisesti tai rakennuksen suunniteltu käyttöikä elinkaari on normaalia lyhyempi (kevennetty normaalimenettely).

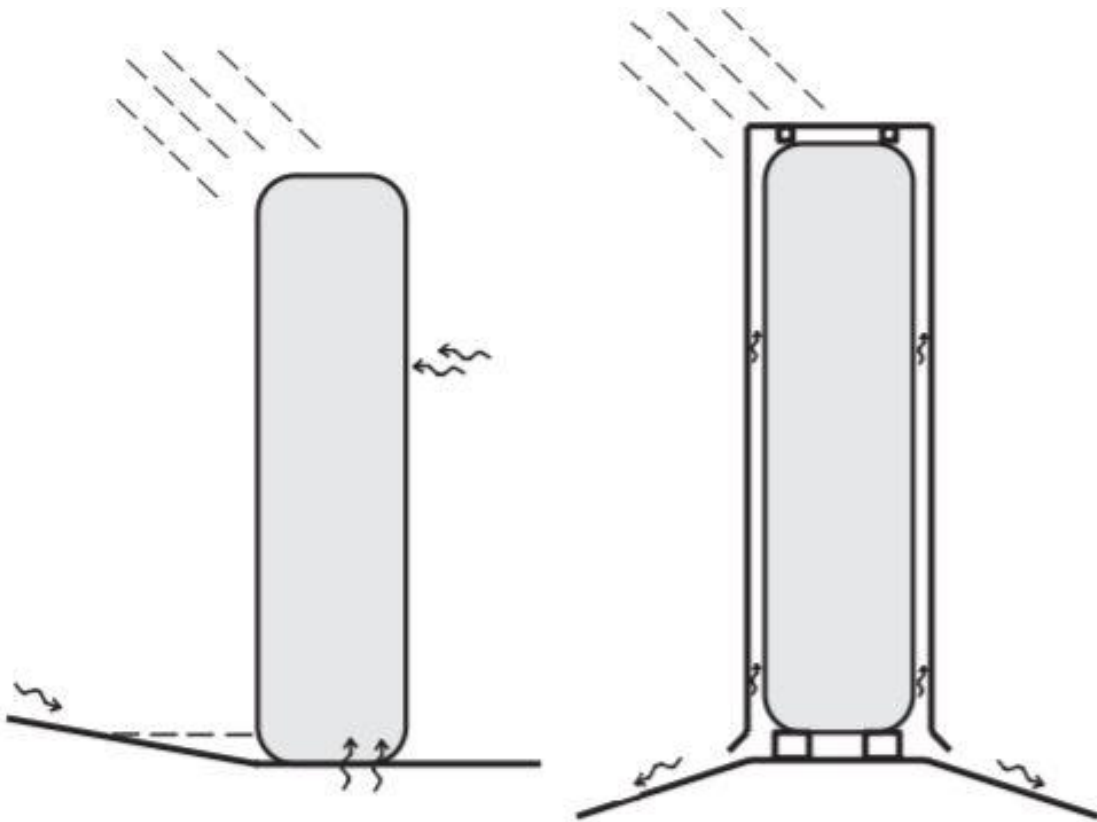
3.1 Rakennusmateriaalin ja rakenteiden suojaus

Rakennustyömaalla materiaalien kosteudenhallinta alkaa siitä, että tarviketoimitukset on suunniteltu järkevästi. Tarvikkeet tulee tilata työmaalle niin, että tuotteita varastoidaan mahdollisimman vähän aikaa ja ne saadaan asentaa paikalleen nopeasti toimituksen jälkeen. Materiaalitalauksien toimituksessa tulee välttää perjantaita, sillä varastointiolosuhteet saattavat jäädä puutteellisiksi rajallisen ajan vuoksi. (4, linkit Vaiheet→Rakentamisen valmistelu→Materiaalien toimitukset ja varastointi.)

Rakennusmateriaalien varastointipaikat on otettava huomioon työmaasuunnittelussa. Varastointipaikka tulee olla riittävän lähellä rakennuskohdetta turhan siirtelyn välttämiseksi, mutta kuitenkin paikassa, missä ei ole työmaatoimintoja tai -liikennettä. Tarvikkeet on oltava suojassa sade- ja valumavesiltä, rakennekosteudelta ja vesivahingoilta. Tärkeimpiä suojattavia materiaaleja ovat

puupohjaiset rakennustarvikkeet sekä lämmöneristeet. (4, linkit Vaiheet→Rakentamisen valmistelu→Materiaalien toimitukset ja varastointi.)

Yleissääntö on, että tarvikkeiden varastointiolosuhteet tulee olla mahdollisimman samat käytönaikeisten olosuhteiden kanssa. Ulkona säilytettäville rakennustarvikkeille olisi suositeltavaa olla oma katos välivarastointia varten. Mikäli sellaista ei ole, tarvikkeet varastoidaan irti maasta aluspuiden päälle ja suojataan pressuin (kuva 3). Tehtaalla asennetut kuljetussuojat eivät riitä sääsuojaksi tarvikkeille. Käytettäessä vain osaa vastaanotetuista tarvikkeista loput suojataan myöhempää käyttöä varten. Kastuneita tuotteita ei lähtökohtaisesti saa käyttää. (17, s. 159–160.)



KUVA 3. Suojaamaton rakennusmateriaali (vasemmalla) ja oikein suojattu materiaali (oikealla) (17, s. 159)

Rakennusvaiheessa myös keskeneräisten ja kosteudelle arkojen rakenteiden suojaus on tärkeää. Helpoin ja taloudellisin tapa on käyttää rakennuksen omia rakenteita suojaukseen. Kun rakennus tehdään ulkoapäin valmiiksi, sisäpuolella olevat rakenteet ovat säältä suojassa. Mikäli tämä ei ole mahdollista, riskialttiit rakenneosat voidaan suojata väliaikaisesti kevytpeittein. (4, linkit Vaiheet→Rakentamisvaihe→Työmaan suojaukset.)

3.2 Maatyöt ja perustukset

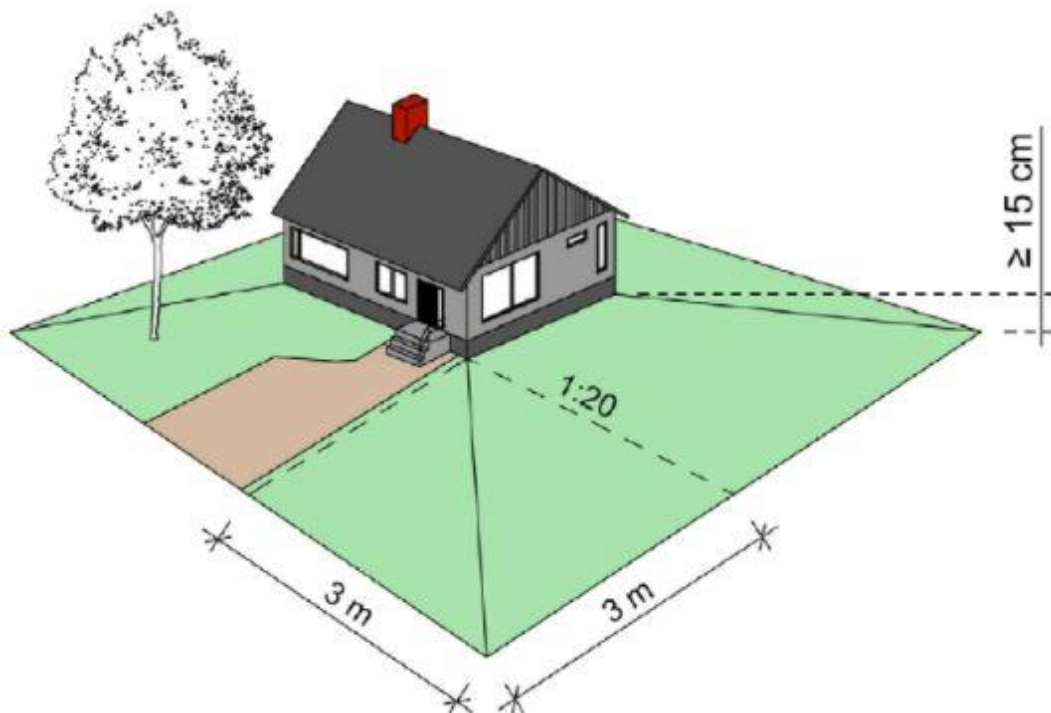
Yleisimpiä perustus- ja alapohjarakenteiden kosteusvaurioiden syitä ovat maaperän kosteus, sadevedet, kylmäsilloista johtuva kosteuden tiivistyminen pintoihin sekä märkätilojen ja putkistojen vesivuodot. Näiden kosteusvaurioiden aiheuttajia ovat yleensä maaperän kosteuden osalta

- puuttuva, puutteellinen tai tukkeutunut salaojitus tai salaojituksen väärä asennus
- pohjaveden pinnan korkeus tai rakennuksen alla oleva lähde tai vesisuoni
- vettä keräävät syvänteet maapohjassa

ja sadeveden osalta

- maanpinnan puutteelliset tai vääräsuuntaiset kallistukset
- puutteellinen pintavesien, kattovesien sekä lumen sulamisvesien poisjohtaminen rakennuksen vierustalta
- puutteellinen sadevesijärjestelmä. (18, linkit [Kosteusvauriot](#)→[Kosteusvaurioituminen](#)→[Perustus ja alapohja](#).)

Hulevedet ovat rakennusten pinnoille ja maanpinnalle kertyviä sade- tai sulamisvesiä. Rakennuksen sadevesijärjestelmä sekä maankuivatus tulee suunnitella rakennussuunnittelijan tai erityissuunnittelijan toimesta niin, että sade- ja sulamisvedet johdetaan pois rakennuksen vierestä. (Kuva 4.)



KUVA 4. Maanpinnan kallistukset (4, linkit [Rakenteet](#)→[Alapohjat ja perustukset](#)→[Rakennuspohjan kuivatus](#))

Rakennuksen korkeusasema tulee valita niin, että anturan alapinta on pohjavesipinnan yläpuolella. Lisäksi tulee ottaa huomioon rakennuksen mahdollinen sijainti rantojen tai tulvavaara-alueiden läheisyydessä. Korkeusaseman valintaan vaikuttavat myös viereisten rakennusten sekä liikenneväylien korkeusasemat. Veden kapillaarinen nousu rakenteisiin tulee estää maapohjan kallistuksilla sekä salaojajärjestelmällä. Salaojaputket asennetaan anturalinjan alapuolelle ja ympäröidään routimattomalla soralla, jossa ei ole roskia eikä maatuvaa tai hienojakoista maa-ainesta. Ympäröivän hienojakoisen maakerroksen sekoittuminen salaojitukseen estetään suodatinkankaalla. Salaojista vesi johdetaan salaojakaivojen kautta kokoojakaivoon ja siitä eteenpäin alueen viemäröintijärjestelmän mukaisesti. (4, linkit Vaiheet→Suunnittelu→Pihan ja rakennuspohjan vedenpoisto.)

3.3 Yläpohja ja vesikatto

Puurakenteisissa taloissa myös yläpohja tehdään yleensä puurakenteisena käyttäen naulalevyristikoita, kehiä tai palkkeja. Yleisin vaihtoehto on tehdä tuulettuva yläpohja ja vesikatto harja- tai pulpettikattona naulalevyristikoin. Harja- ja pulpettikaton hyötyjä on rakentamisen yksinkertaisuus ja taloudellisuus. Pulpettikatto ei kuitenkaan sovi taloihin, joissa runkosyvyys on suuri, koska katon toimivuus heikkenee lappeen pituuden kasvaessa ja kattokallistuksen pienentyessä. (19, Venermo, Tuomas.)

Tuulettuvan yläpohjan riskejä ovat

- kosteuden kondensoituminen rakenteisiin
- puutteellinen tai liian suuri tuuletus (suositeltu ilmanvaihtokerroin 0,5–1,0 1/h)
- vesikatteen läpivientien, liitosten ja saumojen puutteellinen tiiveys
- rakennusaikainen kosteus
- veden ja lumen pääsy rakenteisiin räystäään kautta. (4, linkit Rakenteet→Yläpohjat ja vesikatto→Tuulettuva yläpohja.)

Tuulettuvan yläpohjan tarkoituksena on tuulettaa rakennuksen sisältä tuleva kosteus rakenteista ennen kuin se aiheuttaa haittoja rakenteille tai rakennuksen käyttäjille. Tuuletus tulee järjestää niin, että rakenne tuulettuu joka paikasta tasaisesti. (20, s. 17–18.) Hyvin tuulettuvalle vesikattorakenteelle on annettu riittävän tuuletuksen ohjeelliset mitoitusarvot (taulukko 2).

TAULUKKO 2. Hyvin tuulettuvan katon tuuletuksen mitoitus (20, s. 17)

Kattokaltevuus	min. tuuletusväli ¹⁾	ilmanottoaukot promillea/katto-m ²	poistoaukot promillea/katto-m ²
1:40 tai loivempi	300 mm	2,5	2,5
1:40–1:10	200 mm	2,5	2,5
1:10 tai jyrkempi	100 mm	2,0	2,0

¹⁾ Minimituuletusväli ottaen huomioon lämmöneristeen muodonmuutokset ja työtoleranssit. Pienillä katoilla tai katon osilla tuuletusväli voi olla pienempi kuin taulukon arvo, mikäli poisto- ja korvausilma-aukoilla on riittävä korkeusero (vähintään 500 mm) ja ilman virtausmatka tuuletusvälissä on lyhyt (alle 3 m). Tällöinkin tuuletusvälin täytyy olla jyrkissä katoissa (1:20 tai jyrkempi) vähintään 50 mm, ja loivissa katoissa (loivempi kuin 1:20) vähintään 100 mm.

3.3.1 Loivat katot

Loivina kattoina pidetään kattoja, joiden kaltevuus on 1:10 tai vähemmän. Alle 1:80 kattokaltevuudella ei tulisi suunnitella kattoja. Kallistukset olisi hyvä ottaa huomioon jo kantavia rakenteita suunniteltaessa ja hyödyntää kantavat rakenteet kallistusten tekemiseen. (20, s. 12.)

Loivilla katoilla käytössä ovat yleensä erilaiset kermiratkaisut. Katteiden tulee olla jatkuvia saumoihin kohdistuvan hetkellisen vedenpaineen vuoksi. Katevalinnassa tulee ottaa huomioon katteeseen kohdistuvat rakentamisen ja käytön aikaiset rasitukset. Kun kateratkaisu tehdään oikein, vesikatteelle voidaan saavuttaa 50 vuoden käyttöikä. Katerakenteen ja katteen valintaan vaikuttavat esimerkiksi katon korkeussuhteet, erilaiset liitokset ja läpiviennit sekä tuulikuorman vaikutus. (20, s. 29.)

Vesikate voidaan toteuttaa kaksikermi- tai yksikermikatteena. Kaksikermikatteessa kaksi kermiä liimataan tai hitsataan päällekkäin niin, että kermien saumat ovat eri kohdissa. Kaksikermikatteessa vuotoriski on minimoitu ja se on siksi varmempi kuin yksikermikate. Kun kaltevuus on yli 1:40, voidaan käyttää myös yksikermikatetta. Kattoliitto suosittelee kuitenkin vähintään 1:20 kaltevuutta käytettäessä yksikermikatetta. (20, s. 29.)

3.3.2 Jyrkät katot

Jyrkän ja loivan katon rajaa ei ole määritetty tarkasti. Yleisesti jyrkkänä kattona on pidetty kaltevuudeltaan 1:20 olevia kattoja, vaikka loivan katon kaltevuudeksi onkin määritelty 1:10–1:80. Käytettäessä jyrkkien kattojen katemateriaaleja kaltevuusalueella 1:10-1:20 on huomioitava katteen vesitiiveys erityisen tarkasti. (20, s. 63.)

Jyrkillä katoilla käytetään epäjatkuviksi katteiksi luokiteltuja katemateriaaleja, joiden saumat eivät kestä vedenpainetta. Yleisimmin käytettyjä materiaaleja jyrkillä katoilla ovat erilaiset pelti- ja tiilikatteet sekä bitumikatteista kolmiorima- ja kattolaattakate. Näiden katteiden alla käytetään lisäksi vedenpitävää aluskatetta tai kermiä varmistamaan rakenteen tiiveyttä ja estämään mahdollisia kondenssihaittoja. Epäjatkuvia katteita käytettäessä on käytettävä ulkopuolista vedenpoistoa. (20, s. 63.)

3.4 Ulkoseinät

Puutaloissa yleisen rankarungon kriittisiä kohtia kosteuden kannalta ovat

- puutteellinen tuuletus seinärakenteessa
- puutteellisesta ilmanvaihdosta johtuva sisäpuolinen ylipaine
- kapillaarikatkon puuttuminen seinärungon alajuoksun ja sokkelin liitoksesta
- puutteellinen höyryn- tai ilmansulku rakenteen sisäpuolella
- ikkunoiden ja läpivientien tiivistyksien vuotaminen
- rakenteessa olevat kylmäsillat
- väärin asennetut tai painuneet lämmöneristeet
- valesokkeli tai maanvaraisen laatan yläpinnan oleminen puurungon alapintaa ylempänä
- ulkoverhous tuotu liian lähelle maanpintaa. (4, linkit Rakenteet→Ulkoseinät→Puu- ja teräsrankaseinät.)

Puurunkoisen ulkoseinän suunnittelussa tärkeänä lähtökohtana on pidettävä sadevesitiiveyttä. Liitokset, läpiviennit, listoitukset ja muut vastaavat tulee toteuttaa esimerkiksi vesipellein niin, että sateen vaikutukselle alttiit pinnat ovat kallellaan ulospäin. Puuverhoillun rakennuksen paras suoja viistosateelle ovat vähintään 400 mm leveät räystäät. Räystääistä huolimatta sadevesi voi tuulella

nousta seinäpintaa pitkin ylöspäin. Ulkoverhouksen takana on oltava toimiva tuuletus, jotta kastunut ulkoverhous saadaan kuivaksi. Mahdolliset ulkoverhouksen taakse päässeet vuotovedet ohjataan vaakasuuntaisien liitoksien kautta pois rakenteesta. (4, linkit Rakenteet→Ulkoseinät→Puu- ja teräsrankaseinät.)

Toimivalla ilman- ja höyrynsululla vähennetään seinärakenteeseen kulkeutuvaa sisäilman kosteutta. Puurunkoisissa taloissa käytetään yleisesti höyrynsulkumuovia, joka asennetaan ulkoseinän eristekerroksen sisäpintaan tai korkeintaan lämmöneristepaksuuden kolmanneksen etäisyydelle sisäverhouksesta. Ilman- ja höyrynsulku liitetään tiiviisti ala-, väli-, ja yläpohjiin sekä ikkunoihin, oviin ja muihin läpivienteihin. Höyrynsulun jatkokset tulee limittää vähintään 200 mm ja saumat teipata tai ja limittää höyrynsulku kahden puristavan pinnan väliin. Kaikki läpivientien liitokset tulee teipata tiiviisti. Ulkoseinän lämmöneriste tulee asentaa tiiviisti pintoja ja runkopuita vasten. (18, linkit Kunnossapito ja korjaaminen→Ulkoseinät→Rankarakenteiset ulkoseinät.)

3.5 Alapohja

Maanvastainen alapohja tulee toteuttaa niin, että sen yläpinta on vähintään 30 cm maanpinnan yläpuolella. Tällä pyritään suojaamaan alapohjaa ja ulkoseinien alaosia maaperästä tulevalta kosteusrasitukselta. Mikäli jostain syystä maanvastaisen lattian yläpinta on suositusta alempana, suunnittelussa tulee kiinnittää erityishuomiota rakenteen kuivana pysymiseen. (4, linkit Rakenteet→Alapohjat→Maanvastaiset alapohjat.)

Alapohjarakenne tulee toteuttaa niin, että kaikki alapohjan liitokset muihin rakenneosiin ovat ilmatäiviitä. Tiivistyksessä käytetään usein radonkaistaa, jolla estetään samalla kosteuden nousu rakenteisiin sekä radonkaasun pääsy sisätiloihin. Lisäksi ilmatäiveydellä estetään maaperässä esiintyvien mikrobikasvustojen hajun pääsy sisäilmaan. (18, linkit Kunnossapito ja korjaaminen→Maanvastaiset rakenteet→Maanvastainen betonilaatta.)

Maanvarainen lattialaatta tulee eristää polystyreeni- tai polyuretaanilevyillä huomioiden vaadittava routaeristys. Laatan alla tulee käyttää vähintään 150 mm:ä umpisoluista polystyreenieristettä, jolloin lattian lämmönläpäisykertoimeksi U saadaan alle 0,25 W/m²K. Lämmöneristeen alla täytyy olla veden kapillaarista nousua vastaan karkeaa märkäseulottua sepeliä tai singeliä, josta on poistettu

hienoaines. Kapillaarikerroksen paksuus on oltava vähintään 20 cm mutta suositus on käyttää paksuutena 30:tä cm. (18, linkit Kunnossapito ja korjaaminen→Maanvastaiset rakenteet→Maanvastainen betonilaatta.)

3.6 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon ongelmat aiheuttavat usein kosteusvaurioita rakennukseen. Ilmanvaihtokanavien eristyksen ollessa puutteellinen kosteus tiivistyy putkistoihin ja aiheuttaa kosteusvaurion rakenteisiin. Myös lumi ja jää voivat aiheuttaa mikrobivaurioita päästessään ilmanvaihtokoneeseen ja suodattimiin, jolloin tuloilmajärjestelmään päässeet mikrobit voivat levitä ilman mukana rakennuksen eri osiin. (18, linkit Kosteusvauriot→Kosteusvaurioituminen→LVI-järjestelmien vaikutus.)

Puutteellisen ilmanvaihdon johdosta sisäilman kosteuspitoisuus voi nousta haitallisen korkealle tasolle. Kosteuden tiivistyessä rakenteisiin rakenteiden pinnat voivat vaurioitua ja ulkovaipparakenteissa diffuusio ja konvektio voivat aiheuttaa rakenteiden sisälle kosteusvaurioita. Rakennuksen tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmä tulee säätää niin, että rakennus on lievästi alipaineinen verrattuna ulkoilmaan. Tällöin estetään kostean sisäilman kulkeutuminen konvektiona rakenteisiin. (18, linkit Kosteusvauriot→Kosteusvaurioituminen→LVI-järjestelmien vaikutus.)

3.7 Vesi- ja viemärijärjestelmä

LVIJ-järjestelmissä tapahtuvista rikkoutumisista, muista vesivuodoista ja kosteuden tiivistymisestä kylmille pinnoille aiheutuu merkittävä kosteusvaurioriski rakennukselle. Ne vaativat LVI- ja rakennesuunnittelijoilta erityistä huomiota ja saumatonta yhteistyötä. (21, s. 156.)

Käyttövesiputket tulee asentaa aina suojaputkeen, jotta mahdollinen vuoto saadaan ohjattua lattia-kaivolliseen ja vesieristettyyn tilaan. Samalla saadaan havainto vuotopaikasta. Asennusvaiheessa liitososien ollessa vielä näkyvillä käyttövesi- ja lämmitysputket tulee koeponnistaa vuotojen varalta. Koeponnistuksen koemenetelmän valitsemisessa täytyy huomioida eri materiaalien vaatimukset. (13, s. 5.)

Mikäli ilmanvaihto-, lämmitys- ja jäähdytyslaitteisiin liittyy vuotoriski, laitteistot on kyettävä tarkistamaan, korjaamaan ja uusimaan. Mahdolliset laitteistojen vuotovedet tulee ohjata näkyville rakenteellisilla ratkaisuilla. Putkistot, kanavat ja laitteet on eristettävä niin, että ne eivät pääse jäätymään eikä niihin pääse tiivistymään vettä. (22, 10 §.)

3.8 Märkätilat

Märkätiloiksi luokitellaan huoneet, jotka eivät ole asuinhuoneita ja joiden lattiapinnat ovat alltiina vedelle ja seinäpinnoille saattaa roiskua vettä johtuen tilan käyttötarkoituksesta, kuten pesuhuoneet ja saunat. Märkätilat tulee suunnitella ja rakentaa niin, että vesi ei pääse kulkeutumaan ympäröiviin rakenteisiin tai tiloihin. Tämä toteutetaan lattiaan ja seiniin asennettavalla kauttaaltaan tiiviillä vedeneristyksellä sekä lattian kallistuksilla ja lattiaan tiiviisti asennetulla lattiakaivolla. Kattopinnat tulee toteuttaa materiaalein, jotka kestävät roiskevettä, kosteuden tiivistymistä sekä ajoittaista korkeaa ilman suhteellista kosteutta. (4, linkit Rakenteet→Erityistilat→Märkätilat.)

Seuraavassa on kuvattu tyypillisiä vaurioita pientalojen märkätiloissa:

- Puuttuva vedeneristys märkätilassa aiheuttaa lattialaatan päälle tehtyyn seinään ja viereisten tilojen lattiapinnoitteisiin kosteusvaurioita.
- Puuttuvien tai virheellisten kaatojen johdosta vesi lammikoituu lattialle.
- Rakenteet ovat päässeet liikkumaan aiheuttaen vesieristeiden rikkoutumisen tai irtoamisen alustastaan.
- Lattian vedeneristeen ylösnosto on irronnut seinästä aiheuttaen veden kulkeutumisen vesieristeen taakse.
- Läpiviennit ja tai putkistot ovat vuotaneet.
- Vedeneriste on puhjennut WC-istuimen kiinnikkeiden kohdalta. (18, linkit Kunnossapito ja korjaaminen→Märkätilat.)

3.9 Rakennuskosteus

Rakennusmateriaaleissa on usein ylimääräistä rakennuskosteutta, joka pitää saada poistumaan riittävän nopeasti. Esimerkiksi puu sisältää luonnostaan rakenteiden kosteusteknisyyden kannalta ylimääräistä vettä, kun taas betonin kosteus johtuu sen valmistukseen käytettävästä vedestä. Kosteutta pääsee materiaaleihin myös rakennusaikana sateen sekä työmaa-aikaisen veden käytön

seurauksena. Yleensä ylimääräinen kosteus pääsee poistumaan rakenteista itseksensä aiheuttamatta ongelmia rakenteille. Joissakin rakenteissa kosteus ei pääse poistumaan riittävän nopeasti suhteessa rakenteen kosteudensietokykyyn, kuten kipsilevyisissä seinärakenteissa. Tällöin rakennusaikainen kosteus tulee poistaa rakenteesta mahdollisimman nopeasti. Betonirakenteiset seinät ja lattiat on saatava kuivaksi ennen seuraavaa työvaihetta, esimerkiksi pinnoittamista. Tarvittaessa kuivumista voidaan nopeuttaa lämmityksellä ja tehostetulla tuuletuksella tai rakennuskuivaimilla. (21, s. 167–168.)

Päällystettäville betonirakenteille laaditaan kuivumisaika-arviot kosteudenhallintasuunnitelmassa, jolloin huomioidaan betonin päällystäminen kosteusherkillä materiaaleilla sekä materiaaleilla, joille kuivumisesta aiheutuvat muodonmuutokset voivat aiheuttaa vaurioita. Betonin kuivumisaika-arviointiin vaikuttavat eniten betonin vesisementtisuhte ja lisäaineet sekä betonin kastumisaika, lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus. (21, s. 168.)

Kuivumisajat ovat kuitenkin vain suuntaa antavia, joten rakenteen riittävä kuivuus tulee selvittää vertailemalla kuivumisaika-arviota, olosuhdehallintaa sekä suoritettuja betonin huokostilan suhteellisen kosteuspitoisuuden mittaustuloksia. Pintakosteusmittaus ei ole pätevä tapa mitata rakenteen kuivumistarvetta tai pinnoitettavuutta, vaan mittaukset tulee suorittaa poranreikä- tai näytepalamittauksin. Kuivumisaika-arviossa tulee määrittää vaadittavat olosuhteet rakenteen kuivumiselle tavoiteaikataulun mukaisesti sisältäen työmaa-aikaisen suojauksen, lämmityksen ja kuivatuksen. (21, s. 169.)

4 TOIMINTATAPOJA ERI KUNTIEN RAKENNUSVALVONNOISSA

Ympäristöministeriön asetuksen mukaan kaikista luvanvaraisista hankkeista tulee toimittaa rakennusvalvontaan kattava kosteudenhallintaselvitys ja -suunnitelma. Viime vuosina monissa kunnissa on ollut yhtenä vaihtoehtona isommissa kohteissa Kuivaketju10-järjestelmä. Ympäristöministeriön asetus ei määrää käyttämään mitään tiettyä järjestelmää, mutta Oulun rakennusvalvonta velvoittaa käyttämään Kuivaketju10-järjestelmää tai vähintään saman laajuista omaa kosteudenhallintamallia (11).

Vertailun vuoksi lähdettiin selvittämään muiden kuntien rakennusvalvontojen vaatimuksia kosteudenhallinnan toteuttamiseen. Yhteydenottoihin vastasivat Espoon, Vantaan, Turun, Lahden, Joensuu ja Tampereen rakennusvalvonnot. Kaikki vastanneet ovat mukana TOPTEN-rakennusvalvonnoissa, joka on luotu helpottamaan ja yhtenäistämään rakennusvalvontojen käytäntöjä. TOPTENin kosteudenhallinnan ohjekortissa suositellaan Kuivaketju10-järjestelmän käyttöä tai vaihtoehtoisesti ohjekortin mukaista kosteudenhallintaselvitystä. Oman kosteudenhallintaselvityksen riittävyys arvioidaan rakennusvalvonnassa luvanhakuvaiheessa.

Kyselyihin vastanneet kunnat toimivat TOPTEN-ohjekortin mukaisesti. Esimerkiksi Espoon rakennusvalvonnassa ei nähdä pientalopuolella niin suuria ja toistuvia rakennusaikaisesta kosteudenhallinnasta johtuvia kosteusongelmia, että olisi perusteita käyttää Kuivaketju10-järjestelmää. Yleinen tapa on, että tilaaja tekee rakennushankkeesta kattavan kosteudenhallintaselvityksen. Myös muiden selvitykseen vastanneiden kuntien käytännöt ja periaatteet olivat yhtenäisiä Espoon rakennusvalvonnan kanssa. Selvitystyön perusteella Oulun rakennusvalvonta on ainoa, joka vaatii oman kosteudenhallintamallin hyväksyttämistä rakennusvalvonnan hyväksymällä ulkopuolisella henkilöllä.

5 KOSTEUDENHALLINTAJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

Rakennuspalvelu Kokolta saatiin tilaus alkaa kehittämään yrityksen käyttöön omaa kosteudenhallintajärjestelmää. Oulun kaupungilla käytössä oleva Kuivaketju10 on koettu yrityksessä raskaskäyttöiseksi suhteutettuna sen tuomaan hyötyyn laadun parantamiseksi. Kokemuksien mukaan Kuivaketju10 sisältää liikaa sellaisia tehtäviä ja todentamiskohtia, jotka eivät liity yrityksen rakennustavan mukaisiin kohteisiin.

Ensimmäisenä lähdettiin selvittämään vaatimuksia omalle kosteudenhallintajärjestelmälle. Rakennusvalvonnasta saadun ohjeistuksen mukaan järjestelmän tulee olla soveltuvien osien vähintään yhtä kattava kuin Kuivaketju10. Koska Kuivaketju10:ssä on puurakentamiseen turhia osioita, alettiin omaa järjestelmää kehittämään karsimalla ensin Kuivaketju10:stä kaikki turhat tehtävät ja todentamiskohdat pois.

Yritykseltä saatujen tietojen pohjalta lähdettiin luomaan runkoa suunnittelijoiden ja urakoitsijan tarkastuslistoille. Tarkastuslistat tehtiin huomioiden puurakentamisen tarpeet ja yrityksen rakentamiskäytännöt. Tarkastuslistat sisältävät tehtäviä ja todentamiskohtia liittyen maatoihin ja perustuksiin, runko- ja vesikattotöihin, vesi-, ilmanvaihto-, ja sähkötöihin sekä julkisivuihin ja märkätiloihin. Lisäksi huomioitiin rakennusmateriaalien varastointi ja suojaus sekä rakenteiden kosteuspitoisuuksien mittaukset pinnoituskelpoisuuden varmistamiseksi.

Työn alkuvaiheessa Kuivaketju10 tai vastaavan järjestelmän vaatimus koski Oulussa vain suurempia kohteita, kuten liiketiloja. Tilanne kuitenkin muuttui vuoden 2021 alussa, kun Oulun rakennusvalvonta otti samat vaatimukset käyttöön kaikkiin luvanvaraisiin kohteisiin sisältäen pientalorakentamisen. Vaihtoehtoinen oma kosteudenhallintajärjestelmä on oltava laajuudeltaan vähintään yhtä kattava kuin Kuivaketju10, ja se tulee hyväksyttäväksi Oulun rakennusvalvonnan hyväksymällä ulkopuolisella taholla.

Tähän tehtävään pätevää henkilöä lähdettiin selvittämään Oulun rakennusvalvonnasta, josta annettiin kahden tehtävään sopivan henkilön yhteystiedot. Rakennustarkastusyhdistyksen pääsihteeri Markku Hienonen ja lehtori Hannu Kääriäinen ovat molemmat olleet mukana Kuivaketju10-

järjestelmän kehittämisessä, etenkin alkuvaiheessa, minkä vuoksi heiltä löytyy vaadittava ymmärrys kosteudenhallinnan vaatimuksista. Hienosen kanssa käydyissä puhelinkeskusteluissa tuotiin esille taustat ja tarve Rakennuspalvelu Kokon omaan kosteudenhallintajärjestelmään.

Muutaman puhelinkeskustelun jälkeen Hienosen kanssa sovittiin tapaaminen Kokon toimistolle. Paikalle kutsuttiin myös Rakennuspalvelu Kokolle ja muille tilaajille kosteudenhallintakoordinaattorin tehtäviä tekevä Anniina Louhela tuomaan esille Kuivaketju10-järjestelmän epäkohtia käyttäjän kannalta. Louhelan kokemuksen mukaan järjestelmän käytöstä koituu kohtuuton määrä työtä saavutettuun hyötyyn nähden. Ongelma ei kuitenkaan ole itse järjestelmä, vaan sen käytettävyys. Käyttöliittymä ei ole johdonmukainen eikä soveltuva reaaliaikaiseen käyttöön etenkin työmaalla. Suunnittelutehtävät eivät tavoita työmaata järjestelmän käyttöliittymän kautta, eikä työmaan toteutuksia voida suoraan kuitata sovelluksen suunnittelutehtäviin, vaan käytössä on erillinen urakoitsijan tarkastuslista Excel/pdf-muodossa.

Monissa rakennuskohteissa tehtäviä ja todentamiskohtia jää ylimääräiseksi, mutta ohjelmassa ei ole mahdollista luoda omaa pohjaa esimerkiksi puurakentamiselle. Näin ollen ylimääräiset kohdat tulee poistaa jokaisen uuden hankkeen kohdalla, jolloin hukataan aikaa. Toinen huomio on, että joidenkin suunnittelutehtävien tai todentamiskohtien kohdalla jokaisen sille tehtävälle vastuullisen henkilön täytyy käydä kuittaamassa tehtävä, jotta järjestelmä hyväksyy sen suoritetuksi.

Tapaamisessa käytiin lisäksi läpi kehitettyä omaa kosteudenhallintajärjestelmää ja siitä saatiin positiivista palautetta. Neuvottelun päätteeksi tultiin siihen tulokseen, että Hienonen ja Kääriäinen tutkivat tarkemmin Rakennuspalvelu Kokon kosteudenhallintajärjestelmän ja ottivat tarkasteluun lisäksi kaksi yrityksen rakennuskohdetta, joissa on ollut käytössä Kuivaketju10. Lisäksi Hienonen ja Kääriäinen alkoivat selvittää mahdollisuutta Kuivaketju10-järjestelmän kehittämiseen yhteistyössä RALAn kanssa. Tässä vaihtoehdossa hyötynä nähtiin se, ettei markkinoille tulisi useampaa erilaista toimintamallia, vaan saataisiin olemassa oleva järjestelmä kehitettyä paremmaksi, jolloin siitä hyötyisi suurempi käyttäjäkunta.

Seuraavassa Hienosen kanssa käydyssä neuvottelussa ilmeni, että Rakennuspalvelu Kokon havaitsemat ongelmat ohjelman käytössä ovat yleisiä ja järjestelmän kehittämiseen on tullut toiveita monesta suunnasta. Pientaloteollisuus ry:n mukaan monet yritykset ovat esittäneet huolensa järjestelmän käytettävyydestä. Rakentamisen laatu RALA ry on osoittanut mielenkiintoa järjestelmänsä kehittämiseen ja siihen on alettu etsimään rahoitusta.

Johtuen RALAn mielenkiinnosta järjestelmänsä kehittämiseen Rakennuspalvelu Kokolle tehty kosteudenhallintamalli jäi ottamatta käyttöön. Toimintamallista saatiin hyvää palautetta ja sen käytännöllisyydestä kiitosta, mutta monen erilaisen järjestelmän välttämiseksi se päätettiin jättää toislaiseksi käytöstä. Mikäli Kuivaketju10:n kehitystyö osoittautuu todella pitkäksi prosessiksi tai kaatuu rahoitukseen, tämän työn yhteydessä tehty kosteudenhallintamalli otetaan uudestaan käsittelyyn.

6 YHTEENVETO

Rakennusten kosteusongelmien noustessa yhä useammin esille on rakennusvalvonnoissa alettu kiinnittämään huomiota rakennusten rakennusaikaiseen sekä käytönaikaiseen kosteudenhallintaan. Kosteusongelmia on syntynyt rakennusfysikaalisesti huonojen rakenneratkaisujen, liian aikaisen pinnoituksen sekä puutteellisen ilmanvaihdon takia. Siksi kosteudenhallintaan on kehitetty määräyksiä ja ohjeistuksia sekä kosteudenhallinnan toimintamalli Kuivaketju10. Se on kuitenkin koettu turhan raskaaksi ja käytettävyydeltään kömpelöksi työkaluksi pientalokohteisiin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Rakennuspalvelu Kokolle oma kosteudenhallintajärjestelmä, joka palvelisi etenkin puurakenteisten pientalojen kosteudenhallintaa. Järjestelmää lähdettiin kehittämään Kuivaketju10-toimintamallin pohjalta vastaamaan yrityksen rakennustavan mukaisia rakennuskohteita. Samalla selvitettiin eri kuntien rakennusvalvontojen toimintatapoja pientalojen kosteudenhallinnassa.

Ensimmäisenä lähdettiin selvittämään Oulun rakennusvalvonnan vaatimuksia kosteudenhallintaan. Selvisi, että Oulun rakennusvalvonta vaatii Kuivaketju10-toimintamallin käyttöä kaikissa luvanvaraisissa rakennuskohteissa. Toisena vaihtoehtona annetaan oman kosteudenhallintajärjestelmän käyttö. Omalle järjestelmälle ehtona kuitenkin on, että se hyväksytetään rakennusvalvonnan hyväksymällä ulkopuolisella henkilöllä.

Seuraavaksi alettiin selvittämään muiden isojen kaupunkien rakennusvalvontojen toimintatapoja asiassa. Vastauksia saatiin kuudesta eri kaupungista, jotka kaikki kuuluvat TOPTEN-rakennusvalvontoihin. TOPTENin kosteudenhallinnan ohjekortissa kehoitetaan käyttämään luvanvaraisissa kohteissa Kuivaketju10-järjestelmää tai ohjekortin mukaista kattavaa kosteudenhallintaselvitystä. Yleinen käytäntö pientalohankkeissa on kosteudenhallintaselvityksen laatiminen.

Rakennuspalvelu Kokolle kehitetty kosteudenhallintamalli, joka sisältää suunnittelijoiden sekä urakoitsijan tarkastuslistat, jäi toistaiseksi ottamatta käyttöön. Oulun rakennusvalvonnan nimeämät toimintamallin tarkastushenkilöt halusivat ennemmin kehittää olemassa olevaa Kuivaketju10-järjestelmää, jolloin siitä hyötyisivät kerralla monet rakennusalan yritykset sekä yksityiset talonrakentajat. Kuivaketju10-mallia alkavat kehittämään käyttäjäystävällisemmäksi RALA sekä Pientaloteollisuus ry.

LÄHTEET

1. Seppälä, Pekka 2013. Rakentamisen kosteudenhallinta- rakennuttajan laatuvalinnat, suunnittelu, työmaatoteutus ja ylläpito. Oulun yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut/ rakennusvalvonta. Hakupäivä 3.12.2020. <http://www.rescaoulu.fi/wp-content/uploads/Rakentamisprosessin-kosteudenhallinta-Pekka-Sepp%C3%A4l%C3%A4-11.11.2013.pdf>.
2. Rakennuspalvelu Kokko. Hakupäivä 9.2.2021. <https://www.rakennuspalvelukokko.fi/>.
3. Topten-rakennusvalvonnat. Kosteudenhallintaselvitys merkitys ja sisältö. Hakupäivä 3.11.2020. <http://www.pksrava.fi/doc/tulkintakortit/MRL-117c01A.pdf>.
4. Ympäristöministeriö, Rakennusteollisuus, Mittaviiva Oy, Tampereen teknillinen yliopisto. Rakentamisen kosteudenhallinta. Hakupäivä 3.11.2020. <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/>.
5. RALA 2018. Kuivaketju10, suunnittelu. Hakupäivä 3.12.2020. http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Suunnittelu_150313.pdf.
6. Outinen, Katja 2016. Rakentamisen kosteudenhallinta. Rakentajain kalenteri. Hakupäivä 3.12.2020. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK160102.pdf>.
7. RALA 2018. Kuivaketju10, työmaatoteutus. Hakupäivä 9.2.2021. https://kk10.rala.fi/images/Kuivaketju10-Tyo%CC%88maatoteutus_20180313.pdf.
8. RALA 2018. Kuivaketju10, käyttöönotto. Hakupäivä 10.2.2021. http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Ka%CC%88ytto%CC%88o%CC%88notto_150313.pdf.
9. RALA 2018. Kuivaketju10, käyttö. Hakupäivä 11.2.2021. https://kk10.rala.fi/images/Kuivaketju10-Ka%CC%88ytto%CC%88_20180313.pdf.

10. RIL ry. Kosteudenhallintakoordinaattori. Hakupäivä 11.2.2021. https://www.ril.fi/fi/patevyydet/kosteudenhallintakoordinaattori.html?gclid=Cj0KCQiAyJOBbHDCARIsAJG2h5dT--B5cJeZJUGMxJJZbKHQVVIOT4demMhU4hQBRAhS6eXeSFSU_8aAhQWEALw_wcB.
11. Oulun kaupunki, rakennusvalvonta. Koordinaattorin tehtävät. Hakupäivä 11.2.2021. <https://www.ouka.fi/oulu/rakennusvalvonta/kuivaketju10>.
12. RALA 2018. Kuivaketju10, kosteudenhallintakoordinaattori. Hakupäivä 11.2.2021. http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Kosteudenhallintakoordinaattori_150313.pdf.
13. RALA 2018. Kuivaketju10, riskilista. Hakupäivä 11.2.2021. http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Riskilista_150313.pdf.
14. Topten-rakennusvalvonnot. Rakentamisen yhteiset Topten-käytännöt. Hakupäivä 12.2.2021. <https://www.pksrava.fi/asp2/default.aspx>.
15. Kokko, Pekka 2020. Toimitusjohtaja. Rakennuspalvelu Kokko Oy. Haastattelu 21.10.2020.
16. RIL 2018. RIL 250-2018 Kosteudenhallinta ja homevaurion estäminen. Hakupäivä 18.2.2021. <https://www.ril.fi/media/2018/jasenyys/tekniikkaryhmat/4.-astrom-ril.pdf>.
17. Sahlstedt, Satu & Lindberg, Rita. Materiaalien suojaus työmaalla. Rakennustieto Oy. Hakupäivä 18.2.2021. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK140507.pdf>.
18. Sisäilmayhdistys ry. Terveelliset tilat. Hakupäivä 25.2.2021. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat>.
19. Venermo, Tuomas. Insinööritoimisto Raksystems Oy. Rakennaoikein.fi. Hakupäivä 1.3.2021. <https://www.rakennaoikein.fi/vesikaton-valinnassa-ratkaisee-ulkonako-ja-toimivuus-91320/uutiset.html>.
20. Kattoliitto ry 2019. Toimivat katot 2019. Hakupäivä 26.2.2021. https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/pdf/Toimivat_katot_2019_netti.pdf.

21. RIL 250-2020. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry.

22. 782/2017 Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Rakentamismääräyskokoelma. Hakupäivä 17.3.2020. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>.