



TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

RAKENNUSTYÖMAIDEN KOSTEUDENHALLINTA

Maria Wiik

RAKENNUS- JA YHDYSKUNTATEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA

Kandidaatintyö

Maaliskuu 2022

TIIVISTELMÄ

Rakennustyömaiden kosteudenhallinta

Maria Wiik

Oulun yliopisto, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma

Kandidaatintyö 2022, 33 s.

Työn ohjaajat yliopistolla: Filip Fedorik ja Santeri Schroderus

Kandidaatintyön tavoitteena oli selvittää rakennustyömaiden kosteudenhallinnan periaatteita sekä keinoja kosteusvaurioiden syntymisen ennaltaehkäisyyn rakennustyömaiden näkökulmasta. Työssä perehdyttiin kirjallisuustutkimuksen kautta suomalaisen lainsäädännön näkökulmasta rakentamisen kosteudenhallintaan sekä rakennustyömaiden kosteudenhallinnan periaatteisiin, yleisiin kosteusvaurioiden syntymisen syihin rakennustyömailla ja niihin rakentamisen osa-alueisiin, joissa rakennustyömaiden kosteudenhallintaan voidaan vaikuttaa.

Rakennustyömaiden kosteudenhallintaan on mahdollista vaikuttaa sekä rakennus- että suunnitteluvaiheen aikana. Merkittävää rakennustyömaiden kosteudenhallinnassa on työmaiden kosteudenhallinnan suunnittelu sekä kuivaan rakentamiseen pyrkiminen. Rakennustyömaiden kosteudenhallinnassa tulee myös tavoitella kosteusvaurioiden syntymisen ennaltaehkäisyä sekä rakennustyömaalla ilmenevien kosteusriskien minimoimista. Työn tuloksia voidaan käyttää yleisellä tasolla ohjaamaan rakennustyömaiden kosteudenhallintaa, sillä tulosten sisältö on yleisellä tasolla ohjaavaa tietoa. Työn tuloksia voidaan yleistää suhteellisen hyvin, sillä rakennustyömaiden kosteudenhallintaan liittyvät seikat ovat yleisesti esiintyviä, vaikka kosteuteen liittyvät ongelmat rakentamisessa ovat tapauskohtaisia.

Asiasanat: kosteusvauriot, rakennustuotanto, rakennusohjeet

ABSTRACT

Moisture control of building sites

Maria Wiik

University of Oulu, Civil Engineering

Bachelor's thesis 2022, 33 pp.

Supervisors at the university: Filip Fedorik and Santeri Schroderus

The aim of bachelor's thesis was to review the principles of moisture control in building sites and the prevention schemes of moisture damages in buildings during the construction. The thesis reviewed the Finnish building legislation and went through the principles of building sites' moisture control, the typical causes of moisture damages in building sites and parts of building process that can influence the moisture control process.

It is possible to influence the building sites' moisture control during the buildings' planning process and construction phase. The most significant ways to affect building sites' moisture control are the planning of moisture control and aim of dry construction. It is also important to try to prevent the moisture damages and the risks that may cause moisture damages to the building during the construction. The results of the thesis can be widely applied to develop construction site management practices. It should be noted that the moisture issues of the buildings usually occur and are determined on case-by-case basis, but there are some universal issues in moisture control which can occur more frequent in construction.

Keywords: moisture damages, building production, building instructions

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä

Abstract

Sisällysluettelo

1 Johdanto	4
2 Rakentamisen kosteudenhallinnan lainsäädäntö Suomessa	7
3 Rakennustyömaiden kosteudenhallinta	11
3.1 Rakennustyömaiden kosteudenhallinnan periaatteet	11
3.2 Rakentamisen aikaiset kosteusvauriot ja niiden syntyminen	12
4 Kosteusvaurioiden ennaltaehkäisy rakentamisen aikana	15
4.1 Kosteudenhallinnan suunnitelmat ja niiden toteutuminen	15
4.2 Kuivatus ja kastumisen ehkäisy	19
4.3 Rakentamisen tiiveys	23
4.4 Tiedonkulku, valvonta ja dokumentointi	24
5 Tulosten tarkastelu	27
6 Johtopäätökset ja suositukset	29
7 Yhteenveto	31
Lähdeluettelo	32

1 JOHDANTO

Kosteusvauriot ovat merkittävä ongelma rakentamisessa maailmanlaajuisesti. Useiden tutkimusten mukaan kaikista rakennuksista noin 2.5–80 prosentissa ilmenee kosteuden aiheuttamia ongelmia. On myös tutkittu, että vuonna 2021 Itävalloissa, Tanskassa ja Suomessa on ollut kosteusvaurioita joka kolmannessa rakennusprojektissa, jotka ovat olleet käynnissä viimeisen viiden vuoden aikana. Näissä rakennusprojekteissa kuitenkin pyrittiin tarkoituksella ennaltaehkäisemään kosteusvaurioiden syntyä rakentamisen kosteudenhallinnan avulla. Tämän lisäksi joka viides rakentamisessa ilmennyt kosteusongelma on aiheutunut vesikalusteista. Suomessa 25 % kaikista kosteusongelmista on ollut vesikalusteiden aiheuttamia (Morishita-Steffen et al. 2021, s. 7). Tämän mukaan voidaan sanoa, että rakentamisen kosteudenhallinta sekä kosteusongelmat ovat olennainen osa rakentamista, ja kosteusvaurioiden estämiselle on tarvetta.

Kosteusongelmiin ja niiden syntyyn vaikuttavat useat rakentamiseen ja rakennustyömaihin liittyvät seikat, kuten esimerkiksi rakennuspaikka, rakennuksen käyttökohde sekä rakennuksen ikä (Morishita-Steffen et al. 2021, s. 1–2). Muita syitä kosteusvaurioiden syntyyn ovat myös esimerkiksi tiedon puute, tiukka rakennusaikataulu, puutteellinen ohjeistus, tiukat kustannukset sekä puutteellinen laadunvalvonta. Myös vanhojen rakennusten ongelmat sekä ilmastonmuutoksen aiheuttama lisääntynyt kosteusrasitus aiheuttavat ongelmia rakentamisen ja rakennusten kosteudenhallinnassa (Morishita-Steffen et al. 2021, s. 1–2). Rakennustyömaiden näkökulmassa kosteusvaurioiden syntyyn vaikuttavat esimerkiksi laiminlyönnit sekä virheet rakentamisessa (RIL 2020 s. 12). Näistä ongelmista merkittävässä asemassa kosteudenhallinnan toteutumisen kannalta ovat rakentamisen tiukat aikataulutavoitteet sekä kustannusarviot (Morishita-Steffen et al. 2021, s. 6). Voidaan sanoa, että rakentamiseen ja rakennustyömaihin liittyvät kosteusongelmat ovat yhteydessä rakentamiseen liittyviin resursseihin sekä alan työntekijöiden osaamiseen rakentamisen kosteudenhallinnassa. Tämän lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutukset tulevat luultavasti vaikuttamaan myös rakentamisen kosteudenhallintaan ja sen toteutumiseen ympäristöolosuhteiden muuttuessa. Voidaankin olettaa myös, että ilmastonmuutoksen vaikutuksesta ilmenevät kosteusongelmat rakentamisessa tulevat luultavasti lisääntymään tulevaisuudessa.

Rakennuksissa oleva kosteus aiheuttaa monenlaisia vaurioita sekä ongelmia, kuten esimerkiksi muutoksia rakenteiden fysikaalisissa ominaisuuksissa, pakkasvaurioita, kemiallisia haittoja sekä esteettisiä muutoksia. Lisäksi kosteus voi aiheuttaa rakennuksissa biologista turmeltumista, kuten home- tai lahovaurioita, oikeanlaisissa olosuhteissa. Yleisesti rakenteissa oleva kosteus voi aiheuttaa muun muassa muodonmuutoksia, lujuuden heikentymistä ja korroosiota. Yhteistä näiden ongelmien syntymiselle on rakenteiden kostuminen joko vahingossa tai ympäristöolosuhteiden vuoksi (RIL 2012, s. 13). Kosteusvaurioilla, erityisesti homeen ilmenemisen kautta, on myös vaikutusta rakennusten terveellisyteen ja sisäilman laatuun. Onkin todettu, että rakennuksissa esiintyvillä kosteusvaurioilla olisi yhteys esimerkiksi astmojen syntyyn sekä hengitystieoireisiin kosteusvaurioissa syntyvien mikrobien kautta (RIL 2012, s. 20). Vaikka rakennusten sisäilmaongelmiin vaikuttavat myös muut tekijät, uskotaan kosteus- ja mikrobivaurioiden olevan merkittäviä tekijöitä suomalaisen rakennuskannan sisäilmaongelmissa (Pitkäranta 2016, s. 14). Näiden seuraamusten vuoksi ja niiden vähentämiseksi kosteudenhallinnalla ja sen onnistumisella on merkitystä rakennusten terveellisyyden vuoksi. Näiden seikkojen vuoksi kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyllä on merkitystä rakennuksen turvallisen ja oikeanlaisen käytön varmistamiseksi. On kuitenkin otettava huomioon, että kosteus ja sen ilmeneminen rakennuksessa ei ole ainoa asia, joka vaikuttavat rakennuksen kosteustekniseen toimintaan. Myös rakennuksen vaipan lisäeristäminen sekä muutokset lämmitysjärjestelmässä ja ilmanvaihdossa voivat vaikuttaa rakennuksen kosteustekniseen toimintaan (RIL 2020, s. 107).

Kosteus siirtyy rakenteisiin pääasiassa vetenä ja vesihöyrynä. Vesihöyry siirtyy rakenteisiin konvektion ja diffuusion avulla, ja vesi esimerkiksi painovoimaisena ja kapillaarisena siirtymisenä. Kosteutta voi siirtyä rakenteisiin myös lumen ja jään kautta (RIL 2020, s. 226). Rakennukset suunnitellaan siten, että ne kestävät kosteuden aiheuttamaa kuormitusta normaaliolosuhteissa. Tällöin rakennuksella on sietokykyä käytönaikaiselle kosteuskuormitukselle. Rakennuksen kosteudensietokyky ei kuitenkaan välttämättä riitä kestämään kaikkea siihen kohdistuvaa kosteusrasitusta, mikä aiheuttaa taas kosteusvaurioiden syntymistä. Rakennukseen ennalta suunniteltuun sietokykyä voivat alentaa muun muassa rakentamisen laatu, käyttötapa sekä rakennuksen vanheneminen (RIL 2020, s. 233). Erityisen alttiita rakennuksen osia kosteuden kertymiselle sekä home- ja lahovaurioille ovat rakennuksen ulkopinnat, sisä- ja ulkoseinien alaosat, kosteat tilat ja niiden rakenteet, lattiarakenteet sekä ullakot ja kellarit (RIL 2020, s. 235). Pelkästään jo rakenteen kertaluontoinen kastuminen tai kastuminen

rakennusaikana voivat aiheuttaa homeen kasvua, minkä vuoksi rakenteiden kastuminen tulisi estää (RIL 2020, s. 236). On kuitenkin huomioitava, ettei homeen kasvaminen tarkoita automaattisesti vauriota rakenteessa. Homeen aiheuttamaa vikatilaa voidaan sanoa vaurioksi silloin, kun rakennusosan tai rakenteen toimintakyky menetetään täysin, ja osa tulisi korjata tai vaihtaa kokonaan uuteen (RIL 2020, s. 234). Jos homeen kasvu huomataan, sitä voidaan pitää vain vikana ilman homevaurion syntymistä. Home voidaan tässä tapauksessa poistaa esimerkiksi puhdistamalla, minkä lisäksi tulisi selvittää syy homeen kasvulle ja estää sen uusiutuminen (RIL 2020, s. 234). Rakennuksessa homevaurion aiheuttamaan haittaan vaikuttavat myös homeen kasvun laajuus, homekasvuston sijainti rakennuksessa ja ne kohdat, joista se pystyy kulkeutumaan rakennuksen sisätiloihin (RIL 2020, s. 236).

Rakentamisen kosteudenhallinnan periaatteena on estää ylimääräisen, rakennetta vahingoittavan kosteuden kertyminen rakenteisiin. Kosteuden aiheuttamat vauriot rakennukseen voidaan ehkäistä, kun huolehditaan ettei kosteus pääse tunkeutumaan rakenteisiin, ja että kastuneet pinnat pääsevät kuivumaan (RIL 2020, s. 13). Työmaan kosteudenhallintaan voidaan vaikuttaa rakennustyön suunnittelulla sekä erilaisilla suojaustoimenpiteillä (RIL 2020, s. 161). Myös rakennusprojektiin sopivalla aikataululla ja budjetilla voidaan myös kehittää rakentamisen kosteudenhallintaa toimivammaksi (Morishita-Steffen et al. 2021, s. 1).

Työn tavoitteena on selvittää, miten rakennustyömaiden kosteudenhallintaa pyritään toteuttamaan, ja miten työmaan kosteudenhallinnalla voidaan ennaltaehkäistä kosteusvaurioiden syntymistä. Työssä tarkastellaan Suomen nykyistä lainsäädäntöä rakentamisen kosteudenhallinnan suhteen, sekä selvitetään toimintatapoja rakennustyömaiden kosteudenhallinnan suhteen. Yleisellä tasolla rakentamisen kosteudenhallintaa ohjataan lainsäädännöllä, alan ohjeistuksilla sekä muilla kosteudenhallinnalle kehitetyillä toimintamalleilla. Erityisesti rakennustyömaiden näkökulmasta suurimpana kosteudenhallintaan vaikuttavana tekijänä voidaan pitää työmaalla laadittavaa kosteudenhallintasuunnitelmaa. Onkin huomattu, että lainsäädäntöä hyödyllisemmät vaikuttavat tekijät kosteudenhallinnan parantamisen osalta ovat rakentamisen suunnittelu- ja rakennusohjeet (Morishita-Steffen et al. 2021, s. 1). Työmaiden näkökulmasta tärkeitä kosteudenhallinnan keinoja ovat muun muassa kosteusriskien kartoitus, olosuhteiden hallinta, kosteudenhallinnan organisointi sekä toimiva työmaalogistiikka (RIL 2020, s. 163).

2 RAKENTAMISEN KOSTEUDENHALLINNAN LAINSÄÄDÄNTÖ SUOMESSA

Suomessa rakentamisen kosteudenhallintaa ja sen kriteereitä säädetään Maankäyttö- ja rakennuslain avulla. Vuoden 2018 alussa voimaan tuli kyseistä lakia täydentävä Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Asetus koskee uudisrakentamisen lisäksi myös korjaus- ja muutostöitä, rakennuksen laajentamista ja laskettavan tilan lisäämistä sekä rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 1§). Uuden asetuksen perusteena on Suomen rakentamismääräyskokoelman päivitys vuoden 2017 loppuun mennessä, jonka tavoitteena oli selkeyttää ja täsmentää rakentamisen lainsäädäntöä sekä erotella laista selkeämmin määräykset ja käytännön toteutuksen ohjeistus. Asetuksen taustalla on myös eduskunnan vuonna 2013 laatima kirjelmä hallitukselle suomalaisten rakennusten kosteus- ja homeongelmista. Kirjelmän mukaan eduskunta halusi hallituksen parantamaan rakennusten terveellisyyttä koskevien säädösten ja määräysten noudattamista. Tämän lisäksi parannusta haluttiin myös rakentamisen valvontaan ja sen oikea-aikaisuuteen, vaihekohtaiseen dokumentointiin sekä rakennustyömaiden kosteudenhallintaan (Ympäristöministeriö 2017, s. 1). Uuden asetuksen tavoitteena on estää kosteushaittojen ja -vaurioiden synty suunnittelussa ja rakentamisessa. Lisäksi asetuksessa halutaan kiinnittää huomiota rakentamisen ja rakennusten hyvään suunnitteluun ja toteutukseen korjaus- ja muutostöissä sekä korjausrakentamisen erityispiirteisiin (Ympäristöministeriö 2017, s. 5).

Maankäyttö- ja rakennuslain 17 luvun pykälän 117 c mukaan rakennus ei saa aiheuttaa vaaraa terveydelle rakennusten osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi. Rakennusten osien on oltava kosteusteknisesti toimivia niiden suunnitellun teknisen käyttöiän ajan. Rakennus ei saa myöskään vaurioitua tai aiheuttaa terveyshaittoja liian suuresta kosteusrasituksesta tai kosteuden kertymisestä (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 3§). Teknisellä käyttöiällä tarkoitetaan rakennuksen käyttöönoton jälkeistä aikaa, jolloin rakennukseen sisältyvät osat ovat teknisesti toimivia niille määritetyllä tavalla. Käyttöiän päättyessä osa tulisi korvata uudella. Osalla voidaan tarkoittaa rakennetta, rakennusosaa, järjestelmää tai laitetta, joka kuuluu rakennukseen (RTS 2008, s. 2). Voidaan sanoa, että suurin vastuu rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta sekä terveellisyydestä on rakennushankkeeseen ryhtyvällä. Hankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennus suunnitellaan ja

rakennetaan siten, että se on turvallinen. Samalla on otettava huomioon otettava rakennuksen käyttötarkoitus ja ympäristön aiheuttamat olosuhteet, rakennuksen vesihuolto sekä sen sisäilma-, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 117c§)

Rakennuksen yleisiin kosteusteknisen toiminnan periaatteisiin kuuluu, ettei sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi, lumi tai jää vaurioittaa rakenteita, jos ne pääsevät kulkeutumaan sinne (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 5§). Lisäksi rakennuksen vaipan ja siihen kuuluvien osien tulee estää tuulen, viistosateen ja tuulenpaineen kuljettaman veden pääsy rakenteisiin vaipan kautta (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 5§). Yleisesti rakenteissa on huolehdittava siitä, että ne pystyvät kestämään lyhytkestoista kosteusrasitusta ilman vaurioiden syntymistä. On myös huomioitava, että kosteuden on mahdollista poistua rakenteesta ilman vaurioiden syntymistä, ja että pintoihin kertynyt vesi ei pääse kulkeutumaan rakenteiden sisään tai kuiviksi tarkoitettuihin tiloihin haitallisesti (Ympäristöministeriö 2020, s. 11). Rakennuksen vaipan tulee olla kokonaisuudessaan tämän lisäksi ilmanpitävä ja höyrytiivis siten, että vaippa estää vesihöyryn haitallisen siirtymisen rakenteisiin. Tämän lisäksi rakenteiden tuuletustilat ja -välit tulee sijoittaa siten, että ne toimivat tuuletusilman virtausreitteinä eikä niihin jää suljettuja ja tuulettamattomia alueita. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 7§)

Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava siitä, että rakennushankkeelle laaditaan kosteudenhallintaselvitys. Kosteudenhallintaselvityksen tulee sisältää muun muassa rakennushankkeen yleistiedot, kosteudenhallinnan vaatimukset hankkeen aikana sekä kosteudenhallinnan henkilöresurssit. Selvityksessä tulee myös määrittää rakennushankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaava henkilö eli kosteudenhallintakoordinaattori (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 12§). Kosteudenhallintaselvityksen tavoitteena on huolehtia siitä, että rakennushankkeen kosteudenhallinta ja siihen liittyvät riskit huomioidaan koko hankkeen elinkaaren ajan. Rakennuksen käyttöönotossa kosteudenhallintaselvityksen rakennukselle merkittävät tiedot voidaan dokumentoida tarvittaessa käyttö- ja huolto-ohjeeseen (Ympäristöministeriö 2020, s. 19). Asetuksessa ei itsessään aseteta vaatimuksia sille, milloin selvitys tulisi tehdä hankkeen aikana. Tästä huolimatta rakennusvalvonta voi vaatia kosteudenhallintaselvitystä jo

rakennuslupavaiheen aikana (RIL 2020, s. 50), minkä vuoksi voidaan olettaa rakennushankkeen alkuajan olevan sopiva ajankohta selvityksen laatimiseen. Kosteudenhallintaselvityksen laatija voi olla esimerkiksi rakennetekninen asiantuntija, rakennekonsultti tai pääsuunnittelija. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tehtävänä on rakennuslupavaiheessa allekirjoittaa laadittu kosteudenhallintaselvitys (RIL 2020, s. 50).

Kosteudenhallintaselvityksen pohjalta laaditaan työmaan kosteudenhallintasuunnitelma, jonka tekemisestä on vastuussa työmaan vastaava työnjohtaja. Suunnitelmassa tulee tuoda ilmi ne vastuuhenkilöt, jotka vastaavat rakennustyömaan kosteudenhallinnasta rakennusvaiheen aikana (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 13§). Vastaava henkilö voi olla esimerkiksi rakennustyömaan vastaava työnjohtaja tai erikseen määrätty työnjohtaja, joka vastaa kosteudenhallinnasta (Ympäristöministeriö 2020, s. 22). Kosteudenhallinnan vastuuhenkilön on myös huolehdittava rakennustyömaan rakennustuotteiden ja keskeneräisten rakennusosien suojauksesta kastumiselta sekä kastuneiden pintojen kosteuspitoisuuden sopivuudesta seuraavan työvaiheen aloittamiseen (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 14–15§). Kosteudenhallintasuunnitelman tulee sisältää ne toimenpiteet, joilla rakennusaineet, -tuotteet ja -osat suojataan säältä, kosteudelta ja muilta haitallisilta työmaan olosuhteilta. Suunnitelmassa tulee myös kertoa toimenpiteet, joilla varmistetaan rakenteiden kuivuminen (Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 216/2015 15§). Kosteudenhallintasuunnitelman tavoitteena on parantaa kokonaisuudessaan rakennushankkeen kosteudenhallintaa sekä vähentää kosteusvaurioiden riskiä (Ympäristöministeriö 2020, s. 21).

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudessa antaa myös vaatimuksia eri rakennusosille. Asetuksessa rakennuksen alapohjille ja maanvaraisille seinärakenteille, yläpohjalle ja ulkoilman vastaisille seinä- ja kattorakenteille sekä märkätiloille on annettu omat lukunsa, kuten myös rakennuspohjan kuivatukselle. Rakennusosia koskevissa säädöksissä yleisellä tasolla vaaditaan niiden kosteusteknistä toimivuutta, mutta osassa pykälissä annetaan myös tarkempia määräyksiä toimivuuden suhteen. Esimerkiksi maanvaraisen alapohjan alapinnan korkeus ulkopuolella olevasta maanpinnasta on oltava vähintään 0.3 metriä, ja uuden rakennuksen ryömintätilan keskimääräinen korkeus vähintään 0.8 metriä (Ympäristöministeriön asetus rakennusten

kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 18§, 20§). Näitä poikkeuksia lukuun ottamatta asetus ei vaadi rakennusosien kosteusteknisiltä ominaisuuksilta tarkkoja arvoja.

Voidaan sanoa, että Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta antaa vaatimuksia siitä, miten rakennus on kosteusteknisesti toimiva. Asetus itsessään ei anna esimerkiksi tavoitearvoja kosteustekniselle toimivuudelle, vaan asetuksessa annetaan rakentamiselle tietyt vaatimukset hankkeen eri vaiheissa sekä rakennusosissa. Kansainvälisesti verrattuna monien muiden maiden laeissa annetaan samaan tapaan vaatimuksia rakennuksen kosteustekniselle toimivuudelle rakennusosien mukaan (Ympäristöministeriö 2017, s. 2).

3 RAKENNUSTYÖMAIDEN KOSTEUDENHALLINTA

3.1 Rakennustyömaiden kosteudenhallinnan periaatteet

Rakennustyömaiden kosteudenhallintaan asetetaan yleiset vaatimukset Suomessa lainsäädännön tasolla, mutta esimerkiksi rakenteiden kosteustekniselle toiminnalle ei anneta tavoitearvoja. Myöskään esimerkiksi toimintaohjeita rakentamiseen ei anneta, ja rakentamisen kosteudenhallintaan liittyvät ohjeistuksia ja toimintatapoihin ei oteta lainsäädännössä kantaa. Voidaan sanoa, että rakentamisen kosteudenhallinnan toimintamallien ja ohjeistuksen luonnissa ja määrittelyssä vastuu on alan osaajilla.

Yleisellä tasolla rakennustyömaiden kosteudenhallinnalla pyritään estämään sellaiset kosteusvauriot, joiden syntyminen on mahdollista rakentamisen aikana. Rakennustyömaiden kosteudenhallinnan pääkohtiin kuuluvat muun muassa työmaan kosteusriskien kartoitus, rakenteiden kuivumisaika-arvioiden laadinta, työmaan sisäisestä logistiikasta huolehtiminen, työmaan olosuhteiden hallinta sekä rakentamisen valvonta ja raportointi (RIL 2020, s. 163). Periaatteena on, että rakennustyömaan kosteudenhallinnassa tulee estää rakennusmateriaalien ja -tuotteiden kastuminen, varmistaa rakenteiden riittävä kuivuminen sekä vähentää kuivatustarvetta työmaalla (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 19).

Rakennustyömaiden kosteudenhallinnan tarpeisiin ja vaatimuksiin vaikuttavat rakentamisen ajankohta, rakennusvaihe sekä kyseessä oleva rakenne (Vinha et al. 2013, s. 336). Tällöin kosteudenhallintaan ei ole yksiselitteistä ratkaisua, vaan kosteudenhallinnan yksityiskohdat ja vaatimukset tulee määritellä ottaen huomioon rakentamisen olosuhteet. Tärkeässä roolissa rakennustyömaan kosteudenhallinnan ohjaamiseen on työmaalla laadittu kosteudenhallintasuunnitelma. Kosteudenhallintasuunnitelma sisältää tiedot kosteudenhallinnan laatutavoitteista, arviot kosteusriskeistä, kuivumisaika-arviot, tiedot työmaaolosuhteiden hallinnasta sekä kosteusmittausuunnitelmasta (RIL 2020, s. 165). Näiden tietojen avulla on mahdollista seurata ja arvioida rakennustyömaan kosteudenhallintaa sekä sen toteutumista.

3.2 Rakentamisen aikaiset kosteusvauriot ja niiden syntyminen

Jotta rakentamisen aikaiset kosteusvauriot voitaisiin estää, tulee rakennustyömaan kosteudenhallinnan pääkohtia noudatettava. Kosteusvaurio syntyy rakennukseen, jos rakenteessa oleva kosteus ei pääse poistumaan siitä (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 39). Kosteusvauriot aiheuttavat rakennukseen ja rakenteisiin kosteus- ja homeongelmia (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 41). Hometta aiheuttava mikrobikasvusto voi syntyä kaikkiin rakenteisiin, jotka ovat olleet riittävässä määrin kastuneita pitkäaikaisesti. Mikrobikasvuston syntymiseen vaikuttaa myös rakennusmateriaali; rakenteessa oleva siitepöly ja sahanpuru voivat olla hyviä kasvualusta mikrobeille, kun taas uusi, puhdas betoni ei. (Vinha et al. 2013, s. 324)

Kosteudesta syntyviä vaurioita rakenteisiin on mahdollista mallintaa laskennallisesti. Esimerkiksi VTT ja Tampereen teknillinen yliopisto ovat kehittäneet yhdessä VTT-TTY homemallin, jonka avulla voidaan arvioida rakenteiden kosteusteknistä toimintaa (Vinha et al. 2013, s. 57). Kyseisessä mallissa rakennusmateriaalit voidaan jakaa homehtumisherkkyyssuokkiin niiden homehtumisominaisuuksien mukaan. Rakennusmateriaalille annettu homehtumisherkkyyssuokka kuvaa eri materiaalien herkkyyttä homehtumiselle. Materiaalin homehtumisherkkyyssuokkaan ja sen määrääytymiseen vaikuttavat muun muassa homekasvuston määrä sille sopivissa lämpötila- ja kosteusolosuhteissa. (Vinha et al. 2013, s. 17)

Taulukko 1. Esimerkkejä VTT-TTY homemallin mukaisesta rakennusmateriaalien jaosta homehtumisherkkyyssuokkiin (mukailten Ojanen et al. 2011, s. 870; Viitanen et al. 2010, s. 585; Vinha et al. 2013, s. 58).

Homehtumisherkkyyssuokka	Rakennusmateriaali
Kestävä, HHL4	Lasi, metalli, uusi alkalinen betoni
Kohtalaisen kestävä, HHL3	Mineraalivillat, karbonatisoitunut betoni
Herkkä, HHL2	Kipsilevy, puupohjaiset levyt, höylätty kuusi
Hyvin herkkä, HHL1	Mitallistettu ja karkeasahattu puutavara, höylätty mänty

Kuten taulukosta 1 voidaan huomata, VTT-TTY homehallin homehtumisherkkyyssuokituksen mukaan puutuotteet ovat rakennusmateriaaleista kaikista herkimpiä homehtumiselle. Sen sijaan lasi, metalli, mineraalivillat ja betoni ovat suhteellisen kestäviä homeen kehittymisen osalta. Vaikka tässä tapauksessa rakennusmateriaalien homehtumisherkkyyssuokkaa käytetään vain VTT-TTY homemallissa, kuvastaa se silti suuntaa antavasti eri rakennusmateriaalien homehtumisherkkyyttä ja arkuutta kosteudelle.

Kosteus- ja homeongelmien estämiseksi ensisijainen ratkaisu on pitää olosuhteet sellaisina, että ne ovat epäsuotuisat homeen kasvamiselle (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 41). Kosteusvaurioita voi syntyä esimerkiksi puutteellisesta sääsuojauksesta tai jos rakenne ei pääse kuivumaan suunnitellun mukaisesti. Muita rakentamisesta aiheutuvien kosteusvaurioiden syitä ovat esimerkiksi työvirheet, liitoskohtien vuotaminen, epäjatkuvuudet vedeneristeessä ja ilmansulun puutteelliset tiivistämiset (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 40). Kosteusvaurioiden syntyä edistävät tämän lisäksi kastuneiden ja pilaantuneiden materiaalien käyttö rakentamisessa, työmaan lämmityksen ja ilmanvaihdon suunnittelemattomuus, rakennustöiden huono yhteensovitus ja kokonaishallinta (Vinha et al. 2013, s. 315).

Kosteusvaurioiden syntymistä rakennustyömaalla voidaan ennaltaehkäistä esimerkiksi estämällä kosteuden tunkeutuminen rakenteisiin, huolehtimalla kastuneiden rakenteiden ja pintojen kuivumisesta sekä kuivata jo kostuneet rakenteet ja pinnat (RIL 2020, s. 13). Rakennuksen on lisäksi oltava sellainen, ettei siihen pääse syntymään kosteuskertymiä eikä pitkäaikaisesti vaikuttavia kosteusvaurioita (RIL 2020, s. 13). Käytännössä kaikkien kosteusvaurioita aiheuttavien riskitekijöiden poistaminen rakennustyömaalta on lähes mahdotonta. On kuitenkin tärkeää, että oikeanlaisille rakennustyömaan olosuhteilla pystytään minimoimaan rakentamisen aikaiset kosteusriskit. Kriittisiä kosteusteknisiä tekijöitä rakennuksessa sekä niiden toteutuksessa ovat muun muassa eri rakennusosien liittymäkohdat sekä rakennusosien oikeanlainen toimivuus. Näihin liittyviä rakenteita ovat esimerkiksi seinän ja vesikaton liittymät, märkätilojen ja ilmanvaihtokonehuoneen rakenteet sekä uudet rakenneratkaisut, joista ei ole aikaisempaa kokemusta (RIL 2020, s. 166). Näiden kohtien vääränlainen toiminta tai toimimattomuus voikin vaikuttaa erityisesti kosteusvaurioiden syntymiseen. Rakentamisen aikana tulee ottaa myös huomioon rakenteiden ja rakennustuotteiden ominaiset kosteussietokyvyt sekä mahdollistaa näiden kuivuminen rakentamisen aikaisilla toimenpiteillä (RIL 2020, s. 13).

Voidaankin todeta, että rakennustyömaalla aiheutuvien kosteusvaurioiden syntymiseen vaikuttavat niin suunnittelun aikana tehdyt päätökset sekä rakennuksen tekninen toteutus sekä työmaan ominaiset olosuhteet. Vaikka yhteisiä, kaikissa rakennushankkeissa sovellettavia täsmällisiä ratkaisuja ei voida luoda, on tärkeää ottaa huomioon kosteus ja sen käyttäytyminen rakennuksessa ja sen rakenteissa suunnittelussa ja rakentamisessa.

4 KOSTEUSVAURIOIDEN ENNALTAEHKÄISY RAKENTAMISEN AIKANA

4.1 Kosteudenhallinnan suunnitelmat ja niiden toteutuminen

Rakennustyömaiden kosteudenhallintaa ohjaavana mallina toimii kosteudenhallintaselvityksen pohjalta tehty kosteudenhallintasuunnitelma. Kosteudenhallintasuunnitelmassa pohjana voidaan käyttää myös valmiiksi määriteltyä toimintamallia tai -tapaa, kuten esimerkiksi Oulun rakennusvalvonnan ja alan toimijoiden luomaa Kuivaketju10-mallia (RIL 2020, s. 51, 55). Tämän lisäksi usean kaupungin rakennusvalvonnat ovat yhdessä luoneet kosteudenhallintasuunnitelmaan laatimista ohjeistavat Topten-kortit, jotka listaavat esimerkiksi suunnitelmassa käsiteltäviä asioita (RIL 2020, s. 53). Kosteudenhallintasuunnitelmassa esitetään hankkeen yleistiedot sekä rakennuttajan ja suunnitelmien laatutavoitteet, kosteusriskien arviointi, rakenteiden kuivumisaika-arviot, työmaaolosuhteiden hallinta sekä työmaan kosteusmittausuunnitelma (RIL 2020, s. 165–166).

Rakennustyömaan kosteudenhallinnan suunnitelmien toteutumisen osalta on tärkeää, että hankkeen ja rakennustyömaan riskit kosteusteknisen toimivuuden suhteen on kartoitettu riittävän kattavasti. Tällöin tiedetään, mitkä ovat rakennustyömaahan ja rakennukseen mahdollisesti kohdistuvia kosteusriskejä, jotka voivat aiheuttaa kosteusvaurioita tai edistää niiden syntymistä. Hankkeen kosteudenhallintaprosessissa rakennukseen liittyvien kosteusriskejä voidaan arvioida asettamalla sille soveltuva riskitasoluokka eli kosteusriskiluokka. Kosteusriskiluokkia on kolme: 1 eli normaali, 2 eli normaalia vaativampi sekä 3 eli erittäin vaativa (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 10). Kosteusriskiluokkaan 1 kuuluvat tavanomaiset asuin-, liike- ja toimistorakennukset. Riskiluokkaan 2 kuuluvat normaalia vaativammat asuin-, liike- ja toimistorakennukset sekä koulut ja päiväkodit. Kosteusriskiluokitukseen 3 kuuluvat suureen kosteusrasitukseen kohdistuvat rakennukset, kuten esimerkiksi uimahallit ja muut kostutetut tilat. Kosteusriskiluokan määräytymiseen vaikuttaa hankkeen kosteustekniset ja kosteudenhallinnalliset tavoitteet sekä kosteusvaurioiden seuraamusten taso. Esimerkiksi käytön aikainen suuri kosteusrasitus sekä hankkeen toteutuksen ja ylläpidon vaatavuus nostavat kosteusriskiluokan tasoa. Myös mahdollisista kosteusvahingosta aiheutuvat henkilö-, ympäristö ja taloudelliset vahingot ja niiden laajuus vaikuttavat riskiluokan määräytymiseen (RIL 2020, s. 36). Hankkeelle määräytyvä

kosteusriskiluokka on siis vaikuttava tekijä kosteudenhallintasuunnitelman laadinnassa, sillä se asettaa jo hankkeen alussa vaatimuksia sekä odotuksia myös työmaan kosteudenhallintaan ja sen tasoon.

Rakennushankkeen kosteudenhallinnan toteuttamiseen käytetään joko normaalia tai tehostettua menettelyä. Menettelyn määräytymiseen vaikuttaa aiemmin tehty kosteusriskiluokan määräytyminen (RIL 2020, s. 36). Normaalimenettelyä käytetään tavanomaisissa kohteissa, joihin ei kohdistu suurta kosteusrasitusta. Tehostettua menettelyä taas käytetään sellaisissa hankkeissa, jotka on määritelty erittäin vaativiksi. Tehostetussa menettelyssä rakennusvalvonta voi vaatia, että hankkeen kosteudenhallinnassa käytetään erityismenettelyjä tai Maankäyttö- ja rakennuslain mukaisia erillisiä laadunvarmistustoimenpiteitä (RIL 2020, s. 36–37, 40, 45). Kosteusriskiluokassa 1 käytetään normaalimenettelyä tai kevennettyä normaalimenettelyä, jos rakennuksessa on ihmisiä vain satunaisesti tai rakennuksen määritelty käyttöikä on normaalia lyhyempi. Kosteusriskiluokassa 2 käytetään pääasiassa normaalimenettelyä, mutta rakennushankkeen kriittisiin kohtiin käytetään tehostetun menettelyn toimintatapoja. Kosteusriskiluokassa 3 taas käytetään tehostettua menettelyä ja määritetään hankkeesta tehdyn riskiarvion perusteella ne toimenpiteet, joilla halutaan tehostaa kosteusriskien torjuntaa (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 10). Normaalimenettelyssä työmaan osalta vaaditaan muun muassa rakennuksen toteuttajien pätevyyksien oikeudenmukaisuutta, käyttö- ja huolto-ohjeiden laadintaa sekä kosteudenhallintasuunnitelman mukaista toteutusta ja sen täydentämistä tarpeen mukaan. Tehostetussa menetelmässä rakennustyömaiden osalta toimenpiteitä voivat olla rakennusosien ja -materiaalien kuljetus- ja varastointivaiheessa mahdollisen kastumisen minimointi, rakenteiden kattava sääsuojaus sekä rakennekosteuden sopivan poistumisen varmistaminen rakenteista (RIL 2020, s. 40, 45). Vaikka tehostetun menettelyn työmaan ajan toimenpiteitä voidaan pitää myös tavanomaiseen rakentamiseen kuuluvina kosteudenhallinnan toimenpiteitä, voidaan olettaa, että näiden seikkojen painottamisessa tehostetussa menettelyssä pyritään korostamaan näiden kosteudenhallinnan menettelytapojen tärkeyttä työmaalla syntyvien kosteusvaurioiden ennaltaehkäisyssä.

Rakennustyömaiden kosteudenhallinnan suunnitelmiin ja toteutukseen vaikuttavat merkittävästi myös rakentamisen aikataulu ja rakennusvaiheiden aikataulut. Aikatauluun ja sen määräytymiseen vaikuttavat työmaan osalta muun muassa työmaan olosuhteet sekä rakentamisen valittu toteutusmuoto. Yleisesti aikatauluun vaikuttavat

myös hankkeen laajuus, suunnitteluvaiheiden kesto, rakennusluvan saanti sekä rakennuksen haluttu käyttöönotto (Vinha et al. 2013, s. 317). Rakentamisajankohta tulisi sijoittaa siten, että rakentaminen ajoittuisi vuodenaikojen osalta sopivaan ajankohtaan. Esimerkiksi runko- ja perustusvaiheessa rakennus on erityisen altis kastumiselle, minkä vuoksi nämä rakennusvaiheet tulisi sijoittaa mahdollisimman kuivaan vuodenaikaan (Vinha et al. 2013, s. 317). Aikataulun suunnittelussa työmaan osalta tulee ottaa myös huomioon myös tarvittavat säävaraukset ja suojaukset (Vinha et al. 2013, s. 317). Sateet ja pakkaset voivat myös viivästyttää työvaiheita. Kosteudelle alttiiden työvaiheita ei pitäisi aloittaa, ennen kun ympäristön olosuhteet ovat rakentamiselle suunnitelmien mukaiset (Vinha et al. 2013, s. 323).

Taulukko 2. Esimerkkejä rakennusvaiheiden suositelluista ajoituskohdista kuukausittain (mukaillen Vinha et al. 2013, s. 318).

Rakennusvaihe	Kuukausi
Työmaan perustaminen ja maarakennus	Maaliskuusta huhtikuuhun
Perustus	Toukokuu
Runko	Kesäkuusta syyskuuhun
Vesikatto	Syyskuu
Sisävaihe	Lokakuusta helmikuuhun

Taulukon 2 mukaan voidaan todeta, että kriittisimmät rakennusvaiheiden ajoitukset koskevat perustamista sekä rakennuksen vaipan rakentamista. Sisävaiheeseen siirtyessä voidaan olettaa olosuhteet niin suojaiseksi, että rakennuksen vaippa suojaa sisätiloja ympäristön vaikutuksilta. Rakennuksen vaipan suhteen taulukosta 2 voidaan todeta, että vaipan rakentaminen pyritään toteuttamaan kevään ja kesän aikana ennen syksyn alkua. Tällöin on mahdollista varmistaa optimaalisten rakennusolosuhteet ja ajoittaa rakentaminen siten, ettei rakentamisessa tarvitsisi ottaa huomioon loppusyksyn ja talven ympäristöolosuhteita. Tämän pohjalta voidaan todeta, että lämpimät ja kuivat sääolosuhteet ovat parhaat rungon rakentamiseen sekä maarakentamisen suorittamiseen.

Rakennustyömaiden kosteudenhallinnassa tulisi myös varmistaa rakennussuunnitelmat ja niiden oikeanlainen kosteustekninen toteutus ja toiminta. Työmaalla rakennuksen rakennedetaljeista tulisi kartoittaa mahdolliset riskit kosteusteknisen toiminnan ja työmaatoteutuksen suhteen (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 20).

Koska rakennustuotteen valmistajalla ja asentajalle ei välttämättä ole tietoa tai osaamista rakennedetaljien toiminnan suhteen, tulee suunnitelmat myös esittää tarpeeksi yksityiskohtaisesti halutun kosteudenhallinnallisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Tulisi myös huomioida, että suunnitelmat ovat toteutettavissa käytännössä, ja että rakennustuotteet on mahdollista asentaa työmaalla tai valmistaa tehtaalla. Suunnittelijoiden näkökulmasta työmaan kosteudenhallinnassa tulisi ottaa myös huomioon, ettei täysin kuivan rakentamisen periaatteita voida toteuttaa taloudellisesti. Tällöin suunnittelussa on varmistettava, että rakenteet kestävät myös rakentamisen aikaisen kosteusrasituksen. Myös lähtötiedot rakenteiden sallituista olosuhteista sekä suojausmenetelmistä olisi hyvä olla kirjattuna suunnitelmiin. (Vinha et al. 2013, s. 319)

Rakennustyömaan kosteudenhallintasuunnitelmaan sisältyvät kuivumisaika-arviot tulisi olla toteutettavissa. Kuivumisaika-arviot laaditaan sellaisille betonipinnoille, jotka on tarkoitus päällystää kosteuserkällä materiaalilla tai joiden kuivumisesta aiheutuvat muodonmuutokset voivat aiheuttaa vaurioita (RIL 2020, s. 168). On huomioitava, että suuntaa-antavuutensa takia kuivumisaika-arvioihin ei voi täysin luottaa, vaan riittävä kuivuus on varmistettava kosteusmittauksilla. Lisäksi kuivumisaika-arvion ja mittaustulosten lisäksi riittävän kuivuuden saamiseksi on käytettävä myös työmaan olosuhdehallintaa (RIL 2020, s. 169). Myös kosteudenhallintasuunnitelmaan kuuluvaa kosteusmittausuunnitelmaa tulisi noudattaa. Kosteusmittausuunnitelman mukaiset mittaukset voivat kohdistua muun muassa sisäilman lämpötilaan ja kosteuteen sekä rakenteiden kosteuteen. Kosteusmittausten tavoitteena on määrittää, onko tarvetta muuttaa nykyistä lämpötilaa ja ilmanvaihtoa sekä onko tarvetta lisäkuivatukselle (RIL 2020, s. 175). Kuivumisaika-arvioiden ja kosteusmittausuunnitelmien avulla pystytään vaikuttamaan rakennustyömaan osalta esimerkiksi rakentamisen kosteudenhallinnan seurantaan sekä rakennuksen kosteudenhallintasuunnitelman mukaiseen toteutukseen.

4.2 Kuivatus ja kastumisen ehkäisy

Rakennustyömaan kosteudenhallinnassa pyritään siihen, että rakennus ja siihen käytettävät materiaalit ja tuotteet ovat kuivia, ja näiden kastuminen pyritään estämään rakentamisen aikana. Voidaankin sanoa, että rakentamisen kosteudenhallinnassa pyritään siihen, että rakentaminen on mahdollisimman kuivaa. Kuivassa rakentamisessa tavoitteena on, että työmaan lämpötila on vähintään 15 °C, ilman suhteellinen kosteus on 50 % RH tai se on alle 70 % RH ja rakennus on sääsuojattu tai sen vesikatto ja vaippa ovat vedenpitäviä (Vinha et al. 2013, s. 321).

Rakennustyömailla kastumisen lähteet voivat olla joko sisäisistä tai ulkoisista lähteistä. Sisäisiä lähteitä ovat muun muassa mahdolliset vesivahingot, roiskevesi sekä sisäilman vesihöyry. Ulkoiisiin lähteisiin kuuluvat esimerkiksi vesi- ja lumisateet sekä pinta- ja pohjavedet (Ympäristöministeriö 2020, s. 11). Rakennusaikana työmaalla merkittävimmät kosteuslähteet ovat ulkopuolinen vesi, käyttövesi, rakenteisiin sitoutunut vesi sekä maaperän kosteus. Vettä sitoutuu myös rakenteisiin rakentamisen aikana esimerkiksi betoni-, muuraus-, ja rappaustöissä (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 39).

Rakennustyömailla kosteudenhallinnan ylläpitoon ja kastumisen ehkäisyyn pyritään olosuhdehallinnan avulla. Työmaaolosuhteiden hallinnalla pyritään estämään rakenteiden ja rakennusosien kastuminen työmaalla työskennellessä sekä antamaan hyvät olosuhteet rakenteiden kuivattamiselle (RIL 2020, s. 170). Keskenräiset rakenteet, rakennusmateriaalit ja rakennuksen runko tulee suojata kastumiselta (RIL 2012, s. 17). On myös huomioitava, mitkä käytetyistä materiaaleista vaurioituvat suoraan kosteuden vaikutuksesta, ja mitkä voivat välillisesti aiheuttaa kosteusvaurion (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 21). Vaatimukset eri rakennustuotteiden suojauksesta vaihtelevat. Taulukon 3 mukaan parhain säänkestävyys on muun muassa maa-aineksilla sekä erilaisilla ulkovarusteilla, kun taas suurimmat vaatimukset suojaolosuhteisiin ovat sisätiloihin tarkoitetuilla tuotteilla, kuten esimerkiksi kalusteilla ja lattian pintamateriaaleilla. Kun taulukon 3 rakennustuotteita verrataan taulukossa 1 esiintyviin tuotteisiin, huomataan, että yhteneväisyyksiä löytyy tuotteiden homehtumisherkkyyksien sekä suositeltujen suojaolosuhteiden välillä. Homehtumisherkkyydeltään arkoja tuotteita, kuten puutuotteita ja kipsilevyjä, suositellaan taulukon 3 mukaan suojamaan lämpimissä ja tiiviissä suojauspaikassa, kuten esimerkiksi sisätiloissa tai rakennustuotteen käyttöolosuhteissa.

Taulukko 3. Esimerkkejä eri rakennusmateriaaleista ja niiden ohjeellisista suojauspaikoista (mukailten Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 67).

Suojauspaikka	Rakennustuote
Ulkotila	Ulkovarusteet, kattotiilet, maa-ainekset
Suojainen tila. Esimerkiksi katoksella tai suojapeitteellä suojattu tila.	Metallivarusteet, keraamiset laatat, betonielementit, puuelementit
Sisätila, ei lämpötilavaatimuksia. Esimerkiksi varastokontti tai ulkorakennus.	Metalli-ikkunat ja -ovet, laastit, runkopuutavara
Lämmitetty sisätila	Pintapuutavara, IV-tuotteet, kipsilevyt
Käyttötila; tuotteelle tarkoitetuissa olosuhteissa lämpötilan ja ilmankosteuden mukaan.	Parketit ja laminaatit, kalusteet, matot

On huomattu, että työmaa-aikainen kastuminen sekä pitkä ulkovarastointi nopeuttavat mikrobikasvuston syntyä materiaaleissa kosteusvaurioituneissa kohdissa, jos materiaali kastuu myöhemmin sen elinkaaren aikana (Pitkäranta 2016, s. 135). Vaikka rakennustuote itsessään sietäisi hyvin kosteutta, se voi kosteana asennettuna vaurioittaa muita materiaaleja (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 66). On huolehdittava, että rakennusosat- ja tuotteet eivät pääse kastumaan myöskään tehtaalla tai niiden kuljetuksen aikana. Kuljetuksessa rakennusmateriaalien kosteudenhallinnasta vastuu on kuljettajalla (Ympäristöministeriö 2020, s. 23). Toimitettavien rakennustuotteiden kosteudensuojauksen taso ei ole yleensä hyvä työmaan kosteusolosuhteilta suojaukseen. Kannattavaa on siis parantaa tuotteiden suojausta työmaalla, tai sopia tuotteiden toimittajan kanssa paremmasta kosteusteknisestä suojauksesta (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 21). Rakennusosien- ja tuotteita suojatessa on hyvä priorisoida kaikista arimpia tuotteita ja osia, jotka voivat helposti vaurioitua kastuessa. Tällaisia ovat esimerkiksi puutuotteet sekä lämmöneristeet (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 21). Rakennustuotteiden ja -materiaalien toimituksessa tulee ottaa myös työvaiheet ja niiden aikataulutus. Tuotteet tulisi toimittaa työmaalla oikea-aikaisesti (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 27). Kun rakennustuotteet toimitetaan aikataulussa, voidaan olettaa, että niiden suojaukseen on myös varauduttu rakennustyömaan osalta. Tällöin tuotteet ja materiaalit eivät pääsisi kastumaan esimerkiksi huonojen säilytysolosuhteiden tai huonon suojauksen vuoksi. Jos tuotteet tuodaan työmaalle liian aikaisin ennen niiden käyttöä ja asentamista,

voidaan tällöin mahdollisesti tarvita enemmän resursseja suojaukseen. Tällöin tuotteet myös voivat viedä ylimääräistä säilytystilaa työmaalla, mikä taas saattaa aiheuttaa työmaan tuotteiden säilytyslogistiikkaan ongelmia. Tämä taas voi johtaa tuotteiden puutteelliseen suojaukseen ja samalla altistaa tuotteet turhalle kosteusrasitukselle, joka olisi voitu ehkäistä oikeanlaisten toimitusaikataulujen ja säilytysolosuhteiden avulla.

Rakennustyömailla tulisi huolehtia rakenteiden ja rakennustuotteiden ja -materiaalien kuivuudesta, sekä varautua niiden mahdollisiin kuivatustoimenpiteisiin työmaalla. Kastuneiden rakenteiden ja niiden osien tulee antaa kuivua ennen seuraavan rakennusvaiheen aloitusta. Kuivumisprosessia voidaan myös nopeuttaa erilaisilla kuivatusjärjestelmillä (RIL 2012, s. 16). Mahdolliset riskit kosteudelle ja kosteusvaurioiden syntymiselle ovat kartoitettavissa työmaalla, ja mahdollisten kosteusvahinkojen syntyminen on ennaltaehkäistävässä. Esimerkiksi työmaa-aikaista painevesiverkostoa suositellaan koeponnistettavaksi ennen sen käyttöönottoa, ja käyttövesijohdot tulisi sulkea yöksi sekä viikonlopuiksi. Myös kuivatuslaitteiden nopea saatavuus työmaalla tulisi varmistaa (RIL 2020, s. 172). Jos vesivahinko pääsee tapahtumaan rakentamisen aikana, tulee rakenteisiin päässyt vesi poistaa heti. Myös vahingon laajuus tulee varmistaa, sekä huolehtia sopivasta kuivumisesta esimerkiksi kosteusmittausten avulla (RIL 2020, s. 172).

Kosteudenhallintasuunnitelman mukaisista kuivumisaika-arvioista on noudatettava rakentamisen aikana. Kuivumisessa betoniin vaikuttavat eniten sen kastumisaika, lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus (RIL 2020, s. 168). Rakenteen kuivatusta voidaan nopeuttaa rakennetta lämmittämällä, ympäröivän ilman lämpötilaa nostamalla sekä aiheuttamalla ilmavirtauksia rakenteen ympärille (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 21). Työmaalla on huolehdittava, että rakenteiden kuivatuksessa niille määritetyt optimaaliset kuivatusolosuhteet saavutetaan. Rakenteiden kosteusmittaukset ovat tärkeitä erityisesti ennen rakenteiden päällystämiseen liittyvien työvaiheiden aloittamista. Ennen päällystystyötä tulisi rakenteeseen tehdä kosteusmittaus noin kaksi viikkoa ennen päällystämisen aloitusta, ja hieman ennen työvaiheen aloitusta vielä tarkempi mittaus suunnitellun kuivuuden saavuttamiseksi (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 22–23). Yleisesti rakenteiden kuivumisen arvioinnissa tulisi ottaa huomioon materiaalin ominainen toiminta. Esimerkiksi rakenteen paksuus, mahdolliset rakenteen kuivumissuunnat sekä rakenteen rakennusaikana kastuminen vaikuttavat kosteuden

poistumisnopeuteen rakenteesta minkä vuoksi nämä seikat tulisi ottaa huomioon kuivumisaikoja ja työvaiheita suunniteltaessa (RIL 2020, s. 106).

On todettu, että kustannustehokkain tapa kosteudelta suojaukseen on hyödyntää rakennuksen vaippaa (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 21). Tämä saavutetaan silloin, kun rakennuksen vaippa rakennetaan valmiiksi peräkkäisissä työvaiheissa; tämä tarkoittaa esimerkiksi vesikaton asennusta heti rungon valmistumisen jälkeen, ikkunoiden ja ovien nopeaa asennusta tai näiden aukkojen suojausta, veden ja lumen kertymisen estämistä ja poistamista rungosta (RIL 2020, s. 171). Rakennuksen vaipan valmiiksi rakentaminen auttaa tällöin lisäämään myös rakennusmateriaalien- ja tuotteiden suojausala. Rakennuksen kosteudelta suojaaminen on rakennusvaipan lisäksi mahdollista toteuttaa sääsuojauskaluston avulla. Sääsuojauskalustolla tarkoitetaan suojauskalustoa, jotka on tarkoitettu rakennuksen tilapäiseen säältä suojaamiseen. Suojauskalustoon kuuluvat muun muassa suojapeitteet, julkisivusuojat ja sääsuojat. Rakennuksen kokonaisvaltaisella sääsuojauksella voidaan vähentää lämmitys- ja kuivatustarvetta sekä vähentää pilaantuneiden rakennusmateriaalien määrää. Sääsuojaus parantaa myös työturvallisuutta sekä työskentelyolosuhteita ja voi estää rakennuspölyn leviämisen ympäristöön. Sääsuojaus kuitenkin myös hankaloittaa nostojen tekoa, ja sen ankkuroinnista sekä tiiviyydestä tulee huolehtia (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 63–64). Voidaankin sanoa, että kokonaisvaltaista ja taloudellisinta tapaa kosteussuojaukselle tulisi arvioida työmaa- ja hankekohtaisesti, ottaen huomioon esimerkiksi käynnissä olevat työtehtävät, työmaan olosuhteet sekä nostotarpeen työmaalla.

Rakennustyömaiden olosuhdehallinnassa tulisi ottaa huomioon myös eri vuodenaikojen vaikutus lämpötilaan sekä ilmankosteuteen. Talviaikana rakentaessa tulee ottaa huomioon myös lumen ja jään vaikutus kosteudenhallintaan. Periaatteena on pitää työmaalta pois jää ja lumi sekä pyrkiä kuivattamaan rakenteet tuulettamalla (Vinha et al. 2013, s. 322). Ulkoilman suhteellisen kosteuden muutos ei ole suurta vuodenaikasta riippumatta, mutta sen kosteussisältö muuttuu. Kosteussisällöllä tarkoitetaan sitä, kuinka paljon kosteutta mahtuu vesihöyryyn. Lämpötilan noustessa kosteussisältö nousee, ja lämpötilan laskiessa myös kosteussisältö laskee. Tämän mukaan siis korkeissa lämpötiloissa ilma voi sisältää enemmän kosteutta verrattuna viileämmässä lämpötilassa olevaan vesihöyryyn. Tämän vuoksi kesällä ja alkusyksyllä kuivatuksessa pitää ottaa huomioon ilman suuri kosteussisältö. Ilman sisältämää kosteutta voidaan pienentää ilmankuivaajilla, jotka poistavat kosteutta sisäilmasta. Ilmankuivaajan käyttö vaatii

kuitenkin ilmatiiviin tilan, jotta kuivaaja saa otettua ainoastaan rakenteista vapautuvaa kosteutta (RIL 2020, s. 173). Yleisesti vuodenaikojen vaikutus tulisi ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa, jolloin työmailla pystyttäisiin saavuttamaan sopivat kosteus- ja lämpöolosuhteet mahdollisimman taloudellisesti. Kuivatustapoja miettiessä tulisi ottaa huomioon myös työmaan olosuhteet esimerkiksi suojaolosuhteiden suhteen.

4.3 Rakentamisen tiiveys

Jotta rakennus voisi toimia kosteus- ja lämpöteknisesti oikein, sen vaipan sisäpinnan on oltava tarpeeksi tiivis. Tiivis vaippa saadaan tehtyä ilman- ja höyrynsulkujen avulla. Höyrynsulun tarkoituksena on estää haitallinen vesihöyryn diffuusio sisältä vaipparakenteen läpi ulos. Ilmansulun tarkoituksena taas on estää vaipan läpi menevät haitalliset ilmavirtaukset (RIL 2012, s. 27). Jos vaippa ei ole tarpeeksi tiivis, tämä voi johtaa ilmavirtauksiin rakenteissa. Tällöin on mahdollista, että kosteus pääsee kertymään rakenteeseen. Ilmavirtauksia rakenteissa voivat aiheuttaa reiät ja epätiivit saumat ilman- ja höyrynsuluissa (RIL 2020, s. 178). Rakennuksen tiiveydellä ennaltaehkäistään myös maaperän epäpuhtauksien ja radonin pääsyä sisäilmaan (Ympäristöministeriö 2020, s. 12). Rakennuksen hyvällä ilmatiiviydellä voidaan estää kosteuden kertymisen lisäksi myös rakennuksen vaipan läpi tapahtuvaa ilmavuotoa (RIL 2020, s. 113). Rakennuksen tiiviyteen vaikuttavat rakennusvaipan lisäksi myös muiden rakennusosien tiiveys. Esimerkiksi ikkunoiden tiivis asennus, ylä- ja alapohjien ja ulkoseinien välisten liitosten tiiviyys sekä läpivientien pitkäaikainen ja toimiva tiiviyys vaikuttavat rakennuksen tiiviyteen ja rakennuksen kosteustekniseen toimintaan. Tämän vuoksi näiden rakennusosien huono toiminta voi aiheuttaa kosteusvaurioriskin (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 48).

Työmaalla rakennuksen tiiveyden toteutusta voidaan valvoa muun muassa mallitöillä, työvaihesurannalla sekä laadunvarmistustoimenpiteillä (Ympäristöministeriö 2020, s. 13). Ilma- ja höyrysulut on asennettava tiiviisti. On varmistettava, että sulut ovat jatkuvia ja niiden liitokset, jatkokset ja läpiviennit on tiivistetty huolellisesti. Näiden tiivistys on tehtävä myös heti asennuksen yhteydessä, jotta rakennusaikaista kosteutta ei pääse kertymään rakenteisiin. Lisäksi höyryn- ja ilmansulussa käytettävien tuotteiden on oltava sellaisia, että ne kestävät rakennusenaikaisen säärasituksen ja normaalit työskentelytavat. Tiivistämisessä tulee käyttää sellaisia oheismateriaaleja, jotka täyttävät rakennuksen toiminnalliset vaatimukset (RIL 2012, s. 42–45). Rakennustyömailla

oikeanlainen tiiveys ja sen toteutumiseen vaikuttavat työvaiheiden oikeanlainen toteutus sekä näiden valvonta ja rakennukseen soveltuvat rakennustuotteet ja -osat. Tällöin voidaan myös ennaltaehkäistä huonon tai puutteellisen rakennusvaipan tiiveyden aiheuttamia kosteusongelmia rakennuksessa.

4.4 Tiedonkulku, valvonta ja dokumentointi

Rakentamisen ja rakennustyömaan kosteudenhallinnan näkökulmasta on tärkeää, että kosteudenhallinnan osalta tiedonkulku sidosryhmien kesken toimii eikä väärinkäsityksiä synny. Rakennustyömaiden kosteudenhallinnan valvonnan ja dokumentoinnin tarkoituksena taas on varmistaa ja todentaa rakentamisen aikaisen kosteudenhallinnan toteutuminen. Kosteudenhallinnan dokumentointi hyödyttää myös rakennuksen käyttöä, ja mahdollisia työmaan asiakirjoja voidaan käyttää myös mahdollisissa kosteusteknisissä korjaustoimenpiteissä.

Koko rakennushankkeen kosteudenhallissa vastuu on kosteudenhallintakoordinaattorilla, mutta työmaan kosteudenhallinnasta vastuu on erikseen nimetyllä tai nimetyillä henkilöillä. Kosteudenhallinnasta työmaalla vastaavan henkilön tehtäviin kuuluvat muun muassa valvoa sopimusten ja suunnitelmien mukaista työskentelyä sekä rakenteiden kuivumisaika-arvioiden ja -aikataulun toteutumista, ja suorittaa työmaa-aikaista dokumentointia ja valokuvausta (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 23). Vaikka työmaalla on päätetty kosteudenhallinnasta vastaava henkilö, tulee jokaisen työntekijän huolehtia rakennustyömaan kosteudenhallinnasta omalta osaltaan ja omien työtehtävien näkökulmasta. Huomatuista kosteusriskeistä ja -vaurioista tulisi ilmoittaa työmaan työnjohdolle (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 23). Koska kosteudenhallinnan kokonaisvaltainen valvonta ei ole mahdollista, olisi myös kaikkien työmaan työntekijöiden tiedostettava mahdollisia rakentamiseen liittyviä kosteusriskejä ja niiden vaikutuksia. Tämän lisäksi tulisi myös varmistaa, että työmaan sisäinen tieto kosteudenhallinnan suhteen liikkuu työntekijöiden sekä työnjohdon välillä, jotta vauriot ja niiden riskitekijät ovat estettävissä ja korjattavissa ennen mahdollisia laajempien vaurioiden syntymistä.

Kosteudenhallinnan toteutumisessa tiedonkulun merkitys on suuri myös työmaan ja muiden sidosryhmien välillä. Kun tiedonkulku on hyvä, voidaan välttyä väärinkäsityksiltä sekä informaationpuutteen vuoksi tapahtuvilta virheiltiltä. Yleisesti

rakentamisen riskienhallinta edellyttää selkeää vastuunjakoa työmaaorganisaatiolta sekä ymmärrystä kokonaisuudesta (Vinha et al. 2013, s. 325). Esimerkiksi rakennusteknisiä muutoksia rakennukseen toteuttaessa tulee huomioida, että tieto muutoksesta tavoittaa kaikki osapuolet. Rakentamisen aikaisilla muutoksilla voidaan hakea esimerkiksi rakentamista helpottavaa teknistä toteutusta tai rakennuskustannuksilta edullisempaa ratkaisua (Pitkäranta 2016, s. 23). Tämä voi kuitenkin johtaa kosteusvaurion syntyyn, jos muutoksen kosteusteknistä puolta ei ole huomioitu muutosta tehdessä. Jos suunnitelmista poikkeava toteutus luodaan ilman esimerkiksi eri suunnittelijoiden kuulemista, voi tämä johtaa rakennusvirheeseen. Työmaan kosteudenhallintaan liittyvät riskit tulisi arvioida tapauskohtaisesti ja niihin liittyvät ratkaisut pitäisi tehdä yhteistyössä eri alojen suunnittelijoiden kesken (Vinha et al. 2013, s. 325).

Rakennuksen kosteudenhallintaan liittyvistä mittauksista sovitaan tilaajan sekä rakennusliikkeen kesken, ja ne tulisi suorittaa kosteudenhallintasuunnitelman kosteusmittaussuunnitelman mukaan. Tärkeimpiä rakentamisen aikaisia laadunvarmistuksen toimenpiteitä ovat esimerkiksi kosteusmittaukset, rakennuksen vaipan ilmanvuotoluvun mittaus, lämpökuvaus kylmäsilloista ja paikallisista vuotokohdista sekä ilmanvaihtojärjestelmien toimivuuden ja säätöjen tarkistusmittaukset (RIL 2020, s. 178). Kosteudenhallinnan mittausten avulla voidaan vaikuttaa rakentamisen aikaisen kosteudenhallinnan seurantaan sekä sen toteutumiseen, sekä muokata niiden pohjalta olosuhteet rakentamiselle suotuisiksi. Esimerkiksi kosteus- ja lämpötilamittausten pohjalta voidaan muokata kuivumisolosuhteiden lämpötilaa ja ilmanvaihtoa suotuisiksi (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 22). Rakenteiden kuivumista mittauksilla seuraamalla voidaan myös seurata kuivumisaika-arvion toteutumista sekä tarpeen mukaan lisätä kuivaustoimenpiteitä (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 22–23).

Rakennustyömaan dokumentit hyödyttävät erityisesti rakennuksesta tehtävää huoltokirjaa. Huoltokirja on dokumentti, jossa esitetään ne toimenpiteet, joilla saavutetaan rakennuksen tekninen käyttöikä (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 24). Työmaan kosteudenhallinnan näkökulmasta huoltokirjan merkittäviä dokumentteja ovat työmaan tarkastusraportit. Huoltokirjassa tulisi tuoda ilmi myös rakennustyömaan kosteudenhallinnan vastuuhenkilö (Sahlstedt & Koskenvesa 2016, s. 24). Tarpeeksi riittävällä työmaadokumentoinnilla voidaan laadunvarmistamisen lisäksi tuoda ilmi mahdollisia kriittisiä kohtia kosteudenhallinnan osalta rakennuksessa, ja näitä tietoja voidaan hyödyntää rakennuksessa myös sen käyttöönoton jälkeen. Esimerkiksi

kosteusvaurioiden korjausrakentamisessa merkittäviä työmaan asiakirjoja ja dokumentteja ovat esimerkiksi työmaapäiväkirjat, valvontamuistiot sekä työmaakokousmuistiot (Pitkäranta 2016, s. 22). Näitä dokumentteja ja asiakirjoja voidaan hyödyntää tällöin lähtötietoasiakirjoina korjausrakentamisessa (Pitkäranta 2016, s. 22).

5 TULOSTEN TARKASTELU

Rakennustyömaiden kosteudenhallintaan ja työmaalla syntyvien kosteusvaurioiden syntymiseen voidaan vaikuttaa usealla eri osa-alueella. Voidaan todeta, että rakennustyömaiden kosteudenhallinta ja sen oikeanlainen toteutuminen tulisi ottaa huomioon rakennusvaiheen lisäksi myös jo rakennushankkeen suunnitteluvaiheessa. Kosteudenhallintasuunnitelma, työmaan kuivatus ja kastuminen, rakennuksen tiiveys sekä työmaan valvonta ja dokumentointi ovat sellaisia osa-alueita, joille voidaan antaa jo tavoitteita ja vaatimuksia ennen niiden toteuttamista rakennustyömaalla. Erityisen tärkeää on myös oikeat lähtötiedot kosteusteknisestä näkökulmasta rakennuksen rakennusfysikaalisten ja -teknisten seikkojen suhteen, joiden tulisi olla kunnossa ennen rakentamisen aloitusta. Myös esimerkiksi rakenteiden ja rakennustuotteiden suojaustavat sekä optimaalisten olosuhteiden saavuttaminen rakennustyömaalla ovat suunniteltavissa jo rakentamisen suunnitteluvaiheessa. Tärkeää kosteudenhallinnan näkökulmasta on myös rakennushankkeen eri sidosryhmien yhteistyö rakentamisen ja rakennustyömaan kosteudenhallinnan tavoitteiden saavuttamisen vuoksi. Yhteistyöllä kosteudenhallintaan liittyvä tieto voi kulkea niin rakennus- ja tuotantovaiheessa, minkä vuoksi tuotannossa mahdollisesti syntyvät ja ilmenevät kosteusriskit sekä -virheet on mahdollista estää tai korjata ennen laajempien vaurioiden ilmenemistä.

Rakentamisen kosteudenhallinnassa sidosryhmien tieto ja hankkeessa työskentelevien henkilöiden osaaminen rakentamisen kosteudenhallinnan suhteen vaikuttaa rakennustyömaiden kosteudenhallinnan haluttuun ja toivottuun toteutumiseen. Suunnittelijoiden, työmaan työntekijöiden ja työnjohdon tulisi olla tietoinen rakentamisen ja rakennustyömaiden kosteudenhallinnasta sekä kosteusvaurioiden syntymisen syistä, jotta kosteusongelmiin olisi mahdollista puuttua. Samalla myös kosteusvaurioiden syntymistä olisi mahdollista ennaltaehkäistä. Rakentamisen liittyvän henkilöstön näkökulmasta merkittävässä asemassa kosteudenhallinnan toteutumiseen on hankkeen kosteudenhallintakoordinaattorilla sekä rakennustyömaan kosteudenhallinnan vastaavalla, joiden tulisi varmistaa kosteudenhallinnan toteutuminen rakennushankkeen aikana. Käytännön toteutumisen osalta vastuu on työmaan kosteudenhallinnasta vastaavalla, kun taas kosteudenhallintakoordinaattorin roolia voidaan pitää hankkeen kannalta merkittävimpänä koko rakennushankkeen osalta muun muassa vastuuosajärjestelmän suhteen.

On huomioitava, että työn kirjallisuustutkimuksesta saadut tulokset ovat yleistyksiä rakennustyömaiden kosteudenhallinnasta, minkä vuoksi yksiselitteistä ratkaisua tai toimintamallia kaikkien kosteudenhallintaan liittyviin ongelmiin ei ole. Kosteudenhallinta rakennustyömailla on yleensä hyvin tapauskohtaista, minkä vuoksi myös ilmenevät ongelmat voivat poiketa eri rakennushankkeiden välillä. Onkin tärkeää, että työmaan kosteudenhallintaa suunniteltaessa otetaan huomioon hankkeen omakohtaiset vaatimukset sekä rakentamisessa ja sen olosuhteissa ilmenevät kosteusriskit.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Rakentamisen ja rakennustyömaiden kosteudenhallinnassa tulisi yleisellä tasolla pyrkiä tavoittelemaan kuivaa rakentamista, eikä itsessään kosteuden hallintaa. Tällöin ylimääräinen kosteus ja sen ilmeneminen tulisi estää rakenteissa ja rakennustyömaalla mahdollisimman tehokkaasti. Yleisesti suomalaisen lainsäädännön noudattaminen rakentamisen kosteudenhallinnan osalta on rakentajalla suhteellisen helppoa, sillä lainsäädäntö ottaa kantaa pääasiassa siihen, miten rakennuksen tulisi toimia kosteusteknisesti. Tällöin merkittävää on noudattaa alan suosituksia sekä toimintamalleja rakennustyömaiden kosteudenhallintaan liittyen.

Rakennustyömaiden kosteudenhallinnan ylläpidon helpottamiseksi sekä taloudellisen lopputuloksen saavuttamiseksi suunnitteluvaiheessa rakentamisen aikataulu tulisi tehdä siten, että ylimääräiselle kosteuden suojaukselle ei olisi tarvetta ja työvaiheiden aloitus ei viivästyisi epäedullisten sääolojen tai muiden olosuhteiden vuoksi. Esimerkiksi taulukon 2 mukaisesti rakennuksen runkovaihe tulisi aloittaa alkukeväällä maaliskuun huhtikuun aikana, ja vesikaton tulisi valmistua syksyllä ennen talven alkua, jolloin rakennuksen vaippa olisi tiivis. Jos rakentamisolosuhteet huomioiva aikataulu ei ole rakennushankkeen mukaan mahdollista, tulisi tällöin suunnittelussa ottaa huomioon lisäresurssit, joita tarvitaan rakennustyömaan kosteudenhallinnan ja halutun kosteusteknisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Tällaisia lisäresursseja voivat olla esimerkiksi riittävän pitkät, rakenteen hyvälle kuivumiselle mahdollistavat kuivumisajat, rakennuksen ja rakennusmateriaalien suojauskalusto ja -materiaalit sekä lämmitykseen ja ilmanvaihdon mahdollistavat kalustot ja laitteet työmaalla.

Työmaiden kosteudenhallinnassa tulisi pyrkiä saavuttamaan optimaaliset olosuhteet rakenteiden kuivattamiseen. Myös rakennustyömaiden kosteudenhallinnassa materiaalisuojauksessa eri rakennusmateriaalien ja -tuotteiden suojauksessa on varmistettava, että rakennustyömaalla on mahdollista suojata rakennustuotteet ja rakenteet kastumiselta. Lisäksi yhteistyötä materiaali- ja tuotetoimittajien kanssa tulisi tehdä, jotta rakennusmateriaalit ja -tuotteet saataisiin toimitettua rakennustyömaalle sellaisessa aikataulussa, jossa säilytysaika on sopiva ja toimitusten suojaus on sellainen, että se suojaa tuotteita ja materiaaleja rakennustyömaiden olosuhteilta eikä ne pääse kastumaan. Rakennustuotteiden ja -materiaalien suojauksessa suojausta tulisi tarpeen tullen priorisoida kaikista kosteudelle arimpien materiaalien suhteen. Rakentamisessa ei

myöskään saisi käyttää sellaisia rakennustuotteita, joihin on mahdollisesti päässyt syntymään kosteusvaurio. Rakenteita tehdessä täytyy myös huomioida, että kosteutta ei pääsisi rakenteeseen esimerkiksi asennusvaiheen aikana ennen rakenteen valmistumista.

Rakennuksen oikeanlaisen tiiviyn ja kosteusteknisen toiminnan saavuttamiseksi esimerkiksi höyry- ja ilmasulut tulisi asentaa oikeaoppisesti, jotta ilmavuotoa ei tapahdu eikä kosteutta pääsisi kertymään rakenteisiin asentamisaikana. Myös tiivistämiseen liittyvien tuotteiden tulisi olla sellaisia, jotka kestävät myös asennusaikana työmaaolosuhteet, eivätkä pääsisi esimerkiksi vaurioitumaan rakentamisen aikana. Tiiviydessä tulisi myös panostaa laadunvalvontaa, jotta esimerkiksi mahdolliset esiintyvät ilmavuodot rakenteissa voidaan paikantaa hyvissä ajoin, ja että rakenteiden tiivistys on tehty oikein.

Rakennustyömaan kosteudenhallintaa tulisi valvoa, jotta saavutetaan rakennuksen vaatimusten mukainen kosteustekninen toteutus. Tämän lisäksi tärkeää on rakentamisen sidosryhmien yhteistyö ja hyvä tiedonkulku kosteudenhallinnan suhteen. Kosteudenhallinnan toteutumista tulisi myös seurata tarvittavan dokumentoinnin avulla, jotta mahdolliset epäkohdat työmaa-aikaisessa toiminnassa kosteudenhallinnan suhteen olisi havaittavissa myös jälkikäteen. Lisäksi kosteudenhallintasuunnitelman noudattaminen rakennustyömailla tulisi olla rakennushankkeen vaatimukset huomioon ottava, ja sitä tulisi noudattaa rakentamisessa. Kosteudenhallintasuunnitelman mukaista kosteusmittausuunnitelmaa tulisi myös seurata ja vaaditut mittaukset toteuttavat kyseisen suunnitelman mukaan, jotta rakenteiden ja rakennuksen kosteustekniset vaatimukset ja niiden oikeanlainen toteutumien työmaalla voidaan varmistaa.

7 YHTEENVETO

Vaikka Suomen lainsäädäntö asettaakin yleiset periaatteet rakennuksen ja rakennustyömaiden kosteudenhallintaan, tärkeässä asemassa on oikeanlaiset kosteudenhallinnalliset toimintamallit ja työmaan kosteudenhallinnan huomioiminen rakentamisen suunnittelu- ja tuotantovaiheessa. Rakentamisen kosteudenhallinnassa tulee ottaa huomioon rakennushankkeen ominaiset tarpeet sekä sen omat kosteusriskitekijät. Yksiselitteistä vastausta kosteusvaurioiden ehkäisyyn ei siis voida antaa, vaan kosteudenhallintaa tulisi toteuttaa tapauskohtaisesti, hankkeen vaatimusten ja tarpeiden mukaisesti. Voidaan sanoa, että kosteudenhallinnan ylläpidon vuoksi erilaisten toimintamallien käyttö ja kehittäminen auttavat ylläpitämään rakentamisen ja rakennustyömaiden kosteudenhallintaa. Suomalaisesta näkökulmasta rakentamisen kosteudenhallinnan toimintaprosesseja on jo kehitetty esimerkiksi Kuivaketju10-toimintamallin ja Topten-korttien avulla. Tästä huolimatta kummankaan mallin tai ohjeen käyttö ei ole vaadittua valtakunnallisella tasolla. Saattaa olla, että tällaisten toimintamallien ja valtakunnallisen, täsmällisen toimintaprosessin luominen voi olla mahdollista ja tarpeellista tulevaisuudesta, jos rakentamisen kosteudenhallinnan toteutumista halutaan standardisoida Suomessa.

Rakentamisen ja rakennustyömaiden kosteudenhallinnalla pyritään tavoittelemaan rakennuksen oikeanlaista kosteusteknistä toimintaa ja sen terveellisyyttä sekä ehkäistään mahdollisia rakennukselle aiheutuvia kosteusriskejä. Jotta tämä toteutuisi, tarvitaan tietoa ja osaamista sekä resursseja rakentamisen kosteudenhallinnan toteutumiseen. Rakentamisen aikana on hyvä tietää rakennustyömaiden mahdolliset kosteusriskit sekä osata toimia rakentamisessa siten, ettei rakennus pääse altistumaan liialle kosteuskuormitukselle. Rakennustyömailla tulisi varmistaa, että kosteudenhallinnan ylläpitämiseen on saatavilla tarpeeksi resursseja. Kosteudenhallintaa työmaalla tulisi myös pyrkiä aktiivisesti ylläpitämään esimerkiksi valvonnan ja dokumentoinnin avulla.

LÄHDELUETTELO

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132. Finlex. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132> [viitattu 17.2.2022].

Morishita-Steffen, N., Laukkarinen, A., Lewis, T., Wolny, S., Peuhkuri, R., Vinha, J. & Bednar, T., 2021. CIB W040: International Surveys Considering Moisture Safety in Buildings During Design and Construction. Teoksessa: Qin, M. & Rode, C. (toim.) Journal of Physics: Conference Series, 2069. Kööpenhamina, Tanska. 25.-27.9.2021. 8th International Building Physics Conference. 10.1088/1742-6596/2069/1/012042.

Ojanen, T., Peuhkuri, R., Viitanen, H., Lähdesmäki, K., Vinha, J. & Salminen, K. 2011. Classification of Material Sensitivity - New Approach for Mould Growth Modeling. Teoksessa: Vinha, J., Piironen, J. & Salminen, K. (toim.) Proceedings of the 9th Nordic Symposium on Building Physics, 2, s. 867-874. Tampere, Suomi. 29.5.-2.6.2011. 9th Nordic Symposium on Building Physics. ISBN 978-952-15-2575-9.

Pitkäranta, M., 2016. Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus [verkkodokumentti]. Helsinki: Ympäristöministeriö, 234 s. ISBN 978-952-11-4626-8.

Rakennustietosäätiö RTS., 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitajaksot [ohjetiedosto]. Helsinki: Rakennustieto ry, 33 s.

Sahlstedt, S. & Koskenvesa, A., 2016. KUIVANA RAKENTAMINEN – opas rakentamisen kosteudenhallintaan [opas]. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry, 80 s. ISBN 978-952-68565-1-3.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2020. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 332 s. ISBN 978-951-758-639-9.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2012. Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 219 s. ISBN 978-951-758-545-3.

Viitanen, H., Vinha, J., Salminen, K., Ojanen, T., Peuhkuri, R., Paajanen, L. & Lähdesmäki, K. 2010. Moisture and Bio-deterioration Risk of Building Materials and Structures. *Journal of Building Physics*, 33 (3), s. 579–594. 10.1177/1744259109343511.

Vinha, J., Laukkarinen, A., Mäkitalo, M., Nurmi, S., Huttunen, P., Pakkanen, T., Kero, P., Manelius, E., Lahdensivu, J., Köliö, A., Lähdesmäki, K., Piironen, J., Kuhno, V., Pirinen, M., Aaltonen, A., Suonketo, J., Jokisalo, J., Teriö, O., Koskenvesa, A. & Palolahti, T., 2013. Ilmastonmuutoksen ja lämmöneristyksen lisäyksen vaikutukset vaipparakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa ja rakennusten energiankulutuksessa, raportti 159. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, 354 s. ISBN 978-952-15-2949-8.

Ympäristöministeriö, 2020. Rakennusten kosteustekninen toimivuus [ohje]. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa:

https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Ohje_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA_E374_4983_A396_CC15D6830B7B-156354.pdf/323bffe4-19f4-9b97-6c59-d314db622cb4/Ohje_Rakennusten-kosteustekninen-toimivuus-2020-F3A686EA_E374_4983_A396_CC15D6830B7B-156354.pdf?t=1603260109033 [viitattu 17.2.2022]. 53 s.

Ympäristöministeriö, 2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta [perustelumuistio]. Helsinki: Ympäristöministeriö. Saatavissa: https://ym.fi/documents/1410903/35099218/Perustelumuistio_YMa+rakennusten+kosteusteknisest%C3%A4+toimivuudesta_20171124_final.pdf/e8ca8f8d-35f2-fb2b-5c99-8ba87c205393/Perustelumuistio_YMa+rakennusten+kosteusteknisest%C3%A4+toimivuudesta_20171124_final.pdf?t=1634794773806 [viitattu 17.2.2022]. 23 s.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 24.11.2017/782. Finlex. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782> [viitattu 17.2.2022].

Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä 12.3.2015/216. Finlex. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150216> [viitattu 17.2.2022].