

KOSTEUDENHALLINTA SISÄILMAKORJAUKSESSA

Suunnittelun ohjaus, valvonta ja prosessin kehittäminen



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakennusmestari, Hämeenlinnan korkeakoulukeskus

Syky 2020

Tatjana Maksudov

Tekijä	Tatjana Maksudov	Vuosi 2020
Työn nimi	Kosteudenhallinta sisäilmakorjauksessa. Suunnittelun ohjaus, valvonta ja prosessin kehittäminen.	
Ohjaajat	Jenni Ypyä (HAMK), Pasi Hulkkonen (Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy)	

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy. Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda toimeksiantajalle malliasiakirjat kosteudenhallintaan sisäilmakorjauksessa sekä selkeyttää kosteudenhallinnan prosessia prosessikaavion sekä henkilöstökoulutuksen avulla. Opinnäytetyössä tutkittiin sisäilmakorjauksen erityispiirteitä kosteudenhallinnan näkökulmasta sekä tuotiin esille kosteudenhallinnan suunnittelun ohjauksen ja valvonnan keskeisimpiä vaatimuksia ja tehtäviä korjaushankkeen eri vaiheissa.

Kirjallisen ja kokemusperäisen tutkinnan pohjalta toimeksiantajalle luotiin kosteudenhallintaselvityksen malliasiakirja sisäilmakorjauksen kosteudenhallintaan sekä tarkastuslistat hanke- ja työmaakäyntitasolla. Malliasiakirjat esiteltiin henkilöstön koulutuksessa. Lisäksi koulutuksessa käytiin läpi prosessikaavion avulla kosteudenhallinnan tavoitteet ja toimenpiteet tavoitteisiin pääsemiseksi, käsiteltiin suunnittelun ohjauksen ja valvonnan ongelmakohtia sisäilmakorjauksen kosteudenhallinnassa sekä keinoja näiden välttämiseksi ja ratkomiseksi.

Avainsanat Kosteudenhallinta, sisäilmakorjaus, suunnittelun ohjaus, valvonta

Sivut 70 sivua

Author Tatjana Maksudov

Year 2020

Subject Humidity management in indoor air repair.

Planning control, supervision and process development.

Supervisors Jenni Ypyä (HAMK), Pasi Hulkkonen (Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy)

ABSTRACT

The aim of the thesis was to create model documents for the client for humidity management in indoor air repair and to clarify the humidity management process with the help of a process diagram and staff training. The thesis examined the special features of indoor air repair from the point of view of humidity management and highlighted the most important requirements and humidity management tasks of planning control and supervision in different phases of the repair project.

Based on the written and experiential investigation, a model humidity management report for indoor air repair and checklists at the project and site visit level were created for the client. The model documents were presented in staff training. In addition, the training covered the humidity management objectives and measures to achieve the objectives with the help of a process diagram, addressed the problem areas of design control and monitoring in indoor air repair humidity management, and ways to avoid and solve these.

The thesis was commissioned by Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy. The model documents are the property of the customer and are not published as appendices to the final work for competition reasons.

Keywords Humidity management, indoor air repair, planning control, supervision

Pages 70 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kosteudenhallinnan yleiset vaatimukset	2
2.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki	2
2.2	Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta	3
2.3	Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta ...	4
2.4	Rakennusviranomaisen valvonta	5
2.5	Yhteinen toimintamalli.....	7
2.5.1	Kosteudenhallintaselvitys	8
2.5.2	Kuivaketju10.....	10
2.5.3	Kosteudenhallintakoordinaattori.....	11
3	Sisäilmakorjausten kosteusriskit	13
3.1	Osastointi ja alipaineistus	13
3.2	Valmiit vesikalusteet kohteessa.....	14
3.3	Tiivistyskorjaus	15
3.4	Kapselointi.....	15
3.5	Vedeneristeen korjaukset	16
3.6	Vettä käyttävät työt	17
3.7	Rakenteiden kuivattaminen	18
3.8	Uuden betonin kuivatus.....	20
3.9	Viemärikorjaukset	21
3.10	Rakennuksen vaipan rakenneavaukset ja korjaukset	22
3.11	IV-korjaukset ja -muutokset.....	25
3.12	Kuivatusrakenteiden korjaus	26
4	Suunnittelun ohjaus	27
4.1	Hankesuunnittelu.....	27
4.1.1	Lähtötiedot ja tutkimukset.....	27
4.1.2	Korjausratkaisujen valinta	28
4.1.3	Aikataulu	29
4.1.4	Kustannusarvio.....	30
4.1.5	Kosteudenhallinnan tavoitteet	30
4.1.6	Alustava kosteusriskien arviointi	31
4.1.7	Kosteusriskiluokka ja menettelytavat	31
4.1.8	Kosteudenhallinnan henkilöresurssit.....	32

4.1.9	Kosteudenhallintaselvitys	34
4.2	Toteutussuunnittelu.....	34
4.2.1	Pääsuunnittelu	36
4.2.2	Rakennussuunnittelu	36
4.2.3	Rakennetekninen suunnittelu	37
4.2.4	Talotekninen suunnittelu	38
5	Valvonta.....	40
5.1	Kosteudenhallinnan aloituskokous	40
5.2	Kosteudenhallintavastaava	41
5.3	Kosteudenhallintasuunnitelma	42
5.4	Kosteusmittaussuunnitelma	44
5.4.1	Kosteusmittaaja.....	44
5.4.2	Kosteusmittausmenetelmät.....	44
5.5	Alustan päällystettävyyys	46
5.6	Olosuhteiden hallinta.....	49
5.7	Materiaalien suojaus ja varastointi.....	50
5.8	LVI-laitteet.....	50
5.9	Työmaavalvonta.....	50
5.10	Viranomaisvalvonta	53
5.11	Kosteudenhallinnan dokumentointi	54
5.12	Luovutus.....	55
6	Prosessin kehittäminen	56
6.1	Prosessikaavio	57
6.2	Kosteudenhallintaselvityksen mallipohja	59
6.3	Kosteudenhallinnan tarkastuslista sisäilmakorjaushankkeelle	61
6.4	Kosteudenhallinnan tarkastuslista sisäilmakorjaustyömaalle	62
6.5	Henkilöstön koulutus ja malliasiakirjojen esittely	63
6.5.1	Suunnittelun ohjaus	63
6.5.2	Valvonta	64
6.5.3	Prosessin kehittäminen.....	66
6.6	Kuivaketju10:n sähköinen järjestelmä sisäilmakorjauksessa	66
7	Yhteenveto ja pohdinta	68
	Lähteet.....	71

Kuvat ja taulukot

Kuva 1.	IV-kulmapalojen käyttö alipaineistus- sekä korvausilma-aukkojen sääsuojaukseen.....	14
Kuva 2.	Sekoituskaukalo vesisekoitteisille rakennusmateriaaleille.....	18
Kuva 3.	Paikallinen puurakenteinen sääsuoja vesikaton rakenneavauksen suojana.....	23
Kuva 4.	Paikallinen sääsuoja julkisivun rakenneavauksen kohdalla.....	23
Kuva 5.	Sääsuoja rakennustelineiden ympärillä julkisivukorjauskohteessa.....	24
Kuva 6.	Betonirakenteiden päällystettävyyden määrittelysyvyksiä erityyppisillä betonirakenteilla. (RT 14-10984, 2010, s. 14).....	46
Taulukko 1.	Kosteudenhallintakoordinaattorin pätevyysvaatimukset. (Kuivaketju10, 2018).....	12
Taulukko 2.	Kuivumisaika-arviot kahteen suuntaan kuivuvalla betonirakenteelle, kun betonin RH>98 %, ympäristön lämpötila +20 °C ja RH=50 %. (Sisäilmayhdistys ry, 2008a).....	19
Taulukko 3.	Kosteusriskiluokat ja esimerkkejä (RIL 250-2020, s. 36).....	32
Taulukko 4.	Esimerkkejä eri päällystemateriaalien betonialustalle asettamille kosteusvaatimuksille. (RT 14-11103, 2013, s. 276).....	47
Taulukko 5.	Esimerkkejä eri päällystemateriaalien betonialustalle asettamille kosteusvaatimuksille. (RT 14-11103, 2013, s. 283).....	47

1 Johdanto

Kosteudenhallinnan merkitys on kasvanut rakennusalalla viime vuosien aikana voimakkaasti. Työmaiden kosteudenhallintaan on kiinnitetty yhä enemmän huomiota, kosteudenhallinnan jatkuvuus on pyritty varmistamaan jo suunnitteluvaiheessa ja hankkeisiin on nimetty kosteudenhallintakoordinaattoreita varmistamaan kosteudenhallinnan prosessia. Sisäilmakorjausten erityispiirteet tuovat kuitenkin omat vaatimuksensa ja haasteensa niin suunnitteluun, valvontaan kuin työmaallekin. Myös työmaavalvonnan ja suunnittelun ohjauksen käytänteissä on vielä avoimia kysymyksiä: Miten valvoa kosteudenhallinnan toteutumista työmaalla? Mitä käytännön keinoja on suunnittelun ohjaukselle kosteudenhallinnan näkökulmasta? Turhan usein se, mikä kauniisti kirjoitetaan työmaan ohjeisiin, päättyy suorinta reittiä mappiin tai projektipankkiin eikä siihen palata kuin vasta riitatilanteessa.

Opinnäytetyön tilaajana on rakennus-, valvonta- ja kiinteistöalan konsulttitoimisto Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy. Yritys on perustettu vuonna 1989 ja toimii tällä hetkellä kolmelta paikkakunnalta: Helsingistä, Lahdesta ja Tampereelta (Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy, 2020). Toimialue kattaa koko eteläisen ja keskisen Suomen. Opinnäytetyön tekijä toimii konsulttitoimistossa rakennustyön valvojana. Näin ikään tehtäviin kuuluu myös kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävät niin suunnittelu- kuin rakennusvaiheissa.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selkeyttää kosteudenhallinnan prosessia hankkeen eri vaiheissa konsultin näkökulmasta sekä luoda malliasiakirjat yrityksen malliasiakirjapankkiin sisällyttäen näihin sisäilmakorjausten erityispiirteet. Luotavia malliasiakirjoja ovat kosteudenhallintaselvitys, kosteudenhallinnan tarkastuslistat hanke- ja työmaakäyntitasolla sekä prosessikaavio, joka kuvaa kosteudenhallinnan tehtäviä hankkeen kuluessa. Opinnäytetyön tulokset asiakirjamalleineen esitellään yrityksen sisäisessä koulutustapahtumassa. Opinnäytetyö sekä mallidokumentit pohjautuvat kirjalliseen tutkimukseen, tekijän omaan työkokemukseen rakennustyön valvojana ja kosteudenhallintakoordinaattorina sekä työssä tehtyyn tutkimukseen.

2 Kosteudenhallinnan yleiset vaatimukset

Hankkeen kosteudenhallinnalle on esitetty yleisiä vaatimuksia maankäyttö- ja rakennuslaissa (2012/958; 2014/41), ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten kosteustekniselle toimivuudelle (782/2017) sekä rakennusvalvontavirastojen omissa ohjeissa.

Ympäristöministeriön asetusta tarkennetaan ympäristöministeriön ohjeella rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Lisäksi kosteudenhallinnan työkaluna toimii Kuivaketju10 -toimintamalli ja sähköinen järjestelmä.

2.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta sekä rakennuksen olennaiset tekniset vaatimukset, jotka koskevat rakenteiden lujuutta ja vakautta, paloturvallisuutta, terveellisyyttä, käyttöturvallisuutta, esteettömyyttä, meluntorjuntaa ja ääniolosuhteita sekä energiatehokkuutta. (Ympäristöministeriö, 2019)

Maankäyttö- ja rakennuslaissa säädetään, että rakennus on käyttötarkoituksensa ja ympäristöstä aiheutuvien olosuhteiden edellyttämällä tavalla suunniteltava ja rakennettava siten, että se on terveellinen ja turvallinen rakennuksen sisäilma, kosteus-, lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto huomioon ottaen. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveysvaaraa sisäilman epäpuhtauksien, säteilyn, veden tai maapohjan pilaantumisen, savun, jäteveden tai jätteen puutteellisen käsittelyn tai rakennuksen osien ja rakenteiden kosteuden vuoksi. Maankäyttö- ja rakennuslaissa määrätään myös, että kiinteistön hulevesijärjestelmän laitteistoinen ja rakenteineen on oltava tarkoitukseensa soveltuvia ja että niiden terveellisiä ja turvallisia olosuhteita on ylläpidettävä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2012/958 § 117 c, § 103 h)

Maankäyttö- ja rakennuslain (2012/958) pykälissä § 103 h ja § 117 c säädetään, että kyseisiä lain pykäläitä voidaan täsmentää Ympäristöministeriön asetuksella (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2012/958). Ympäristöministeriön asetuksesta rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta kerrotaan tarkemmin luvussa 2.3.

Maankäyttö- ja rakennuslaki edellyttää rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimaan siitä, että edellä mainitut vaatimukset toteutuvat. Hankkeeseen ryhtyvä huolehtii siitä, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on oltava riittävät edellytykset hankkeen toteuttamiseen sen vaativuus huomioon ottaen. Hankkeeseen ryhtyvä vastaa siitä, että hankkeelle valitaan kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat ja työnjohtajat sekä asiantuntevat ja ammattitaitoiset muut hankehenkilöt. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2014/41 § 119)

2.2 Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta

Maankäyttö- ja rakennuslain muutos 21.12.2012/958 edellytti kaikkien Suomen rakennusmääräyskokoelman osien uudistamista vuoden 2017 loppuun mennessä. Määräykset ja ohjeet oli erotettava selkeämmin toisistaan perustuslain edellyttämällä tavalla. Säädöstekstistä haluttiin myös selkeämpää ja täsmällisempää. Lisäksi asetuksen valmisteluun vaikutti myös eduskunnan kirjelmä vuodelta 2013. Kirjelmä käsitteli rakennusten kosteus- ja homeongelmia. Eduskunta edellytti hallitusta ottamaan rakentamismääräyskokoelman muutoksissa paremmin huomioon rakentamiseen liittyvän terveellisuuden. Rakentamisen valvontaa oli parannettava ja oikea-aikaistettava sekä rakentamisen dokumentaatiota täsmennettävä. Kosteudenhallintaa oli korostettava ja oli luotava ohjeistus hankekohtaiselle kosteudenhallintasuunnitelmalle, joka liitettäisiin jatkossa osaksi rakennushankkeen tarjouspyyntöä. (Outinen, 2017)

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta pohjaa Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 103 h §:n 3 momenttiin (682/2014) ja 117 c §:n 3 momenttiin (958/2012) (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017). Asetus tuli voimaan 1.1.2018 kumoten vanhan rakentamismääräyskokoelman osan C2, Kosteus, määräykset ja ohjeet, 1998. Uusi asetus koskee uuden rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden suunnittelua ja rakentamista sekä olemassa olevan rakennuksen laajennusta, kerrosalaan laskettavan tilan lisäystä, korjaus- ja muutostyötä sekä käyttötarkoituksen muutosta. Uutta asetuksessa on mm. säännökset korjaus- ja muutostöihin sekä kosteudenhallintaan. Asetus sisältää ainoastaan velvoittavia määräyksiä. (Outinen, 2018)

Rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden olennaisista teknisistä vaatimuksista säädetään, että suunnittelijan on huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus täyttää sen kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset. Korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa suunnittelijan on selvitettävä rakennuksen rakennusaikainen rakentamistapa ja rakenteen kosteustekninen toimivuus. Rakennuksen, rakenteiden ja rakennusosien tulee olla kosteusteknisesti toimivia koko niiden suunnitellun teknisen käyttöiän ajan. Rakennuksen liian suuri kosteuspitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin tai sisäpinnoille ei saa vaurioittaa rakennusta eikä aiheuttaa rakennuksessa oleville terveydellistä haittaa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 § 3)

Rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa määrätään, että rakennuksen kosteustekniseen toimivuuteen ei tarvitse tehdä muutoksia, jos rakennus on kosteusteknisesti toimiva. Jos kosteusteknisesti toiminut rakenne vaurioituu, voidaan se korjata rakennusaikaista rakentamistapaa noudattaen. Alkuperäistä rakenteen toimintatapaa noudatetaan ensisijaisesti, mikäli siinä ei ole kosteustekniseltä toimivuudeltaan muutosta vaativaa suunnittelu- tai toteutusvirhettä. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 § 4)

Rakennuksen kosteusteknisestä toiminnasta tarkennetaan, että eri kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi, lumi tai jää ei saa kulkeutua tai kerääntyä rakenteisiin mitään kautta eikä aiheuttaa niille haittaa. Rakennuksen vaipan rakennekerroksineen ja liitoksineen on muodostettava kokonaisuus, joka estää tuulta, viistosadetta ja tuulenpainetta kuljettamasta vettä vaipan pintaa pitkin rakenteisiin. Satunnaisesti rakenteisiin kulkeutuvan kosteuden on voitava poistua niistä haittaa aiheuttamatta. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 § 5)

2.3 Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta

Ympäristöministeriön asetuksen rinnalle on luotu Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta, jossa taustoitetaan sekä selostetaan pykäläkohtaisesti asetuksen sisältöä. Ohje on julkaistu keväällä 2020 ja sen laadinnassa on huomioitu myös

asetuksen perustelumuuisto sekä tuorein valtakunnallinen ohjeistus. Ohjeeseen on valikoitu toimiviksi todettuja periaatteellisia ratkaisuja. Esitetyt ohjeet eivät velvoita rakennushankkeen osapuolia, mutta ne tukevat rakennushankkeeseen ryhtyviä, suunnittelijoita, urakoitsijoita, rakennusvalvontaviranomaisia sekä materiaalivalmistajia ja -toimittajia hyvän rakentamistavan noudattamisessa kosteusteknistä toimivuutta suunniteltaessa, toteutettaessa ja todennettaessa. Asetusta tukeva ohje on tarkoitettu käytettäväksi kaikessa rakentamisessa. Ohjeessa on otettu huomioon myös ilmastonmuutoksen vaikutukset rakenteiden kuivumiskykyyn ja viansietoon, ja tämän myötä riittävän yksityiskohtaisen suunnittelun, mallitöiden, työvaihetarkastusten ja laadunvarmistuksen merkitystä on korostettu entisestään. (Ympäristöministeriö, 2020, s. 2)

Ympäristöministeriön ohjeessa täsmennetään ja selitetään muun muassa asetuksen korjausrakentamista koskevaa pykälää. Ohjeen mukaan korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa voidaan toimia joustavasti korjattavan kohteen ehdoilla siten, että korjaus- ja muutostyö ei johda kohtuuttomilta tuntuviin ratkaisuihin. Alkuperäisten toteutustapojen noudattaminen tulee kysymykseen erityisesti kulttuurihistoriallisesti arvokkaissa rakennuksissa. Näissä rakennuksissa voi olla esimerkiksi rakennuksen ulkovaipassa ratkaisuja, joiden vikasietoisuus ei vastaa Ympäristöministeriön ohjeessa esitettyjä toteutusratkaisuja, mutta rakenteet ovat voineet toimia paikallisissa olosuhteissa alkuperäisellä toteutuksella. Yleisesti tunnetut riskirakenteet tulee korjata, jos rakenteessa on todettu kosteus- ja mikrobivaurioita ja rakenteesta on ilmayhteys sisäilmaan. Korjaustöitä vaativien rakenteiden osalta huomioidaan kosteusteknisen toimivuuden parantaminen teknisten, taloudellisten ja toiminnallisten mahdollisuuksien mukaan. Korjaustapa- sekä laajuusvaihtoehtoja riskeineen käsitellään jo hankesuunnitteluvaiheessa. Riskirakenteita korjattaessa korjaustarve, -tapa ja -laajuus harkitaan aina tapauskohtaisesti ja niiden on perustuttava yksityiskohtaisiin sisäilma- ja kosteusteknisiin kuntotutkimuksiin. (Ympäristöministeriö, 2020, s. 10)

2.4 Rakennusviranomaisen valvonta

Rakennusvalvonta arvioi kosteudenhallintaselvityksen perusteella rakennushankkeen kosteudenhallintaan kohdistettavan valvonnan laajuuden. Rakennusluvan saamiseksi voidaan edellyttää kosteudenhallintakoordinaattorin nimeämistä, riskianalyyysiä,

laadunvarmistusselvitystä tai muuta erityismenettelyä kohteen vaativuuden mukaan. Rakennusvalvonta voi myös määrätä rakennesuunnitelmien tai kosteudenhallinnan toteutumisen tarkastuttamisen ulkopuolisella tarkastajalla. Valvontaa arvioidaan myös aloituskokouksessa sekä rakennushankkeen aikana tehtyjen havaintojen perusteella. (Rakennustarkastusyhdistys RTY, 2017b; Rakennustarkastusyhdistys RTY, n.d.)

Rakennustarkastusyhdistyksen ohjeistuksen mukaan rakennusvalvonnan valvontaprosessi kosteudenhallinnassa kattaa kuusi kohtaa (Rakennustarkastusyhdistys RTY, 2017a):

1. Ensimmäisellä yhteydenotolla rakennusvalvontaan rakennusviranomaisen viestii rakennushankkeeseen ryhtyvälle kosteudenhallintaselvityksen edellyttämisestä, antaa perusohjeet selvityksen laatimisesta, kosteudenhallintakoordinaattorin nimeämisestä sekä Kuivaketju10-toimintamallista.
2. Rakennusluvan haku- ja käsittelyvaiheessa rakennusviranomaisen ohjaa kosteudenhallintaselvityksen tekemisessä, kosteudenhallintakoordinaattorin nimeämisessä sekä arvioi kosteudenhallinnan erityismenettelyjen tarpeellisuuden.
3. Lupapäätökseen kirjataan kosteudenhallinnalle osoitetut lupamääräykset.
4. Työmaan aloituskokouksessa kirjataan käytettävät laadunvarmistusmenettelyt, arvioidaan kosteudenhallintaselvityksen ja lupamääräysten noudattamista sekä arvioidaan mahdolliset muutokset valvonnan laajuuteen, jos edellä mainitut vaatimukset eivät ole täyttyneet.
5. Rakennustyön valvonnassa arvioidaan jatkuvasti kosteudenhallintaselvityksen ja lupamääräysten noudattamista. Valvonnan laajuutta arvioidaan uudelleen, mikäli edellä mainittujen noudattamisessa on havaittu puutteita.
6. Loppukatselmuksessa tarkastetaan kosteudenhallinnan laadunvarmistusmenettelyt ja tarkastusasiakirja sekä rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje.

Pääkaupunkiseudun rakennusvalvonnat ottivat yhtenäiset toimintatavat käyttöön vuonna 2011. Alkuun mukana olivat Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten rakennusvalvonnat, ja sittemmin käytäntöihin on tullut mukaan myös 18 muuta kuntaa. TOPTEN-käytäntöjen

tavoitteena on tukea säännösten soveltamista, jakaa tietoa, edistää hyvää rakentamistapaa ja ennaltaehkäistä virheitä sekä edistää yhteisiä käytäntöjä ja rakentamisen sujuvuutta. TOPTEN-korttiluettelosta löytyy tulkintakortit maankäyttö- ja rakennuslain pykälille, ohjeet rakennuksen suunnitteluun ja paloturvallisuuteen sekä lomakkeita rakennuslupahakemuksen liitteiksi. Näiden joukossa on myös ohjeet kosteudenhallintaselvityksen laatimiseksi ja kosteudenhallinnan laadunvarmistusketjun tarkastusraportti sekä ohjeita rakennuksen sää- ja olosuhdesuojaukseen. (Rakennustarkastusyhdistys RTY, 2011; TOPTEN - rakennusvalvonnat, n.d.)

TOPTEN – rakennusvalvontojen ohjeeseen kosteudenhallintaselvityksen laatimiseksi palataan tarkemmin luvussa 2.5.1 Kosteudenhallintaselvitys. Sää- ja olosuhdesuojauksiin perehdytään luvuissa 3.10 Rakennuksen vaipan rakenneavaukset ja korjaukset sekä 3.11 IV-korjaukset ja -muutokset.

2.5 Yhteinen toimintamalli

Ympäristöministeriö, Rakennustarkastusyhdistys RTY ry, Rakennusteollisuus RT ry, SKOL ry, RAKLI ry ja Rakentamisen Laatu RALA ry allekirjoittivat rakennusalan yhteisen sitoumuksen onnistuneen kosteudenhallinnan ja terveellisen rakennuksen puolesta 15.3.2017.

Toimintamallia olivat kehittämässä ympäristöministeriö, Oulun ja pääkaupunkiseudun rakennusvalvonnat, Rakennustarkastusyhdistys RTY, Rakennusteollisuus RT, SKOL, RAKLI ja Rakentamisen Laatu RALA. (Ympäristöministeriö ym., 2017; Ympäristöministeriö, 2017a)

Sitoumuksessa tunnustetaan kosteus- ja homevaurioiden suuri vaikutus yhteiskunnallisesti ja kansantaloudellisesti sekä näistä koituvat terveyshaitat ja valtavat kustannukset.

Kosteusriskien todetaan perustuvan ketjuun, jossa riskit torjutaan rakennushankkeen kaikissa vaiheissa. Kosteudenhallintaan suositellaankin uusia toimenpiteitä, jotka pitävät sisällään kosteudenhallintakoordinaattorin, kosteudenhallintaselvityksen sekä Kuivaketju10-toimintamallin. (Ympäristöministeriö ym., 2017)

Uusi toimintamalli kattaa rakennuksen koko elinkaaren tilaamisesta käyttöön ja ylläpitoon. Suositusten noudattaminen antaa hyvät edellytykset terveelliselle ja turvalliselle rakentamiselle ja tilojen käytölle sekä kiinteistön arvon säilyttämiselle. Rakennusvalvonnat

ovat asteittain sitoutuneet uusien toimintatapojen edellyttämiseen alkavissa uudishankkeissa. (Ympäristöministeriö, 2017a)

2.5.1 Kosteudenhallintaselvitys

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta edellyttää rakennushankkeeseen ryhtyvää huolehtimaan kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta. Kosteudenhallintaselvitys on laadittava kaikille luvanvaraisille hankkeille ja siinä on nimettävä henkilöt, jotka vastaavat rakennushankkeen kosteudenhallinnasta hankkeen eri vaiheissa. Selvityksen laajuus riippuu hankkeen luonteesta ja laadusta, joten selvitys on eri hankkeille erilainen. Kosteudenhallintaselvityksessä on arvioitava hankkeen kosteusriskit ja suunniteltava toimet niiden hallitsemiseksi. Selvityksessä määritetään vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa sekä menetelmät vaatimuksien täyttymiseksi. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 § 12; ks. myös Ympäristöministeriö, 2017b)

Rakennusalan yhteinen sitoumus onnistuneen kosteudenhallinnan ja terveellisen rakennuksen puolesta suosittaa rakennushankkeeseen ryhtyvää yhdessä nimeämänsä kosteushallintakoordinaattorin kanssa laatimaan kosteudenhallintaselvityksen jo hankkeen alkuvaiheessa. Kosteudenhallintaselvityksen tarkoituksena on olla tukena varmistamassa kosteudenhallinnan laatua koko rakennushankkeen ajan. Mikäli kosteudenhallinnassa käytetään suositeltua Kuivaketju10-toimintamallia, riittää sisällöksi ilmoitus kosteudenhallintakoordinaattorista sekä Kuivaketju10-toimintamallin käytöstä. (Ympäristöministeriö ym., 2017; Ympäristöministeriö, 2017a)

Ympäristöministeriön ohje rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta avaa asetuksen kosteudenhallintaselvityspykälää listaamalla kosteudenhallintaselvityksen sisältöä esimerkinomaisesti. Tarkempi listaus, jota pääkaupunkiseudulla rakennushankkeessa työskentelevän on syytä noudattaa, on kuitenkin listattu Pksravan TOPTEN-ohjekortissa 117c01 Kosteudenhallintaselvitys, Merkitys ja sisältö. Ohjeessa myös todetaan, että jos hankkeessa on käytössä Kuivaketju10- tai jokin muu tunnettu kosteudenhallinnan toimintamalli, voi kosteudenhallintaselvityksen sisältö olla huomattavasti ohjeistettua suppeampi. (Ympäristöministeriö, 2020, ss. 19–20)

Kosteudenhallintaselvityksen on sisällettävä vähintään seuraavat tiedot (TOPTEN – rakennusvalvonnat, 2018):

1. Hankkeen yleistiedoista on käytävä ilmi, onko kyseessä uudis-, korjaus- vai muutostyöhanke, hankkeen laajuustiedot, sijainti, erityispiirteet ja kosteusriskiluokka. Tässä kohtaa on myös esitettävä hankkeeseen ryhtyvä taho, ryhtyvän edustaja, hankkeen suunnittelu-, toteutus- ja käyttöönottoaikataulu sekä hankkeen toteutusmuoto.
2. Kosteudenhallinnan henkilöresursseissa listataan kaikki hankkeen kosteudenhallinnan toimenpiteistä vastaavat henkilöt sekä heidän tehtävänsä ja vastuunsa. Näitä ovat mm. kosteudenhallintakoordinaattori, suunnittelijat, valvojat, mahdolliset ulkopuoliset tarkastajat, päätoteuttajan kosteusmittauksista ja työmaan kosteudenhallinnasta vastaavat sekä työvaihetarkastuksia suorittavat henkilöt. Listaa täydennetään hankkeen edetessä.
3. Konkreettisista vaatimuksista kosteudenhallintaan määritetään hankkeeseen ryhtyvän tavoite ja tahtotila kosteudenhallintaan, vaatimukset suunnitteluvaiheeseen, rakentamisvaiheeseen, vastaan- ja käyttöönottovaiheeseen sekä mahdollisesti ylläpitovaiheeseen. Suunnitteluvaiheessa voidaan ottaa kantaa mm. kosteusriskien tarkasteluun, suunnitteluratkaisuihin, suunnittelijoiden kelpoisuuteen sekä yhteistoimintaan kosteudenhallinnassa. Rakentamisvaiheessa taas voidaan tuoda esille toteutusvaiheen riskianalyysi, vaatimukset kosteudenhallintasuunnitelmalle ja päätoteuttajan henkilöresursseille kosteudenhallinnassa, kosteudenhallinnan käytännön toteutus työmaalla, raportointi, hyväksyttämismenettelyt ja dokumentointi. Valmistus- ja käyttöönottovaiheen vaatimuksissa käsitellään kosteudenhallinnan kokonaisuuden sekä kosteusteknisen toimivuuden varmentamista ja sen dokumentaation toimittamisen aikataulua sekä käyttö- ja huolto-ohjeen kosteusteknisiä osioita.
4. Toimenpiteitä ja menettelyjä asetettujen kosteudenhallintavaatimusten varmentamiseen on esitettävä vähintään kosteusriskien kartoitustavat sekä välttäminen hankkeen eri vaiheissa, suunnittelun ohjausmenettelyn toimintatavan kuvaus, suunnitelma-asiakirjoissa mainittavat toteutuksen

kosteudenhallinnan toimenpiteet, päätoteuttajan toimenpiteet ja niiden hyväksyttäminen kosteudenhallintakoordinaattorilla ennen työn aloitusta, rakennustyön aikana sekä valmistumisvaiheessa, kosteudenhallinnan menettelytavat käytännön tasolla, valmiin rakennuksen terveellisyyden ja kosteusteknisen toimivuuden osoittaminen sekä käytönaikaisten seuranta- ja huoltotoimenpiteiden kuvaus käyttö- ja huolto-ohjeeseen.

2.5.2 Kuivaketju10

Rakennusalan yhteinen sitoumus onnistuneen kosteudenhallinnan ja terveellisen rakennuksen puolesta suosittaa Kuivaketju10-toimintamallin käyttöä kaikessa rakentamisessa. Toimintamalli sisältää merkittävimpien kosteusriskien hallitsemiseen tarkoitettuja tarkistuslistoja ja hyvän rakentamistavan mukaisia toimintaohjeita kaikille hankkeen osapuolille kaikissa hankkeen eri vaiheissa. (Ympäristöministeriö ym., 2017; Ympäristöministeriö, 2017a)

Kuivaketju10:n kehityshanke käynnistyi ympäristöministeriön ja Oulun rakennusvalvonnan yhteishankkeena eduskunnan kirjelmän 5/2013 Rakennusten kosteus- ja homeongelmat pohjalta kesällä 2014. Kehityshankkeessa oli alusta asti mukana joukko rakennusalan toimijoita: tilaajia, suunnittelijoita, urakoitsijoita sekä muita rakennusvalvontoja ja alan etujärjestöjä. Tavoitteena oli luoda rakennusosalalle yleinen käytäntö, jolla vähennetään merkittävästi kosteusvaurioiden riskiä koko rakentamisen prosessin ajalla. (Seppälä & Saari, n.d.)

Kuivaketju10 kattaa rakennushankkeen kaikki vaiheet tilaamisesta käyttöönottoon ja käyttöön sekä sisältää käytännön menettelytapaohjeet hankkeen kaikille osapuolille. Toimintamallissa kohdennetaan toimenpiteet kymmeneen keskeisimpään kosteusriskiin, ja riskin torjumisen onnistuminen todennetaan jokaisen riskikohdan osalta. Kun hanke toteutetaan onnistuneesti Kuivaketju10-toimintamallin mukaan, voidaan rakennukselle hakea Kuivaketju10-statusta. Statuksen voi myöntää Rakentamisen Laatu RALA ry. (Kuivaketju10, n.d.; Rakentamisen Laatu RALA, n.d.)

Vuonna 2017 Rakentamisen Laatu RALA ry muokkasi Kuivaketju10-toimintamallin verkkopohjaiseksi maksuttomaksi työkaluksi, helpottaakseen toimintamallin toteutusta ja seurantaan sekä tiedon vaihtoa hankkeen osapuolten kesken. Järjestelmässä Kuivaketju10:n edellyttämät tehtävät on määritelty hankkeen eri osapuolille, ja kaikki kosteusriskejä koskeva tieto pysyy ajan tasalla sekä osapuolten käytössä koko rakennushankkeen läpi. Toimintamalliin kuuluu oleellisena osana tilaajan nimeämä kosteudenhallintakoordinaattori, joka seuraa Kuivaketju10-toimintamallin toimenpiteiden toteutumista ja tiedonkulkua hankkeen osapuolten välillä. (Rakentamisen Laatu RALA, 2017; Rakentamisen Laatu RALA, n.d.)

Kuivaketju10:n sähköiseen järjestelmään palataan käytännönläheisemmin sisäilmakorjausten näkökulmasta luvussa 6.6 Kuivaketju10:n sähköinen järjestelmä sisäilmakorjauksessa. Luvussa syvennyttään järjestelmän riskilistan muokkaamiseen sekä käytettävyyteen sisäilmakorjaushankkeen kosteudenhallinnassa.

2.5.3 Kosteudenhallintakoordinaattori

Rakennusalan yhteinen sitoumus onnistuneen kosteudenhallinnan ja terveellisen rakennuksen puolesta suosittaa rakennushankkeeseen ryhtyvää nimeämään hankkeelle jo hankesuunnitteluvaiheessa kosteudenhallinnan asiantuntijan.

Kosteudenhallintakoordinaattori voi olla jo hankkeessa mukana oleva, mutta mielellään suunnittelu- ja työmaaorganisaation ulkopuolinen henkilö. Koordinaattorin tehtävä on valvoa kosteudenhallinnan toteutumista ja rakennusterveellisyyttä koko hankkeen kuluessa sekä varmistaa kosteushallintaselvityksen mukaisten toimien toteutuminen.

(Ympäristöministeriö ym., 2017; Ympäristöministeriö, 2017a)

Pilotoitaessa Kuivaketju10-toimintamallin verkkosivustoa huomattiin tarve kosteudenhallintakoordinaattorin pätevyysvaatimusten päivittämiselle. Päivityksen tarkoituksena oli kasvattaa tehtävään soveltuvien henkilöiden määrää ja täten edistää toimintamallin käyttöönottoa. (Rakentamisen Laatu RALA, 2017)

Pätevyysvaatimukset määritellään hankkeen vastaavan työnjohtajan vaativuusluokan perusteella, kuitenkin siten, että vähäinen vaativuusluokka on jätetty kosteudenhallinnassa

pois. Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävä on aina vähintään tavanomaista luokkaa vastaava (Kuivaketju10, 2018). Kosteudenhallintakoordinaattorin pätevyysvaatimukset on lueteltu alla taulukossa 1.

Taulukko 1. Kosteudenhallintakoordinaattorin pätevyysvaatimukset. (Kuivaketju10, 2018)

Tavanomainen*	Vaativa*	Poikkeuksellisen vaativa*
Yleisiä vaatimuksia <ul style="list-style-type: none"> ✓ Tilaajan hankkeeseen nimeämä taho. ✓ Suunnittelijoista ja urakoitsijoista riippumaton. ✓ Tuntee Kuivaketju10-toimintamallin. 		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nimetään vasta suunnitteluvaiheeseen. ✓ Tilaaja huolehtii itse tilaamisvaiheen. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nimetään tilaamisvaiheessa ennen suunnittelutarjouspyyntöjen tekemistä. 	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suositellaan tehtävän määrittämistä hankkeessa muutenkin mukana olevalle taholle. ✓ Jos tilaaja ja urakoitsija ovat sama toimija, tulee koordinaattorin olla tilaajaorganisaation ulkopuolelta. ✓ Riittävät aikaresurssit hankkeen seurantaan ja mahdollisuus vierailla työmaalla. ✓ Kyky kysellä ja koordinoida asioita 		
Pätevyysvaatimuksia <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rakennusalan tutkinto: AMK-tutkinto tai vastaava aiempi tutkinto, joka on vähintään teknikon tasoinen. ✓ Kyky kysellä ja koordinoida asioita. 		
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Samat pätevyysvaatimukset kuin hankkeen vastaavalla työnjohtajalla tai rakennusfysiikaalisella suunnittelijalla tavanomaisessa luokassa tai FISEn myöntämä rakennustyön valvoja tai talonrakennustyön paikallisvalvoja -pätevyys. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Samat pätevyysvaatimukset kuin hankkeen vastaavalla työnjohtajalla tai rakennusfysiikaalisella suunnittelijalla vaativassa luokassa tai FISEn myöntämä rakennustyön valvoja tai talonrakennustyön rakennusvalvoja -pätevyys. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Samat pätevyysvaatimukset kuin hankkeen vastaavalla työnjohtajalla tai rakennusfysiikaalisella suunnittelijalla poikkeuksellisen vaativassa luokassa tai FISEn myöntämä vanhempi rakennustyön valvoja tai talonrakennustyön ylivalvoja -pätevyys.

*Taulukko on jaettu sarakkeisiin hankkeen vastaavan työnjohtotehtävän vaativuusluokan perusteella.

Näiden pätevyyskriteerien lisäksi kosteudenhallintakoordinaattorina voi toimia vaativaan luokkaan saakka FISEn uuden kosteudenhallintakoordinaattori-pätevyyskriteerillä omaava henkilö. Uusi pätevyys on otettu käyttöön 2019 keuhäällä. Pätevyys on tarvelähtöinen ja perustuu ympäristöministeriön asetukseen rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta sekä on linjassa TOPTEN-rakennusvalvontojen tulkintakortin 117c01 Kosteudenhallintaselvitys. Merkitys ja sisältö ja Kuivaketju10-toimintamallin kanssa. Pätevyyttä voi hakea kaksi vuotta pätevyyskriteerille suorittamisen jälkeen, kun on suorittanut viiden opintopisteen laajuisen FISEn kosteudenhallintakoordinaattorikoulutuksen sekä pätevyyskriteerille. Vertailuna nostettakoon talonrakennustyön valvojan FISE-pätevyyskriteerille suorittamisen jälkeisen työkokemuksen vaatimus, joka on kuusi vuotta. (FISE Oy, 2019; FISE Oy, n.d.a; FISE Oy, n.d.b)

3 Sisäilmakorjausten kosteusriskit

Sisäilmakorjauksille ja korjausrakentamiselle yleensä on ominaista, että rakentaminen tapahtuu olemassa olevissa tiloissa tai niiden välittömässä läheisyydessä.

Kosteudenhallintaan tämä tuo erityispiirteitä mm. olemassa olevien rakenteiden säilyttämisen, toimivien taloteknisten järjestelmien sekä käyttäjän yhteisvaikutuksen osalta. Tässä osiossa keskitytään sisäilmakorjausmenetelmien vaatimiin lisähuomioihin sekä -toimiin kosteudenhallinnassa.

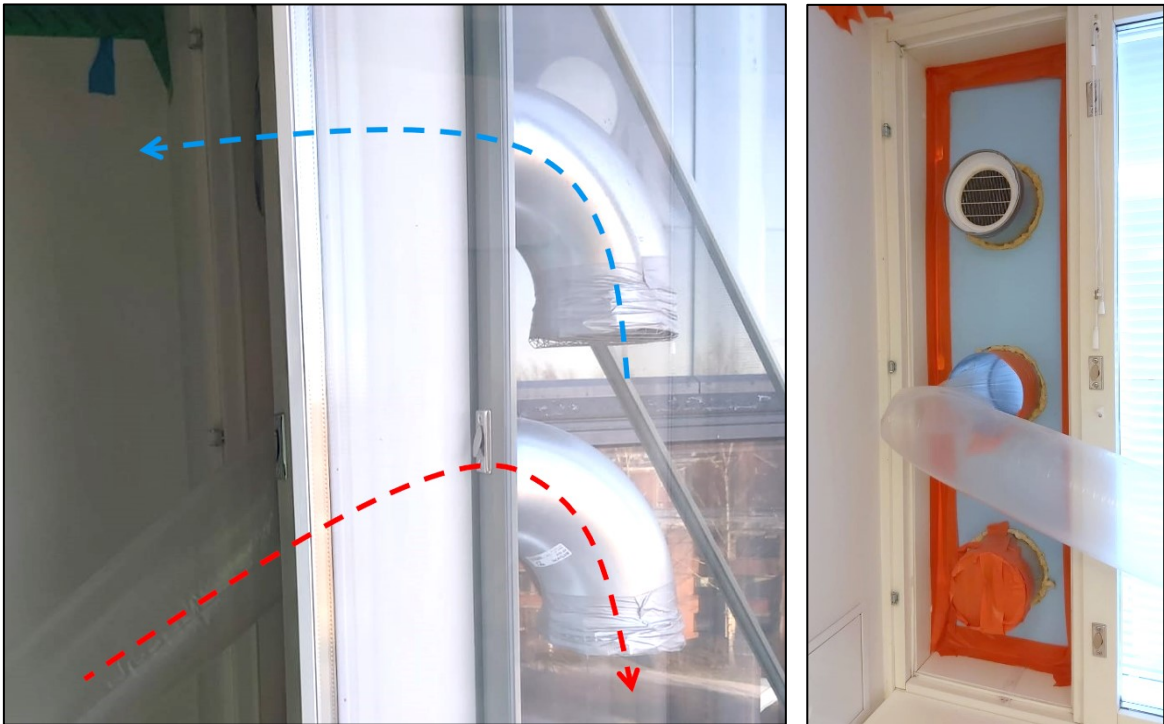
3.1 Osastointi ja alipaineistus

Käytössä olevien tilojen korjaus vaatii usein tehostettua pölynhallintaa, johon yhtenä tehokkaana keinona on remontoitavan alueen ilmanvaihdollinen eristäminen muista tiloista osastoimalla se pölytiivillä muovista pingotetuilla suojaseinillä ja vetoketjuovilla.

Osastoidulle alueelle tuodaan alipaineistaja, joka puhaltaa ilmaa remontoitavasta tilasta yleensä ulkoilmaan. Osastoidun tilan tulisi olla 5–15 Pa alipaineinen. Näin ilma pääsee siirtymään jatkuvasti ainoastaan puhtaista tiloista remonttialueelle ja sieltä alipaineistajan suodattimen kautta ulos. (Ratu TT 9.11, 2013, ss. 3–8)

Osastointi ja alipaineistus siis vaatii lähes poikkeuksetta väliaikaisen aukon tekemistä ulkoseinään. Aukko toteutetaan yleisimmin kiinnittämällä tuuletusikkunan aukkoon rakennuslevy, johon on tehty reikä poistoputkelle tai -sukalle. Tällaisen menetelmän käyttö vaatii huolellisuutta väliaikaisen rakenteen sekä aukon reunojen tiivistämisessä säätiiviksi. Rakennuslevynä on käytetty työmailla joko vaneria tai polyuretaanilevyä. Uretaanilevy on helpompi tiivistää ikkuna-aukon karmeihin eikä se ole niin herkkä kosteudelle kuin vaneri. Tiivistys voidaan toteuttaa teippaamalla, kittaamalla tai vaahdottamalla riippuen ympäröivien materiaalien säilytystarpeesta. Aukon sääsuojausta voidaan parantaa esimerkiksi kiinnittämällä aukkoihin IV-kanavan 90° kulmapalat alassuin. Kuvassa 1 sivulla 14 havainnollistetaan IV-kulmien käyttöä alipaineistus- sekä korvausilma-aukkojen sääsuojaukseen. Molempien IV-kulmien alasuulle on asennettu ritilät. Korvausilma-aukkoon on lisäksi kiinnitetty HEPA-suodatin leikkaamalla kanavan työtulppaan suodattimen kokoinen reikä ja kittaamalla suodatin reunoistaan tähän kiinni. IV-kulmat on kiinnitetty polyuretaanilevyyn uretaanivaahdolla.

Kuva 1. IV-kulmapalojen käyttö alipaineistus- sekä korvausilma-aukkojen sääsuojaukseen.



3.2 Valmiit vesikalusteet kohteessa

Korjauskohteessa olevat käyttövesiasennukset ja -kalusteet on syytä ottaa huomioon viimeistään työmaan suojausvaiheessa. Esimerkiksi sähkökäyttöinen liiketunnistimella varustettu hana voi aiheuttaa mittavan vesivahingon kytkeytyessään päälle viikonlopun aikana. Tällainen vaatii toki useamman muuttujan summan, mutta on todistettu mahdolliseksi: Työkohteessa suojamuovin teippikiinnitys oli irronnut seinästä antaen suojamuovin valua sähköhanan sensorin eteen kytkien veden päälle. Suojamuovi oli myös kierähtänyt lavuaarin pohjalle estäen veden poistumisen viemärin kautta. Suojamuovin kulma oli lepattanut sensorin edessä viikonlopun yli, ja maanantaiaamuna korjaustyömaalla odotti uusi kuivatustyömaa.

Edellä mainitun kaltaisten sekä muiden vesivahinkojen estämiseksi on tärkeää, että kaikkien käyttämättömien vesipisteiden sulut suljetaan jo ennen suojaustöiden aloittamista.

Sähkökäyttöisten vesikalusteiden sensoreista on hyvä myös irrottaa patterit vahingossa

tapahtuvan sulun avaamisen varalta tai jos sulkua ei löydy tai se ei muuten ole järkevästi suljettavissa.

Kohteissa, joissa on vesikiertoinen patterilämmitys, on pattereiden tyhjennyksestä huolehdittava ennen niiden irrottamista seinistä esimerkiksi tiivistyskorjauksen yhteydessä. Tyhjennetytkin patterit on irrotettava varoen ja varauduttava lattian suojaamisella, valutuskaukaloilla sekä kuivatuskalustolla. Vesijärjestelmien huomioimisesta viemärisaneerauskohteissa kerrotaan luvussa 3.9 Viemärikorjaukset.

3.3 Tiivistyskorjaus

Tiivistyskorjauksen tarkoituksena on rakennusosien ilmatiiveyden parantaminen ja näin hallitsemattomien ilmavirtausten rajoittaminen sekä epäpuhtauksien kulkeutumisen estäminen rakenteista huoneilmaan. Tiivistyksessä käytetään materiaaleina vedeneristeitä, liitosnauhoja sekä pinnoitteita. Tiivistys on tehtävä aina ehjälle ja kiinteälle alustalle, joten jos esimerkiksi betonialustassa on vaurioita, tulee se purkaa ensin riittävältä laajuudelta ja tehdä paikalle uusi betonivalu. (Weijo ym., 2019, ss. 58–59)

Sekä vedeneristeiden että betonin sekoitus, vesieristeen levitys ja betonin valaminen ovat vettä käyttäviä rakennustöitä. Kaikki vettä käyttävät sekoitukset on syytä tehdä vesitiiviin sekoitusalueen päällä. Vettä käyttävien töiden riskeihin ja niiden ennaltaehkäisemiseen palataan luvussa 3.6 Vettä käyttävät työt.

Lisäksi rakenteita tiivistettäessä on huomioitava korjauksen vaikutus rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen. Tiivistys vähentää rakenteita kuivattavia ilmavirtauksia ja rakenteisiin mahdollisesti päässeeseen kosteuden kuivumista. (Weijo ym., 2019, s.58)

3.4 Kapselointi

Kapseloinnin tarkoituksena on estää haitta-aineiden kuten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) tai hiilivety-yhdisteiden (PAH) tai muiden epäpuhtauksien kulkeutuminen eristettävästä rakenneosasta huoneilmaan. Kapseloinnissa käytettävät korjausmateriaalit on oltava ilmanläpäisevyydeltään ja vesihöyrynvastukseltaan riittävän tiiviitä kyseessä olevan

haitta-aineen eristämiseksi. Tämä vaikuttaa myös rakenteiden kuivumiskykyyn heikentävästi. Kapselointiepoksia ei suositella lainkaan käytettäväksi maanvastaisissa rakenteissa, joissa esiintyy kapillaarista kosteuden nousua, sillä kapselointikerros saattaa irrota alustastaan rakenteen suolojen kiteytymis- eli osmoottisen paineen vaikutuksesta. (Weijo ym., 2019, ss. 59–60)

Korjausmateriaalina käytetään pinnoitteiden lisäksi höyrynsulkukalvoa, joka aiheuttaa rakenteen kuivumisen sekä sisään että ulospäin. Tämä johtuu ns. hygrokalvon vesihöyrynvastuksen pienenemisestä suhteellisen kosteuden kasvaessa. Erityisen ongelmallisiksi saattaa muodostua rakenteiden liittymät, joiden kosteusrasitus voimistuu korjauksen seurauksena. (Weijo ym., 2019, s. 60)

Kapselointi voidaan suorittaa myös rakenteellisesti, jolloin kapseloitavan rakenneosan päälle tehdään erillinen tuuletusväyläinen verhousrakente. Rakenteiden välinen tila tuuletetaan koneellisella poistoilmajärjestelmällä tai tulo- ja poistoilmanvaihdolla, jonka on oltava toiminnassa jatkuvasti. Myös suodattimien vaihdosta on huolehdittava säännöllisesti. Tämä menetelmä ei sovellu tilanteeseen, jossa tuuletusväliin pääsee kapillaarista kosteutta. (Weijo ym., 2019, ss. 60–61)

3.5 Vedeneristeen korjaukset

Märkätilojen pintamateriaaleja uusittaessa on usein tarpeen uusita myös märkätilan vedeneristeitä osittain tai kokonaisuudessaan. Lattiassa tulee olla vedeneristys koko alueella ja sen on liityttävä vesitiiviisti yhteen seinän vesieristeen kanssa. Jos lattian ja seinän vedeneristys ovat erillisiä tai seinässä ei ole vesieristettä, nostetaan lattian vesieriste seinälle vähintään 100 mm korkeuteen. Seinän vedeneristys limitetään lattian vedeneristykseen päälle vähintään 30–50 mm matkalta. (RT 84-11093, 2012, s.7)

Vedeneristykseen alustan on oltava puhdistettu ja tasainen. Kallistukset on oltava riittävät ja suunnitelmien mukaiset ja niiden on johdettava vedet lattiakaivoihin. Rakennusaikaisen kosteuden on oltava poistunut tai rakenteen myöhempi kuivuminen muutoin järjestetty. Vesieristys on voitava liittää lattiakaivoihin, läpivienteihin, liikuntasaumoihin ja muihin vastaaviin varusteisiin. Lattiassa ei tule olla muille kuin viemäroinnille tarpeellisia

läpivientejä. Alusta on esikäsiteltävä suunnitelmien ja vedeneristeen valmistajan ohjeiden mukaisesti. Betonialustasta poistetaan sementtiliima ja muu tartuntaa heikentävä aines. Tarvittaessa alusta tasoitetaan betonin ja vedeneristysmateriaalin kanssa yhteensopivalla tasoitteella. (RT 14-11103, 2013, ss. 238–239)

Alle 10 vuotta vanha nestemäisenä levitetty vedeneristys voidaan uusia osittain, esimerkiksi yksittäisiä laattoja vaihdettaessa tai lattiakaivon ja vedeneristykseen liitosta korjattaessa. Vanhan vesieristeen pinta hiotaan puhtaaksi ja uusi vesieriste ulotetaan vähintään 30 mm vanhan päälle. Tarkemmat korjausohjeet varmistetaan vedeneristeen valmistajalta. (RT 84-11093, 2012, s. 7)

Vedeneristeenä voidaan käyttää nestemäisenä levitettävää vedeneristettä, muovimattoa tai -tapettia, bitumikermiä, pinnoitteena toimivaa massalattiaa sekä vedeneristeenä toimivia rakennuslevyjä. Rakennustuotteesta tulee olla selvillä tuote- ja järjestelmäsertifikaatti, käyttäytyminen kastuessa ja kuivuessa sekä lämpötilan muutoksista aiheutuvat liikkeet. Kaikkien käytettävien materiaalien on oltava yhteensopivia keskenään ja käytettyjen varusteiden, kuten lattiakaivojen, kanssa sekä VTT:n sertifioimia tai CE-merkittyjä. (RT 84-11093, 2012, ss. 7–8)

3.6 Vettä käyttävät työt

Vettä käyttäviä töitä ovat mm. vedeneristeiden, lattiamassojen, betonin ja tasoitteen sekoittaminen ja levittäminen sekä mahdollisesti betonin jälkihoito, mikäli se tehdään betonia kastelemalla. Märät työvaiheet sisältävät aina olemassa olevien rakenteiden kastumisriskin. Tämän vuoksi töitä suorittaessa tulisi olla saatavilla kuivatuskalustoa mahdollisen vesivahingon sattumisen varalta. Työmaalta tulisi löytyä vähintään vesi-imuri, ja ilman- tai tasokuivaimen olisi oltava helposti saatavilla.

Kaikki sekoitustyöt olisi hyvä tehdä vettä läpäisemättömällä alustalla, kuten suojamuovin tai tarkoitukseen suunnitellun sekoituskaukalon päällä. Kuvassa 2 sivulla 18 nähdään tiivistyskorjaustyömaalla käytössä oleva sekoituskaukalo. Kaukalo on tehty vanerista ja puutavarasta ja sen yläpinta ja reunat on päällystetty vahvalla suojamuovilla.

Kuva 2. Sekoituskaukalo vesisekoitteisille rakennusmateriaaleille.



Mikäli varotoimista huolimatta vesivahinko pääsisi syntymään, voidaan rakenteita kuivata luvussa 3.7 Rakenteiden kuivattaminen kuvatulla tavalla.

3.7 Rakenteiden kuivattaminen

Puhtaasta vedestä kastuneet materiaalit voidaan kuivattaa. Tärkeää on aloittaa rakenteen kuivattaminen mahdollisimman nopeasti vesivahingon jälkeen, jotta mikrobivaurioita ei ehdi syntyä. Rakenteita voidaan kuivattaa avaamalla, tuulettamalla sekä koneellisesti lämmittämällä, imemällä ilmaa rakenteen läpi tai kuivattamalla ilmaa rakenteen ympärillä. Mikrobivaurioitunutta tai esimerkiksi viemäriverdestä kontaminoitunutta rakennetta ei kuivata vaan se poistetaan ja korvataan puhtaalla rakenteella. Kosteusvaurioissa on aina harkittava tapauskohtaisesti, mitä rakenteita lähdetään kuivattamaan ja mitä ei. Toisinaan yhden materiaalin poistaminen saattaa edesauttaa toisen materiaalin kuivumista. (Weijo ym., 2019, ss. 55–57; Sisäilmayhdistys ry, 2008a)

Betonirakenteen kuivatuksessa on huomioitava, että lämmittämällä kuivattaminen siirtää kosteutta myös syvemmälle rakenteeseen. Kosteusmittaukset on tehtävä riittävän useasta kohdasta ja usealta syvyydeltä. On myös ymmärrettävä, mihin suuntaan rakenteista poistuva vesi siirtyy, jotta sitä ei siirretä toiseen rakenteeseen. Kuivauksen suunnittelu, rakenteiden kosteuden mittaaminen ja tulosten tulkinta on suoritettava aina asiantuntijan toimesta. (Weijo ym., 2019, s. 57)

Vanha betoni ei kuivu kuten tuore. Betonin lujittumisen myötä sen ominaisuudet muuttuvat ja kuivumisaika hidastuu merkittävästi. Kahteen suuntaan kuivuvalla betonirakenteelle, joka on kastunut kokonaan kapillaarialueelle eli sen suhteellinen kosteus $RH > 98\%$, on kuivumisaika-arvioita esitetty alla taulukossa 2. Kuivumisaika-arviot pätevät olosuhteissa, joissa ympäristön lämpötila on $+20\text{ °C}$ ja suhteellinen kosteus $RH = 50\%$. (Sisäilmayhdistys ry, 2008a)

Taulukko 2. Kuivumisaika-arviot kahteen suuntaan kuivuvalla betonirakenteelle, kun betonin $RH > 98\%$, ympäristön lämpötila $+20\text{ °C}$ ja $RH = 50\%$. (Sisäilmayhdistys ry, 2008a)

Rakenteen paksuus H [mm]	Aika [vrk]			
	Suhteellinen kosteus $0,2 * H$ syvyydellä [%]			
	95 %	90 %	85 %	80 %
50	5	15	30	40
75	15	40	60	95
100	25	70	110	165
125	35	105	175	260
150	50	150	250	375
175	70	205	340	510
200	90	270	445	665
225	115	340	560	840
250	250	420	695	1040

Tilanteessa, jossa kastunut tai märkänä päällystetty betonirakenne kuivuu vain yhteen suuntaan, kuivatusaikaa on mahdotonta arvioida. Tällaisessa tapauksessa kuivatukseen tarvittava aika tulee selvittää kokeilemalla ja suorittamalla kosteusmittauksia riittäväillä aikaväleillä. Kuivatuskohteessa tehtiin koekuivauksia kuudessa huoneessa eri puolilla rakennusta. Kuivatuksessa käytettiin betonin pintaa lämmittäviä levykuivaimia sekä ilmankuivaajia. Lämmitettäessä kosteuden havaittiin siirtyvän syvemmälle rakenteeseen ja

nousevan sieltä takaisin pintaan kosteustasapainon tasoittuessa. Ilmankuivaimen käyttö nopeutti betonin kuivumista rakenteen pinnassa, mutta ei vaikuttanut syvemmälle rakenteeseen. Kuivumisaika saattaa venyä kuukausiin, jopa vuoteen. Kuivumisen jälkeenkin on syytä muistaa, että betoni on herkkä uudelle kastumiselle esimerkiksi uutta tasoitetta tai vesisekoitteista lattiamateriaalia levitettäessä.

Paikallisten kosteusvaurioiden kuivattamiseen betonirakenteessa voidaan käyttää myös mikroaaltokuivatusta, jossa lämmitetään suoraan rakenteen sisällä olevaa vettä (Sisäilmayhdistys ry, 2008a). Menetelmä sopii pienten alueiden kuivatukseen eikä sitä käytetä laajemmissa vesivahinko- tai kuivatusalueissa.

3.8 Uuden betonin kuivatus

Uutta betonia voidaan joutua valamaan vanhan betonin päälle esimerkiksi orgaanisten materiaalien tai vanhan betonin poiston yhteydessä. Vanhaa haurasta betonia voidaan joutua poistamaan esimerkiksi tiivistyskorjauksen tai uuden pinnoitteen ominaisuuksien edellyttäessä alustan kiinteyttä.

Uusille betonivaluille tehdään jälkihoito, jonka tarkoituksena on pitää betoni riittävän kosteana ja lämpimänä, jotta betoni ei kuivuessaan kutistu, lohkeile tai taivu. Betonia pidetään riittävän kosteana peittämällä pinta muovikalvolla tai ruiskuttamalla betonin pintaan jälkihoitoaine. Tämän jälkeen betonia ei enää tule kastella liiallisen veden imeytymisen estämiseksi. (Sisäilmayhdistys ry, 2008a)

Kun betonin kuivatus aloitetaan jälkihoidon jälkeen, on ympäröivän tilan lämpötila suositeltavaa pitää +20 °C ja suhteellinen kosteus noin RH 50 %. Suhteellinen kosteus ei saisi ylittää RH 60 %, sillä liian korkea ilmankosteus hidastaa betonin kuivumista. Alhaisempi kosteus ei taas merkittävästi lyhennä betonin kuivatusaikaa. Talvi- ja kevät aikaan, kun ilmankosteus on luontaisesti alhaisempi, voidaan tarvittava ilman suhteellinen kosteus saavuttaa helposti sisäilmaa lämmittämällä. Kesä- ja syysaikaan taas, kun ilmankosteus on korkea, ei ilmaa ole taloudellista kuivattaa lämmittämällä vaan kuivaukseen on otettava avuksi sisäilman kuivain. Kuivattava tila on syytä pitää mahdollisimman ilmatiiviinä, jotta ulkoa ei vuoda tilaan kosteaa ilmaa. (Sisäilmayhdistys, 2008a)

Betonin kuivumista voidaan nopeuttaa lämmittämällä rakennetta. Jos mahdollista, yhteen suuntaan kuivuvaa betonia kannattaa lämmittää vesihöyryä läpäisemättömän ainekerroksen puolelta, jolloin kosteus siirtyy betonirakenteen ulkopintaa kohti ja rakenne kuivuu sisältä ulospäin. Lämmitettäessä betonia siten, että sen lämpötila on vähintään 10 °C ympäröivää ilmaa korkeampi, ei ilman suhteellinen kosteus enää vaikuta betonin kuivumisnopeuteen merkittävästi. Tehokkain tapa kuivattaa betoni on kuitenkin viedä lämmönlähde betonin sisälle. Käytännössä tätä tapaa käytetään märkätilojen lattiavalussa, kun valuu on asennettu sähkötoiminen tai vesikiertoinen lattialämmitys. (Sisäilmayhdistys ry, 2008a)

Betonin kuivatusaikaa voidaan lyhentää myös kasvattamalla runkoaineen maksimiraekokoa tai lisäämällä betonin huokoisuutta. Vesimäärän vähentäminen sen sijaan ainoastaan lisää betonin lujuutta ja tekee siitä tiiviimpää näin ollen hidastaen veden poistumista rakenteesta. (Sisäilmayhdistys ry, 2008a)

3.9 Viemärikorjaukset

Yksi sisäilmaongelman aiheuttajista saattaa olla viemärin haju (Sisäilmayhdistys ry, 2008b). Viemärikorjaukset voidaan päättää toteuttaa paikallisina yksittäisten viemärien tai viemäriosien korjauksina tai koko rakennuksen tai rakennusosan kattavana viemärisaneerausena.

Saneerauksessa putkistot voidaan uusia kokonaisuudessaan entiseen paikkaansa tai rakentaa uuteen paikkaan jättäen vanhat putkistot paikoilleen. Putkistoja voidaan myös pinnoittaa tai sukittaa. Korjaus voidaan tehdä myös yhdistelmäkorjauksena käyttäen näitä menetelmiä tilanteen, tarpeen ja mahdollisuuksien mukaisesti. (Ratu G-0295, 2006, s. 2)

Kosteus- ja mikrobivaurioiden ehkäisemiseksi on olennaista ennen viemärikorjausten aloittamista poistaa viemäriin käytöstä sulkemalla siihen liittyvät vesijärjestelmät nousulinjojen sulkuventtiileistä sekä kiinnittämällä käyttökieltoilmoitukset kaikkiin viemäriin, wc-istuimiin, -altaisiin, pesukoneisiin sekä keittiöiden pesuallaisiin ja astianpesukoneisiin. Sulkuventtiileihin kiinnitetään ilmoitus käytön katkaisusta ja kielto päälle kytkennästä. Sulkeminen varmistetaan kokeilemalla veden tuloa työkohteen alapuolella olevasta saman nousulinjan vesihanasta. (Ratu G-0295, 2006, ss. 7, 17)

Mikäli putket puretaan, aloitetaan purku ylhäältä alaspäin poistaen ensin vesikatolle johtava tuuletusputki. Jos putket uusitaan jättäen vanhat putket paikoilleen, on vanhat putket tyhjennettävä ja tulpattava. Tulppaus voidaan toteuttaa uretaanimassalla tai lattiaviemäreissä lisäksi sementtilaastilla. Pinnoitettaessa tai sukiettaessa putket puhdistetaan, kuivataan ja kuvataan ennen pinnoitustyön aloittamista. (Ratu G-0295, 2006, ss. 8–15; LVI 01–10355, 2002, s. 37)

3.10 Rakennuksen vaipan rakenneavaukset ja korjaukset

Kun epäillään kosteus- tai muita vaurioita rakenteessa rakennuksen rungon ulkopuolella, voidaan rakenneavaukset joutua suorittaman rakennuksen vaipan ulkopuolelta. Tällöin on kiinnitettävä erityistä huomiota sääsuojaukseen, jotta rakenteen lisävaurioilta vältytään. Samoin selkeät vaipan vauriot on syytä korjata sääsuojattuna, mikäli korjausta ei voida varmuudella suorittaa poutapäivän aikana. Vuodenajat sekä paikkakuntakohtaiset sääolosuhteet on niin ikään otettava huomioon korjausta aikatauluttaessa (Ratu S-1232, 2013, s. 3).

Käytettäessä sääsuojana väliaikaista suojapeitettä tai pystysuojasta ja telinekatosta koostuvaa julkisivusuojaa, on näiden kiinnitykset sekä kiinnikkeiden ja suojusten kunto tarkistettava säännöllisesti. Rakenneavaukset sekä valmiit korjatut rakenteet suojataan siten, että vesi ei pääse kulkeutumaan rakennusmateriaaleihin. Rikkoutuneet suojat tulee korjata välittömästi. Telineiden runkorakenteita, välitukia, ankkurointia ja tuentaa seurataan päivittäin. Työmaalle on myös syytä varata ylimääräisiä suojia ja peitteitä, jotka voidaan ottaa nopeasti käyttöön tarvittaessa. (Ratu S-1232, 2013, ss. 6–9)

Sääsuojat voidaan ratkaista työmaalla eri tavoilla. Suojat voidaan kiinnittää rakennustelineisiin tai niille voidaan rakentaa kehikko esimerkiksi puutavarasta. Erityyppisiä sääsuojauksia on esitetty kuvissa 3–5 sivuilla 23 ja 24.

Kuva 3. Paikallinen puurakenteinen sääsuoja vesikaton rakenneavauksen suojana.



Kuva 4. Paikallinen sääsuoja julkisivun rakenneavauksen kohdalla.



Kuva 5. Sääsuoja rakennustelineiden ympärillä julkisivukorjauskohteessa.



Kuvissa 3 ja 4 esitetyt "sääsuojeteltat" voidaan rakentaa joko maan tasalle tai vesikatolle suojaamaan rakennekorjausta tai uuden läpiviennin tekoa. Vesikatto voidaan suojata myös kokonaisuudessaan vesikaton sääsuojuilla, mutta tämä on vaihtoehtona hintava ja sitä käytetään yleensä vain koko vesikaton avauksissa. Koko rakennuksen huputus on korjausrakentamisessa harvoin kokonaisedullista.

Uusien läpivientien rakenneavaukset suojataan samoin kuin rakennekorjauksissa. Lisäksi huolehditaan höyrynsulun jatkuvuudesta läpiviennin ympärillä sekä mahdollisen uuden kylmäsillan vaikutuksen minimoimisesta rakenteen toimivuuteen. Rakenteiden korjaukset toteutetaan vedenpitävinä sekä kosteusteknisesti toimivina. Läpivientien sekä saumojen liitoksista on oltava riittävät detaljipiirrokset, jotta niiden asianmukainen toteutus voidaan todentaa.

3.11 IV-korjaukset ja -muutokset

Kuten rakenneavauksissa yleensä, myös IV-konehuoneen korjausta tai laajennusta varten tehtävissä vesikaton rakenneavauksissa on noudatettava tarkkuutta sääsuojauksessa. Konehuoneen vaatimat avaukset ovat myös yleensä laajempia kuin osittaiset vesikattokorjaukset. Koko avattava alue on saatava suojaan yhdellä kertaa ja suojauksen suunnitteluun on kiinnitettävä erityistä huomiota niin alustan rakenteiden kantavuuden kuin suojan kestävyuden ja paikallapysyvyyden näkökulmasta. Suojauksen kunto on tarkistettava päivittäin.

IV-kanavien muutostöissä on kiinnitettävä huomiota kanavien suojaukseen rakentamisen aikana. Kaikki avonaiset kanavat on tulpattava väliaikaisesti ja uudet kanavat säilytettävä työmaalla tulpattuina. Säilytettävien vanhojen kanavien kondenssieristyksen riittävyys on varmistettava ja eristystä tarpeen vaatiessa lisättävä. Tapauksissa, joissa ilmanvaihtojärjestelmään lisätään jäähdytys, on kondenssieristeet mahdollisesti uusittava kokonaan IV-suunnittelijan ohjeen mukaan. (Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy, henkilökohtainen tiedonanto, suunnittelukokous, 2019)

IV-konehuoneen muutoksissa ja laajennuksissa on varmistettava lattiakaivojen riittävyys ja oikea sijoitus myös laitteiden uusimisen tai lisäyksen jälkeen. Tulo- ja poistoilmakammioihin kulkeutuneen lumen ja veden poistuminen rakenteita vaurioittamatta on varmistettava tarkistamalla kammioden viemäreiden riittävyys ja toimivuus sekä kammioden lattioiden vedeneristyksen eheys ja jatkuvuus. (Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy, henkilökohtainen tiedonanto, suunnittelukokous, 2019)

Ilman epäpuhtauksien kulkeutumisen hallitsemiseksi voidaan rakennuksen painesuhteita muuttaa ilmanvaihtoa säätämällä joko väliaikaisesti laajempaa korjausta odotettaessa tai pysyvästi, jos tämä katsotaanärkevimmäksi ratkaisuksi esim. rakennuksen iän tai rakennusosan käyttötarkoituksen perusteella. Painesuhteiden säädöissä on aina otettava huomioon rakennusosaa ympäröivien rakenteiden kosteustekninen toimivuus sekä tuulen aiheuttaman ja termisen paine-eron vaikutukset, joita ei voida hallita pelkästään ilmanvaihdoilla. Esimerkiksi rakennusosan ylipaineistuksessa saatetaan aiheuttaa haitallista kosteusrasitusta rakenteille. Tämän vuoksi sisätilojen ylipaineistusta ei Suomen ilmasto-

olosuhteissa suositella muuten kuin lyhytaikaisena toimenpiteenä. Ylipaineistus voidaan kuitenkin toteuttaa myös pysyvänä ns. viimeisenä ratkaisuna, kun rakennus alkaa olla käyttöikänsä päässä. (Weijo ym., 2019, ss. 37, 61–62)

3.12 Kuivatusrakenteiden korjaus

Puutteelliset rakennuspaikan kuivatusrakenteet ja sadevedenpoisto mahdollistavat kosteusvaurioiden synnyn maaperään yhteydessä olevissa rakenteissa. Tämän vuoksi perustuksiin ja maanvastaisiin rakenteisiin liittyvissä korjauksissa on kiinnitettävä huomiota myös kuivatus- ja sadevedenpoistojärjestelmien toimivuuteen ja mahdollisiin korjaustarpeisiin. Tavallisia kuivatusrakenteiden puutteita ovat sadevesien ohjautuminen kohti rakennusta, kapillaarinen vedennousu maaperästä alapohjaan ja maanvastaisiin seinärakenteisiin sekä puutteellinen sadevedenpoistojärjestelmä. Salaojituksessa tyypillisiä puutteita ovat järjestelmän toimimattomuus, tukokset, salaojaputkien väärät sijoitukset perustuksiin nähden tai niiden puuttuminen. (Weijo ym., 2019, ss. 39–40)

Sade- ja sulamisvedet johdetaan rakennuksen viereltä pois muotoilemalla rakennusta ympäröivä maanpinta kallistumaan rakennuksesta poispäin vähintään 150 mm kolmen metrin matkalla tai tapauskohtaisesti mahdollisuuksien sallimissa rajoissa. Rakennuksen vierellä maanpinnan tulisi olla vähintään 300 mm valmista lattiapintaa alempana lukuun ottamatta kellarin lattiaa. Mikäli lattian pinta on kuitenkin alempana, on sade- ja sulamisvesien tunkeutuminen ja siirtyminen lattia- ja seinärakenteisiin muutoin estettävä. (Weijo ym., 2019, s. 40; RT 81-11000, 2010, ss. 2–3)

Salaojaputkistojen tulisi pääsääntöisesti sijaita rakennuksen perustusten ulkopuolella ja anturan alapinnan alapuolella. Mikäli salaojajärjestelmä on puutteellinen, se korjataan pohjarakenteiden suunnittelijan tai korjaussuunnittelijan laatiman salaojasuunnitelman mukaisesti. Järjestelmä voidaan myös joutua uusimaan kokonaan, jolloin rakennusta ympäröivä maa-aines kaivetaan pois ja myös sokkelin, maanvastaisen seinän ja perustusten kunto sekä kosteustekninen toimivuus päästään tarkistamaan. Järjestelmän toiminnan kannalta olennaista on, että karkearakenteisesta maa-aineksesta koostuva salaojituserros muodostaa suoraan salaojaputkistoon yhteydessä olevan materiaalikerroksen. Sade- ja

pintavesien sekä katoilta valuvien vesien pääsy salaoitusjärjestelmään on estettävä. (Weijo ym., 2019, ss. 40–41; RT 81-11000, 2010, ss. 2–5)

4 Suunnittelun ohjaus

Korjauskohteen suunnittelu sisältää sekä suunnittelun että toteutuksen kannalta erilaiset riskit kuin uudisrakentaminen. Tilanne suunnittelun sisällön kannalta saattaa muuttua enemmän ja useammin kuin uudisrakentamisessa. Aktiivinen vuorovaikutus, koordinointi sekä toimiva viestintä korostuvat koko hankkeen aikana. Hankkeen edellytysten muuttuminen edellyttää suunnitteluryhmältä sopeutumiskykyä uusiin tilanteisiin. (RT 13-11120, 2013, s. 3)

Suunnittelunohjauksella varmistetaan suunnittelutyön eteneminen, vahvistetaan eri toimijoiden välisten ammattimaisten suhteiden muodostumista sekä ylläpidetään toimivalla viestinnällä vuorovaikutusta ja työtyytyväisyyttä. Konsultin on otettava huomioon kunkin suunnittelijan ammattitaito, kokemus ja henkilökohtaiset ominaisuudet sekä varmistettava hankekohtaisen laatusuunnitelman laatiminen. (RT 13-11120, 2013, s. 2)

4.1 Hankesuunnittelu

Rakennushankkeeseen ryhtyvä eli tilaaja tai rakennuttaja määrittää hankkeen keskeiset tavoitteet hankesuunnitteluvaiheessa. Kosteudenhallinnalle asetettavat tavoitteet käydään läpi usein konsultin avustamana ja kirjataan kosteudenhallinta-asiakirjaan. Kosteudenhallinta otetaan huomioon myös hankkeen aikataulua sekä kustannusarviota laadittaessa. Myös tarjouspyyntöasiakirjoihin on syytä sisällyttää rakennusaikaiselle kosteudenhallinnalle asetettavat vaatimukset ja edellyttää tarjoukseen kosteudenhallinnan toimenpiteet riittävän tarkasti eriteltyinä ja erikseen hinnoiteltuina (Helsingin kaupunki, Tilakeskus, n.d., s. 1).

4.1.1 Lähtötiedot ja tutkimukset

Tilaaja on vastuussa riittävien lähtötietojen hankkimisesta hankkeen toteutusta varten. Lähtötietoja ovat mm. tonttitiedot, suunnitelmat, huolto- ja korjaushistoria sekä kohteelle teetetyt kuntotutkimukset.

Tilaa ja nimeää kosteus- ja sisäilmatekniseen selvitystyöhön vastuullisen kuntotutkijan, jolla on riittävä pätevyys. Pätevyys todennetaan joko sertifiointilla tai muulla menettelyllä. Tutkijan valinnassa tulee kiinnittää huomiota pätevyyden todentamisen lisäksi tutkijan kokemukseen ja referensseihin, käytettävään tutkimuskalustoon, malliraportteihin sekä toimituskykyyn. Vastuullinen kuntotutkija osallistuu muiden tarvittavien asiantuntijoiden ja mittaaajien hankkimiseen, koordinoi tutkimukset ja koostaa ne raportiksi. Raportti sisältää tutkimus- ja mittaustulokset tulkintoineen ja toimenpide-ehdotuksineen. (Pitkäranta, 2016, ss. 9–11)

Rakennuksen kosteusteknistä toimivuutta voidaan tarkastella lämpökameralla, kosteus- ja tiiveysmittauksilla sekä rakenneavauksilla. Mahdolliset riskirakenteet löydetään tarkastelemalla rakennuksen suunnitelmia sekä tekemällä rakenneavauksia riittävän monen eri rakennetyypin kohdalla. Riskirakenne on rakennetyyppi, joka on todettu käytännössä ja tutkittaessa vaurioherkäksi. Tyypilliset vauriot johtuvat kosteuden pääsemisestä rakenteeseen joko maaperän kautta tai sisäilmasta vesihöyrynä, ja ne voidaan todeta yleensä vain rakenneavauksilla. Riskirakenteita ovat mm. betonilaatan yläpuolinen puulattiarakenne, kaksoisbetonilaattarakenne, kattoikkuna, lattiapinnan alapuolelta lähtevä väliseinä, maanvastainen sisäpuolelta lämmöneristetty seinä, tuulettumattomat tai huonosti tuulettuvat rakenteet, tasakatto, ulkoseinän alajuoksupuun riittämätön etäisyys maanpinnasta sekä valesokkeli. Kosteusteknisesti ongelmallisia rakenteita voivat olla myös ulokeparvekkeet, monimuotoiset julkisivut, loivien vesikattojen liitokset ja tasoerot sekä rakennuksen vaipan läpiviennit. (Lintukangas Oy, n.d.; ks. myös Mittaviiva Oy, 2020)

4.1.2 Korjausratkaisujen valinta

Sisäilmakorjauksia voidaan toteuttaa monin eri tavoin ja varmuusasteeltaan eri tasoisesti. Myös pitkäaikaiskestävyydessä voidaan valita eri vaihtoehtoja. Oikean korjausratkaisun valinta on aina tapauskohtaista. Usein on syytä tarkastella muutamaa vaihtoehtoa kokonaisedullisen päätöksen aikaansaamiseksi. Korjausvaihtoehtoja tarkastellaan terveydellisestä, teknisestä, taloudellisesta ja elinkaarinäkökulmasta. Lähtökohtaisesti korjausten jälkeen rakenteiden sisäpinoissa ei saa esiintyä kosteus- tai mikrobivaurioita. Vauriot sekä niiden aiheuttajat on poistettava siten, että ongelma ei uusiudu ja rakenne toimii rakennusfysikaalisesti oikein. (RIL 250-2020, s. 216, ks. myös Weiijo, 2019, ss. 32–36)

Korjausratkaisun tulee täyttää voimassa olevat rakennusmääräykset, kuitenkin huomioiden kohteen asettamat reunaehdot. Korjausratkaisun ei ole tarkoitus kasvaa kohtuuttomaksi vain määräyksissä esitetyn toisen laisen ratkaisumallin vuoksi. Ratkaisut ovatkin usein kompromisseja, joissa saatetaan joutua tinkimään ideaalisesta lämpö- tai kosteusteknisestä toimivuudesta, jotta rakennuksen tai rakennusosan kokonaistoimivuus pystytään turvaamaan. Myös rakennuksen suojelun aste saattaa johtaa näihin kompromisseihin. (RIL 250-2020, s. 217)

Rakennukselle tehtävät toimenpiteet tulee suhteuttaa rakennuksen odotettavissa olevaan elinkaareen tai mahdollisesti tulossa olevan peruskorjauksen ajankohtaan. Ylikorjaamista ei suositella. Peruskorjauksissa menetelmien on oltava pitkäaikaisia ja varmatoimisia, mutta väliaikaisratkaisuillakin voidaan vähentää terveyshaitoille altistumista. Tällöin korjaussuunnittelija määrittää riittävät korjaustoimenpiteet tilojen hyvän sisäilman laadun varmistamiseksi tavoitellulla käyttöjaksolla. (RIL 250-2020, ss. 217–218, ks. myös Weijs, 2019, ss. 32–36)

4.1.3 Aikataulu

Aikataulun laadinnassa huomioidaan valitun korjausratkaisun lisäksi rakennuspaikalla vallitsevat ilmasto-olosuhteet vuodenaikakohtaisesti sekä rakenteiden kuivatusaika-arviot näissä olosuhteissa. Esimerkiksi rakennusvaipan rakenneavaukset kannattaa ajoittaa vähäsateiseen ja -tuuliseen ajankohtaan sääsuojauksen pitävyyden helpottamiseksi. Maatyöt ja ulkopuoliset valut ajoitetaan routimattomaan aikaan, ja sisäpuolisten valujen kuivumisaika-arvioissa otetaan huomioon ilman kosteus kuivatusajankohtana. (Ratu S-1234, 2017, ss. 3–12)

Laatimalla rakentamisaikataulun lisäksi suunnittelu-aikataulu voidaan varmistaa suunnittelijoiden yhteistyön sujuvuus sekä riittävien suunnitelmien ja detaljien saatavuus rakennustyömaalle oikea-aikaisesti. Suunnittelu-aikataulu tarkennetaan suunnittelun aloituskokouksessa sekä työmaan aloituskokouksessa.

4.1.4 Kustannusarvio

Kosteudenhallinnasta syntyvät kustannukset on syytä huomioida jo hankesuunnitteluvaiheessa realistisesti. Kosteudenhallinnan kustannukset onkin hyvä tuoda kustannusarviossa esiin omana rivinä. Kosteudenhallinnan kustannuksia saattaa kertyä esim. sääsuojista, ilmankuivaimista, lämmityksestä, materiaalien varastoinnista sekä suunnittelu- ja työkustannuksista. (Helsingin kaupunki, Tilakeskus, n.d., s. 1; Ratu S-1234, 2017, ss. 2–13)

Kosteudenhallinnalle asetettavat tavoitteet vaikuttavat vahvasti kustannuksiin. Rakennushankkeeseen ryhtyvä voi määritellä esimerkiksi rakennusmateriaalien varastoinnin ja käsittelyn vaatimukset sekä toimintatavat kosteudelle altistuneiden materiaalien suhteen. (Koskenvesa ym., 2016, s. 35)

4.1.5 Kosteudenhallinnan tavoitteet

Tilaaaja asettaa asiantuntijoita apuna käyttäen hankkeen kosteudenhallinnan laadun tavoitetasoon. Tavoitteet kirjataan kosteudenhallintaselvitykseen, jota täydennetään suunnittelun edetessä suunnittelijoiden kanssa, ja jonka pohjalta urakoitsija laatii työmaalla käytettävän kosteudenhallintasuunnitelman. Tavoitteet voivat liittyä projektinhallintaan, suunnitteluratkaisuihin, työmaan olosuhdehallintaan sekä rakennuksen ylläpitoon ja käyttöön. Projektinhallintaan määritetään riittävät henkilö- ja aikaresurssit, käytettävät projektinhallintavälineet ja -ohjelmat, yhteydenpitokanavat, projektipankki, raportointitavat ja -aikavälit jne. Suunnitteluratkaisuissa voidaan ottaa kantaa rakennuspaikan kuivatukseen, perustusten kosteudenhallintaan, rakennusvaipan ja märkätilaratkaisujen toimivuuteen, rakenteiden ja materiaalien kosteudenkestävyyteen, käytön ja ylläpidon helppouteen sekä taloteknisiin ratkaisuihin. Työmaan olosuhdehallinnasta tuodaan esille rakentamisajankohta ja aikataulu sekä rakennuksen suojausmenetelmät. Ylläpitoa silmällä pitäen vaaditaan urakoitsijalta yleensä käyttäjien ja huoltohenkilöiden opastusta ja koulutusta. Päätetään huoltokirjan luomisesta tai päivittämisestä sekä saatetaan hakea myös pidemmän tähtäimen kunnossapitosuunnitelmaa urakoitsijan kanssa. (Sahlstedt & Koskenvesa, 2016, ss. 8–9)

4.1.6 Alustava kosteusriskien arviointi

Hankesuunnitteluvaiheessa kartoitetaan kosteusriskit olemassa olevien tietojen perusteella niin hyvin kuin mahdollista. Kosteusriskien arvioinnissa otetaan huomioon esimerkiksi kosteuslähteiden merkitys, rakenteiden vaurioalttius, aiheutunut räsitusaso sekä mahdollisesti aiheutuvien vaurioiden vakavuus. Tunnistetut riskit annetaan tiedoksi suunnittelijoille, ja riskilistaa täydennetään suunnittelun edetessä. (Mittaviiva Oy, 2020)

Erityyppisten sisäilmakorjausten mahdollisia kosteusriskejä on avattu opinnäytetyön luvussa 3 Sisäilmakorjausten kosteusriskit. Näiden lisäksi on hyvä miettiä, mitä muita kohdekohtaisia riskejä hankkeeseen liittyy.

4.1.7 Kosteusriskiluokka ja menettelytavat

Hankkeen kosteusriskiluokka määritellään kohteen lähtötietojen ja käyttötarkoituksen sekä kosteusriskien perusteella. Määritetty kosteusriskiluokka toimii pohjana kohteen rakennusfysikaaliselle suunnittelulle sekä hankkeen kosteudenhallinnan menettelylle. Kosteudenhallinnan normaalimenettelyä käytetään kosteusriskiluokissa 1 sekä 2, joihin kuuluvat tavanomaiset ja normaalia vaativammat asuin-, liike- ja toimistorakennukset sekä koulut ja päiväkodit. Kevennetty normaalimenettely voidaan valita käytettäväksi riskiluokassa 1, kun rakennuksessa on ihmisiä vain satunnaisesti tai kun rakennuksen suunniteltu käyttöikä on normaalia lyhyempi. Tehostettua menettelyä taas käytetään riskiluokan 3 rakennuksissa, joissa kosteusrasitus on suuri tai jotka ovat kosteudenhallinnan suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon tai käytön kannalta erityisen vaativia. Kosteusriskiluokat on koottu taulukkoon 3 (s. 32). Kosteusriskiluokat ja esimerkkejä. (Sahlstedt & Koskenvesa, 2016, s. 10; Åström, 2018, s. 11)

Taulukko 3. Kosteusriskiluokat ja esimerkkejä (RIL 250-2020, s. 36)

Hankkeen vaativuus	Kosteusriski-luokka	Esimerkkejä
Erittäin vaativa	3	Rakennukset, joissa on suuri kosteusrasitus (mm. uimahallit, kostutetut tilat, pakkasvarastot) tai jotka 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 toimistorakennukset (normaalimenettely). Rakennukset, joissa on ihmisiä vain satunnaisesti tai joiden suunniteltu käyttöikä on normaalia lyhyempi (kevennety normaalimenettely).

Kosteudenhallinnan normaalimenettelyyn kuuluu mm. kosteusriskiarvio, kosteudenhallintaselvitys, hyvä suunnittelun ja toteutuksen taso, normaali laadunvarmistus sekä huolto-ohjeiden laadinta. Tehostettuun menettelyyn sisältyy lisäksi syvällisempi riskianalyysi sekä suunnittelun, toteutuksen ja ylläpidon erityistoimenpiteet, joita voivat olla suunnitelmien ja työmaatoteutuksen ulkopuolinen tarkastus sekä tehostettu käytönaikainen seuranta ja huolto. Lisäksi varmistetaan suunnitteluresurssit ja toimijoiden pätevyys, tekniset ratkaisut suunnitellaan ja toteutetaan syvällisemmin, tehostetaan työmaan kosteudenhallintaa sekä hankkeen osapuolten välistä tiedonkulkua. (Åström, 2018, s. 10–13)

4.1.8 Kosteudenhallinnan henkilöresurssit

Tilaaajan tehtävänä on varata suunnitteluun ja toteutukseen riittävät henkilöresurssit asetettuihin laatuvaatimuksiin nähden sekä varmistaa, että hankkeen osapuolilla on riittävä osaaminen rakennushankkeen laajuuteen nähden. Suunnittelijoiden sekä vastaavan mestarin kelpoisuusvaatimuksia määrittellään maankäyttö- ja rakennuslaissa sekä ympäristöministeriön ohjeissa. Kosteudenhallintakoordinaattorin kelpoisuusvaatimukset ovat rinnastettavissa vastaavan mestarin kelpoisuusvaatimuksiin, kuten esitetty opinnäytetyön luvussa 2.5.3 Kosteudenhallintakoordinaattori. Tilaaajan on myös varmistettava, että hankkeessa mukana olevilla yrityksillä on toimiva laadunhallintajärjestelmä, riittävä kokemus ja osaaminen sekä tarvittavat resurssit kosteudenhallinnan hyvään organisointiin. Tilaaaja järjestää työvaiheiden aloituskokoukset,

joissa kirjataan selkeästi eri osapuolten tehtävät, työnjako, vastuut sekä aikataulu. (Sahlstedt & Koskenvesa, 2016, s. 9)

Pääsuunnittelijana toimii usein arkkitehti, mutta mikäli hankkeessa on hyvin vähän rakennussuunnittelua eikä rakennusvalvonta ei edellytä pääsuunnittelijalta arkkitehdin koulutusta, voi pääsuunnittelijana toimia myös rakennesuunnittelija. Muita tyypillisiä suunnittelijoita ovat talotekniset suunnittelijat sekä mahdolliset erityissuunnittelijat, kuten elinkaarisuunnittelija ja rakennusfysiikan suunnittelija. Suunnittelijoiden pätevyyttä arvioidaan kyseessä olevan hankkeen vaatimusluokka huomioiden.

Rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokista on säädetty maankäyttö- ja rakennuslaissa ja valtioneuvoston asetuksessa. Suunnittelijoiden kelpoisuudesta on säädetty maankäyttö- ja rakennuslaissa. Ympäristöministeriö on lisäksi antanut suunnittelutehtävien vaativuusluokkia ja suunnittelijoiden kelpoisuutta koskevat ohjeet. Suunnittelijoiden kelpoisuudet hankkeen suunnittelutehtäviin on varmistettava ennen suunnittelun aloitusta maankäyttö- ja rakennuslain (2014/41) 120 f §:n mukaisesti. Tässä voi käyttää apuna esim. TOPTEN – rakennusvalvontojen tulkintaohjeita:

- [120 f 01](#) Rakennussuunnittelijan kelpoisuus, tulkintaohje
- [120 f 02](#) Rakennesuunnittelijan kelpoisuus, tulkintaohje
- [120 f 03](#) Pohjarakennesuunnittelijan kelpoisuus, tulkintaohje
- [120 f 04](#) LVI-suunnittelijan kelpoisuus, tulkintaohje

Tulkintaohjeisiin on koottu taulukkomuotoon suunnittelutehtävien vaativuusluokat sekä suunnittelijoiden pätevyysvaatimukset näihin luokkiin. Ohjeet sisältävät otteita säädöksistä ja ympäristöministeriön ohjeista sekä rakennusvalvonnan tulkinnoista yhtenäisten käytäntöjen tukemiseksi. Pätevyysvaatimukset suunnittelualoittain löytyvät myös Fise Oy:n internetsivuilta. Suunnittelijat hyväksytetään rakennusvalvonnalla lupamenettelyjen yhteydessä.

4.1.9 Kosteudenhallintaselvitys

Kosteudenhallintaselvityksen sisältöä sekä sille asetettuja Ympäristöministeriön vaatimuksia käsitellään luvussa 2.5.1 Kosteudenhallintaselvitys. Kosteudenhallintaselvityksen tai kosteudenhallinta-asiakirjan voi laatia joko kosteudenhallintakoordinaattori tai rakenneteknisesti haastavammassa kohteessa vastaava rakennesuunnittelija. Selvitys laaditaan kohteen lähtötietojen, valittujen korjaustapojen, aikataulun sekä kosteusriskiluokan ja tunnistettujen kosteusriskien pohjalta. Selvitystä tarkennetaan toteutussuunnitteluvaiheessa, ja tähän osallistuvat kaikki hankkeen suunnittelijat oman suunnittelualansa näkökulmasta.

Kosteudenhallintaselvitykseen voidaan liittää erillinen lista tunnistetuista kosteusriskeistä sekä toimenpiteistä niiden hallitsemiseksi. Listaa täydennetään toteutussuunnitteluvaiheessa jatkuen rakennusvaiheeseen ja luovutukseen. Käytännönläheisemmin kosteudenhallintaselvitystä avataan luvussa 6.2 Kosteudenhallintaselvityksen mallipohja.

4.2 Toteutussuunnittelu

Toteutussuunnitteluvaiheessa hankkeen tavoitteita tarkennetaan sekä arvioidaan mahdollisia suunnitteluratkaisuihin johtuvia kosteusriskejä. Suunnittelijoiden tulee yhteistyössä varmistaa rakennuksen ja rakenteiden kosteustekninen toimivuus. Huomiota kiinnitetään erityisesti kosteusteknisesti kriittisiin rakenteisiin ja rakenneratkaisuihin. Suunnittelijat arvioivat rakenteiden vaatimat kuivumisajat sekä näiden vaikutuksen aikatauluun. Rakenteiden ja materiaalien tulee kestää rakennusaikaiset kosteusrasitukset tai vaihtoehtoisesti näille on suunniteltava asianmukaiset suojaukset. (Koskenvesa ym., 2016, s. 35)

Suunnittelussa kiinnitetään huomiota muun muassa rakennuspaikan sijaintiin, rakennuspohjan kosteuteen, sisäilman kosteusrasitukseen ja rakennuksen käytöstä johtuvaan lisäkosteuteen sekä rakenteiden lämpö- ja kosteustekniseen toimintaan. Suunnittelijoiden on pystyttävä arvioimaan olemassa olevien sekä suunniteltujen

rakennusmateriaalien yhteensopivuus ja soveltuvuus käytettäväksi korjattavassa kohteessa. (Koskenvesa ym., 2016, s. 35–36)

Erityisiä suunnittelijoiden tehtäviä hankkeen kosteudenhallinnan kannalta on (RIL 250-2020, s. 71):

- oman alansa hankkeen kriittisten tekijöiden tunnistaminen,
- osallistuminen riskien arviointiin sekä tavoitteiden asetteluun,
- osallistuminen kosteusriskiluokan ja menettelytapojen määrittelyyn,
- osallistuminen kosteudenhallinta-asiakirjan laadintaan ja siinä määritettyjen tehtävien hoitamiseen sekä
- edellä mainittujen asioiden huomioon ottaminen suunnittelussa.

Suunnitteluvaiheen kosteudenhallintakoordinaattori mm. valvoo ja ohjaa, että kosteudenhallintatoimenpiteet toteutuvat koko hankkeen ajan, varmistaa, että kosteudenhallinta on asianmukaisesti huomioitu suunnitelmissa ja urakka-asiakirjoissa, varmistaa suunnittelijoiden riskilistan ja ohjeiden riittävän huomioimisen suunnittelussa sekä huolehtii, että suunnitteluvaiheen kosteudenhallintaan liittyvät tiedot siirtyvät eteenpäin rakennusvaiheen kosteudenhallintakoordinaattorille työmaan kosteudenhallinnan aloituskokouksessa, mikäli rakennusvaiheen kosteudenhallintakoordinaattorina toimii eri henkilö kuin suunnitteluvaiheessa.

Suunnitteluasiakirjojen yhteensovittamisessa ja niiden riittävyyden varmistamisessa on tärkeää suunnittelijoiden välinen yhteistyö. Sisäilmakorjauksille on ominaista, että niihin liittyy myös taloteknisten järjestelmien korjaustyötä tai vähintään säätöä. Suunnittelijoiden on pystyttävä toimimaan hyvässä yhteistyössä, jotta sisäilma-asiat tulee huomioiduiksi kaikilla suunnittelualoilla. (RIL 250-2020, ss. 71–219)

Kaikilla oman alansa vastaavilla suunnittelijoilla on oltava kohteen ja suunnittelutehtävän vaatimusten mukainen pätevyys perustuen maankäyttö- ja rakennuslain säännöksiin, asetuksiin sekä ympäristöministeriön ohjeisiin (RIL 250-2020, s.71).

4.2.1 Pääsuunnittelu

Pääsuunnittelijana voi toimia arkkitehti tai rakennesuunnittelija riippuen rakennusvalvonnan kohteelle asettamista vaatimuksista. Pääsuunnittelija määrittelee yhdessä hankkeeseen ryhtyvän sekä mahdollisesti muiden hankehenkilöiden kanssa hankkeen laatutavoitteet sisältäen kosteudenhallinnan tavoitteet sekä toimii suunnittelutiimin vetäjänä (RIL 250-2020, s.71).

4.2.2 Rakennussuunnittelu

Rakennuksen arkkitehtuuri ja sijainti toimivat hankkeen kosteudenhallinnan lähtökohtana. Rakennussuunnittelijan eli arkkitehdin keskeisenä tehtävänä on jo hankkeen alkuvaiheessa luoda toimivat puitteet kosteudenhallinnan suunnittelulle ja välttää toteutuksen ja käytön kannalta riskialttiita ratkaisuja. Korjaussuunnittelussa rakennuksen toiminnallisuuteen voidaan vaikuttaa muun muassa materiaalivalinnoilla sekä välttämällä monimutkaisia vaippa- ja julkisivuratkaisuja. (RIL 250-2020, ss. 72–76)

Arkkitehdin on ymmärrettävä hyvin yleiset rakennusfysikaaliset periaatteet ja otettava ne huomioon suunnittelussa. Enenevissä määrin tulisi kiinnittää huomiota materiaalien pitkäaikaiskestävyyteen, säänkestävyyteen ja oikein toteutettuihin detaljeihin. Esimerkiksi useiden eri julkisivumateriaalien käyttö ja monimutkainen detaliikka tuottavat vaikeasti hallittavia liitosdetaljeja ja riskirakenteita. Selkeä arkkitehtuuri toimii siis rakennuksen pitkäaikaiskestävyyden takeena ja kosteusvaurioriskien alentajana. Sisätilat tulee suunnitella siten, ettei niihin jää tuulettumattomia tiloja tai kohtia, joissa voisi tapahtua veden tiivistymistä pinnoille. (RIL 250-2020, ss. 76–80)

Materiaalivalinnoissa on otettava huomioon olemassa olevat ulkoiset ja sisäiset kosteusrasitukset sekä materiaalin kosteustekninen käyttäytyminen ja kosteudensietokyky. Lähtökohtaisesti tulisi käyttää tunnetusti toimivia rakenneratkaisuja materiaaleineen. Lähellä vaipparakenteiden ulko-osia sekä muissa kosteusrasitetuissa kohdissa on käytettävä kosteutta kestäviä materiaaleja, jotka eivät ole herkkiä mikrobivaurioille. Erikoismateriaaleja käytettäessä on niiden kosteustekninen toimivuus varmistettava rakennesuunnittelijalta tai rakennusfysiikan suunnittelijalta. Uusia materiaaleja tai ratkaisuja käytettäessä on saatava

laaja asiantuntijanäkemyks, rakennusfysiikan suunnittelijan puolto sekä rakennuttajan hyväksyntä. (RIL 250-2020, s. 84)

4.2.3 Rakennetekninen suunnittelu

Rakennetekniset suunnitelmat laatii yleensä rakennesuunnittelija, mutta suunnitelmien laatiminen saattaa vaatia myös erityistä rakennefysiikan osaamista, jolloin laatijaksi valitaan erillinen erityissuunnittelija. Suunnittelijan on korjaussuunnittelun alussa perehdyttävä hyvin kohteen lähtötietoihin ja asiakirjoihin kuten kuntotutkimusraporttiin, vanhoihin suunnitelmiin sekä muihin asiakirjoihin. Korjaussuunnittelijan ja kuntotutkijan yhteistyö on tärkeää koko korjaussuunnitteluprosessin ajan. Laajemmissa hankkeissa voidaan järjestää myös erillinen kohdekatselmus suunnittelijan ja kuntotutkijan kesken. (RIL 250-2020, ss. 218–219)

Rakennesuunnittelija tukee arkkitehtia rakenteiden ja rakennusosien suunnittelussa erityisesti vaipparakenteiden ja märkätilojen osalta. Rakennesuunnittelijan kosteusteknisen suunnittelun ja kosteudenhallinnan laadunvarmistuksen erityistehtäviä on (RIL 250-2020, ss. 72–73)

- vastata rakennuksen suunnitellusta kosteusteknisestä toimivuudesta rakentamisen ja käytön aikana,
- vastata rakenteiden kosteusteknisestä toimivuudesta ja laadusta
- varmistaa eri suunnittelualojen suunnitelmien ja toteutusohjeiden yhteensopivuus rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden kannalta,
- osallistua aktiivisesti kosteudenhallinnan riskiarviointiin ja toimenpidemäärittelyyn,
- toimittaa lähtötietoja kosteudenhallintaselvitykseen tai tarvittaessa laatia sellainen,
- toimittaa lähtötiedot ja reunaehdot kosteudenhallintasuunnitelman laatijalle sekä tarkastaa laadittu kosteudenhallintasuunnitelma,
- osallistua työmaatarkastuksiin sovitussa laajuudessa sekä
- osallistua luovutuksen jälkeisiin sisäolosuhteiden tarkastuksiin tarvittavassa laajuudessa.

Sisäilmakorjauksille on tyypillistä, että suunnitelmat laaditaan detaljitasolla, tarkoin nimetyin materiaalein ja korjausmenetelmin. Materiaalien valintaa liittyy usein mitoittamista, jossa on tärkeää hahmottaa rakenteissa tapahtuvat muutokset, valita käyttötarkoitukseen sopivat tuotteet sekä ymmärtää korjattava ongelma ja varmistaa ratkaisun toimivuus. Materiaaleja tai menetelmiä ei siis koskaan tule muuttaa ilman suunnittelijan lupaa. (RIL 250-2020, s. 219)

Kuten ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta todetaan, rakennusfysikaalisessa suunnittelussa tulee varmistaa, ettei kosteus missään vaiheessa aiheuta haittaa rakennuksen toiminnalle tai käytölle. Rakenteilla pitää olla myös kyky kuivua satunnaisen kosteusrasituksen jälkeen. Suunnittelijan tulee huomioida rakenteissa myös rakennusaikainen kosteusrasitus ja suunnitella rakenteet siten, että rakennekosteus poistuu järkevässä ajassa. Jos tämä ei ole mahdollista, suunnittelija miettii vaihtoehtoisia menetelmiä ja esittää ratkaisut suunnitelmissa.

Kosteusteknisesti kriittiset kohdat rakenteissa on siis otettava huomioon suunnittelussa sekä huolehdittava siitä, että suunnitellut rakenteet ovat kosteusteknisesti toimivia. Erityistä huomiota on kiinnitettävä rakenneosien liitoksiin, läpimenoihin ja epätyypillisiin rakenneratkaisuihin. Kaikista rakenne- ja rakennusosaliitoksista on laadittava riittävät detaljipiirrokset.

4.2.4 Talotekninen suunnittelu

Talotekniset suunnitelmat tulee laatia siten, että mahdolliset vesivahingot voidaan havaita nopeasti. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että vuoto ohjataan rakenteita pitkin näkyville ja näin vuodon huomaamaton tunkeutuminen rakenteisiin estetään. Kaikkien laitteistojen, joihin liittyy vesivahingon mahdollisuus, on oltava helposti tarkastettavissa, huollettavissa, korjattavissa sekä uusittavissa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017 § 13; Talotekniikkateollisuus ry, 2020a)

Saneerauksissa uusien vesijohtoputkien sijoitus tulee ratkaista siten, että ne ovat edelleen vaihdettavissa ja vuodot helposti havaittavissa. Korkeisiin pystylinjoihin suunnitellaan vuodonilmaisimet, joista vuotava vesi valuu näkyville. Vesijohtoputkiin on sijoitettava riittävä

määrä sulkuventtiilejä, jotta mahdollinen vuoto saadaan pysäytettyä haittaamatta kohtuuttomasti muun rakennuksen vesijohtoverkoston toimintaa. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemäri-laitteistoista 1047/2017 § 13; Talotekniikkateollisuus ry, 2020a)

Putket, kanavat ja laitteet on sijoitettava, eristettävä tai varustettava siten, ettei vesi putkistoissa jäädy ja ettei putkien, kanavien tai laitteiden pinnoille tiivisty haitallisesti vettä tai tiivistyvä vesi on johdettavissa pois haittaa aiheuttamatta. Lämpimät tulo- ja poistoilmakanavat on syytä sijoittaa höyrynsulun lämpimälle sisäpuolelle. Näin vältetään turhilta läpimenoilta sekä tiiveyden riskikohdilta höyrynsulussa. Putkien sijoittaminen rakennuksen ulkopuolelle aiheuttaa myös näille jäätymisvaaran. Putket on lämmöneristettävä ja tarvittaessa käytettävä saattolämmitystä. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemäri-laitteistoista 1047/2017 § 15; Talotekniikkateollisuus ry, 2020a)

Ilmanvaihtokanaviin on suunniteltava riittävä lämmöneristys, jotta kosteus ei pääse tiivistymään putkistoihin. Ilmanvaihtokoneeseen ja sen suodattimiin ei saa päästä vettä tai lunta, koska nämä voivat aiheuttaa mikrobivaurioita ilmastointijärjestelmässä. Tuloilmajärjestelmässä olevat mikrobivauriot saattavat vaikuttaa laajallekin rakennuksessa mikrobien levitessä tuloilman mukana. Lisäksi ulkoilma- ja jäteilmakanava tulee suunnitella mahdollisimman lyhyiksi, jotta lämmöneristyspituus jää pieneksi. (Sisäilmayhdistys ry, 2008c; Talotekniikkateollisuus ry, 2020b)

Ilmanvaihto tulisi mitoittaa riittävän tehokkaaksi, jotta sisäilman kosteudenpitoisuuden nousulta haitalliselle tasolle vältetään. Ilmanvaihtojärjestelmän painesuhteet on säädettävä siten, että rakennus on ulkoilmaan nähden lievästi alipaineinen. Ylipaineinen järjestelmä aiheuttaa ulkovaipparakenteille merkittävän kosteusvaurioriskin lämpimän ja kostean sisäilman virratessa rakenteisiin sekä tiivistyessä rakenteiden kylmempiin osiin. Rakennuksen ylipaineistamisella voidaan estää rakenteissa olevien epäpuhtauksien pääsy huoneilmaan, mutta kosteuskonvektion aiheuttaman vaurioitumisriskin takia tätä menettelyä ei tule käyttää kuin vasta elinkaarensa loppusuoralla olevissa korjauskohteissa (Sisäilmayhdistys ry, 2008c).

Viemärisuunnitelmissa tulee olla huomioituna ilmanvaihtokoneiden jäähdytyspatterien sekä jäähdytyslaitteiden kondenssiviemärointi. Mahdollinen kondensoituva vesi ohjataan viemäriin tai kerätään haihdutusaltaaseen. Ulkoilmakammioissa tulee olla viemärointi lumen ja sadeveden ohjaamiseksi pois rakennuksesta. (Talotekniikkateollisuus ry, 2020a)

5 Valvonta

Sisäilmakorjauksen etenemisen valvonnassa korostuu tiedottamisen tärkeys. Korjattavat tilat ovat usein käytössä ja rakennuksen toiminta normaalisti käynnissä. Hyvällä tiedottamisella voidaan välttyä lisävahingoilta sekä väärinymmärryksiltä työmaan ja käyttäjän välillä.

Korjaukset tehdään usein vaiheistettuina korjausalueita lohkoen. Haastetta tuo hankkeen vaiheistaminen käyttäjän ehdoilla. Kaikkia korjauksia ei välttämättä päästä tekemään valmiiksi optimaalisin menetelmin, vaan osaan rakenteista saattaa jäädä väliaikaisia ratkaisuja. Esimerkiksi kriittistä väliseinärakennetta rakennuksen nurkkaosassa ei välttämättä pystytä tiivistämään valmiiksi kuin yhdeltä puolelta kerrallaan toisen tilan ollessa käytössä, ja asiaan joudutaan palaamaan toisen tilan kautta pitkänkin ajan kuluttua. Myös sääsuojaukset saattavat olla pitkäaikaisia vaiheistuksesta ja väliaikaisratkaisusta johtuen.

Tämä luku pohjautuu suurelta osin työssä tehtyyn tutkimukseen, kollegojen tietotaidon hyödyntämiseen ja sisäistämiseen sekä omaan työkokemukseen rakennustyön valvojana ja kosteudenhallintakoordinaattorina. Tietoa on kerätty muun muassa valvontakierroksilla, työmaakokouksissa, kohdekatselmuksilla ja yrityksen sisäisiin koulutuksiin osallistumalla, mutta myös kirjallisuustutkimuksella.

5.1 Kosteudenhallinnan aloituskokous

Ennen rakentamisen aloittamista pidetään kosteudenhallinnan aloituskokous, jossa käydään läpi kosteudenhallinnan tavoitteet hankkeessa, urakoitsijan kosteudenhallintasuunnitelma, nimetyt vastuhenkilöt ja heidän vastuunsa, riskien kartoitus sekä menetelmät riskien minimoimiseksi. Aloituskokouksen tarkoituksena on varmistaa, että kaikki hankkeen kosteudenhallintaan osallistuvat osapuolet ovat yhteisessä ymmärryksessä kosteudenhallinnan tavoitteista ja menettelyistä. Muita käsiteltäviä asioita on sääsuojaukset

ja näiden suunnittelu, toteutus ja valvonta sekä rakenteiden kuivumisen varmistaminen.
(Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2020)

Aloituskokouksen kutsuu koolle yleensä kosteudenhallintakoordinaattori. Kokoukseen osallistuvat vähintään vastaava mestari, urakoitsijan nimeämä kosteudenhallintavastaava, työnjohto sekä rakennusvalvonnan edustaja, mikäli lupamenettelyssä on näin edellytetty. Jos rakennusvaiheen kosteudenhallintakoordinaattorina toimii eri henkilö kuin suunnitteluvaiheessa, vastaanottaa rakentamisvaiheen kosteudenhallintakoordinaattori suunnitteluvaiheen kosteudenhallintaan liittyvät tiedot suunnitteluvaiheen kosteudenhallintakoordinaattorilta työmaan kosteudenhallinnan aloituskokouksessa.

Aloituskokousten lisäksi järjestetään kosteudenhallinnan seurantakokouksia, joissa käydään säännöllisesti läpi ajankohtaiset kosteudenhallintaan liittyvät asiat, kuten suojaukset, poikkeamat, onnistumiset ja betonirakenteiden kuivumisen seuranta (Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy, henkilökohtainen tiedonanto, 2020). Seurantapalavereja voidaan pitää kokousmuotoisesti tai vapaamuotoisemmin esimerkiksi työmaakerroksen yhteydessä.

5.2 Kosteudenhallintavastaava

Urakoitsija nimeää keskuudestaan kosteudenhallintavastaavan, jonka tulee olla pääsääntöisesti työmaalla paikalla. Kosteudenhallintavastaavaksi voidaan valita esimerkiksi työmaan nokkamies tai sellainen työnjohtaja, jolla ei ole muita kohteita hoidettavanaan. Kosteudenhallintavastaavana ei siis yleensä korjauskohteessa voi toimia kohteen vastaava mestari, koska he vastaavat usein useammista korjauskohteista kerrallaan. Kosteudenhallintavastaava nimetään hankkeen kosteudenhallintasuunnitelmaan tai viimeistään kosteudenhallinnan aloituskokouksessa ennen töiden aloittamista.
(Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy, henkilökohtainen tiedonanto, VK Akatemia KHK-koulutus, 29.8.2019)

Kosteudenhallintavastaavan tehtäviin kuuluu (Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy, henkilökohtainen tiedonanto, kosteudenhallintakoordinaattorikoulutus, 29.8.2019)

- tarkkailla työmaata päivittäin ja dokumentoida havainnot siten, että työmaan kosteustapahtumat muistetaan,
- huolehtia, että kosteudenhallintasuunnitelman menetelmät sekä aloituskokouksessa sovitut asiat toteutetaan ja raportoida poikkeamista,
- seurata työmaan olosuhteita ja hankkia tarvittavat lämmittimet ja kuivattimet,
- varmentaa, että suojaukset ja vedenohjailut toimivat suunnitellusti,
- järjestää tarvittaessa paremmat ratkaisut ja korjauttaa puutteet,
- koordinoida vesivahingon jälkeen tarvittavat toimenpiteet,
- pyytää tarvittaessa konsultti tai kosteusmittaaja paikalle ja tilata tarvittavat tutkimukset,
- koordinoida sääsuojien rakentaminen kosteusriskien minimoimiseksi,
- vaatia työmaalla toimivilta henkilöiltä kosteudenhallinnan huomiointia sekä
- vaatia kaikilta toimijoilta keskinäistä tiedottamista havaitsemistaan puutteista tai poikkeamista.

5.3 Kosteudenhallintasuunnitelma

Urakoitsija veloitetaan laatimaan työmaan kosteudenhallintasuunnitelma, joka perustuu hankkeen kosteudenhallintaselvitykseen. Kosteudenhallintasuunnitelma on kohdekohtainen ja sisältää urakoitsijan arvion hankkeen kosteusteknisistä riskikohdista ja rakenteista sekä toimenpiteet kosteudenhallintaan ja laadunvarmistukseen sekä niiden dokumentointiin. Pääurakoitsijan on esitettävä suunnitelma rakennushankkeeseen ryhtyvän hyväksyttäväksi ennen rakennustöiden käynnistämistä. Lisäksi pääurakoitsijan on annettava riittävä selvitys työ-vaihekohtaisesta suunnittelusta, jossa on huomioituna mm. toimenpiteet rakentamisen aikaisen kosteudenhallinnan toteuttamiseksi sekä varautuminen mahdollisiin poikkeusolosuhteisiin ja -tilanteisiin.

Hyvä työmaan kosteudenhallintasuunnitelma ottaa kantaa mm. seuraaviin asioihin (Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy, henkilökohtainen tiedonanto, VK Akatemia KHK-koulutus, 29.8.2019):

- laadunvarmistuksen toimenpiteet rakennusvaiheittain,
- kuivumisaikalaskelmat pinnoitettaville betonilattioille,
- vastuuhenkilöt ja aliurakkaketjun tiedonkulku,
- olosuhteiden seuranta eli kuivumisen varmistaminen,
- kosteusmittausten toteuttaminen,
- sääsuojaus,
- materiaalien varastointi sekä
- vesivahinkoihin varautuminen.

Lisäksi kosteudenhallintasuunnitelmaan voidaan määrittää sisältyväksi tarkemmat tiedot

- kosteusriskien kartoituksesta ja niiden hallinnasta,
- materiaalien suojausmenetelmistä kuljetuksessa, välivarastoinnissa ja asennuksessa,
- rakennusosien ja rakennuksen kuivatusmenetelmistä,
- vaatimuksista kosteudelle alttiiden työvaiheiden aloittamiselle ja toteuttamiselle,
- vesieristysten mittauksista,
- pinnoitettavuuden raja-arvoista,
- kosteudenhallintasuunnitelman mukaisten toimenpiteiden valvonnan organisoinnista, työnjohtajien ja työntekijöiden perehdyttämisestä,
- kosteudenhallinnan ylläpidon ohjeistuksesta huoltokirjaan (mm. säännölliset tarkastukset ja huoltotoimenpiteet sekä silmämääräisesti havaittavat poikkeamat).

Kosteudenhallintasuunnitelmaan kirjataan hankekohtaiset toimenpiteet, joilla varmistetaan materiaalien ja rakenteiden riittävä kuivuus työvaiheittain. Toimenpiteissä huomioidaan mm. olosuhteet, valvonta, varastointi ja suojaaminen, kuivatus sekä vesivahinkoihin varautuminen. Kosteudenhallintasuunnitelmaa tulee päivittää hankkeen aikana vastaamaan käytettyjä rakennusmateriaaleja ja työmenetelmiä sekä mahdollisia muuttuneita suunnitteluratkaisuja tai olosuhteita.

5.4 Kosteusmittaus suunnitelma

Kosteusmittaus suunnitelma voidaan tapauskohtaisesti määrätä laadittavaksi osana kosteudenhallintasuunnitelmaa, mikäli kohteen ja hankkeen luonne näin edellyttävät. Kosteusmittaus suunnitelman tulee sisältää mittausmenetelmien ja laitteiston tiedot, mittausaikataulun, laajuuden ja tarvittavien mittauspisteiden sijainnit sekä raja-arvot, mittauksen dokumentoinnin sekä mittauksen suorittajat ja heiltä vaadittavan pätevyyden. Joissakin, esimerkiksi laajoissa tai haasteellisissa kuivatus- tai sisäilmakorjauskohteissa voidaan käyttää ulkopuolista, tilaajan osoittamaa kosteusmittaajaa. Tällöin kosteusmittauksia suorittava taho laatii kosteusmittaus suunnitelman. (RIL 250-2020, ss. 174–175)

5.4.1 Kosteusmittaaja

Rakenteiden kosteusmittaajalla on oltava esittää pätevyydestään todistus, kuten tutkintotodistus tai muu todistus suorituksesta, esimerkiksi VTT:n sertifioima rakenteiden kosteusmittaaja. Mittaajan on oltava hyvin perehtynyt rakennustekniikkaan sekä rakennusmateriaaleihin. Hänen on tunnettava lämpö- ja kosteustekniikan perusteet sekä osattava soveltaa niitä rakenteiden ja materiaalien kosteusteknisen toimivuuden arvioinnissa. Mittaajan on myös tunnettava lämpö- ja kosteusmittauksiin soveltuvat mittalaitteet käyttöedellytyksineen ja rajoituksineen. Hänen on osattava tulkita tuloksia sekä raportoida niistä selkeästi. (RT 14-10984, 2010, s. 3)

5.4.2 Kosteusmittausmenetelmät

Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaamiseen on tarjolla sekä tarkkoja että epätarkkoja menetelmiä. Epätarkkoja menetelmiä, kuten pintakosteusmittausta voidaan käyttää, kun ei ole tavoitteena selvittää rakenteen tarkkaa kosteuspitoisuutta vaan esimerkiksi arvioida tuoreen vesivahingon laajuutta rakenneavaus- ja tutkimuskohtien määrittämiseksi. Alustan päällystettävyyttä voidaan arvioida ainoastaan tarkkoilla mittausmenetelmillä.

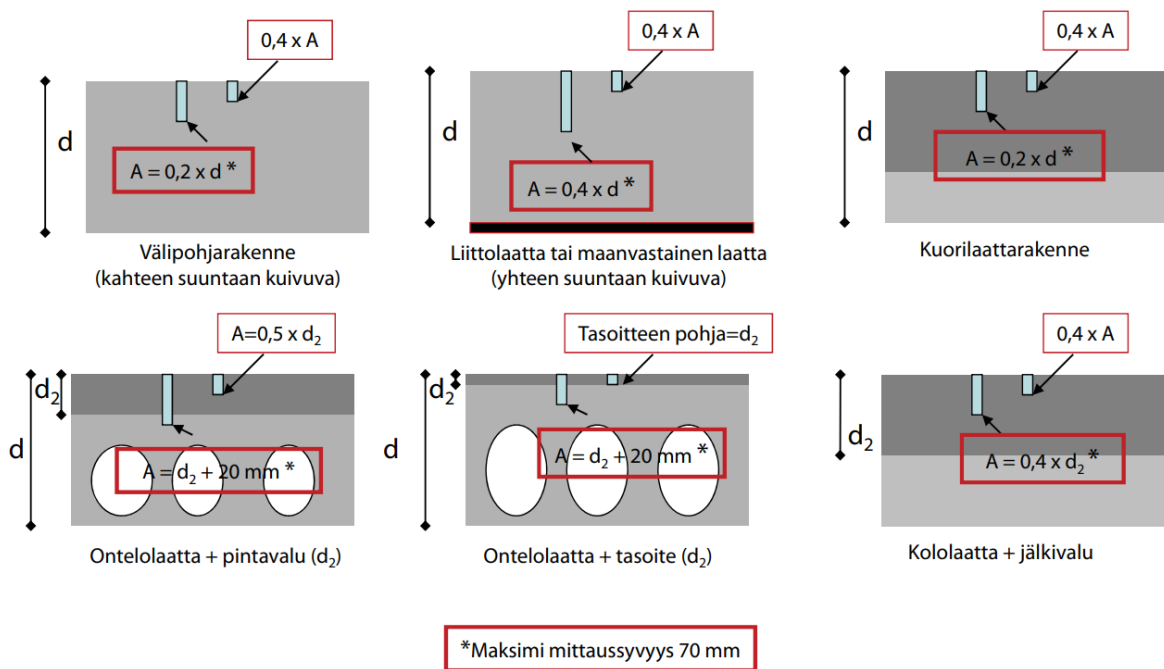
Betonirakenteen suhteellisen kosteuden tarkkoja mittausmenetelmiä ovat rakenteeseen poratusta reiästä tehtävä porareikämittaus sekä betonirakenteesta irrotetusta näytepalasta

tehtävä näytepalamittaus. Molemmissa menetelmissä rikotaan valmista rakennetta, joten mittauskohtia voi olla vain rajallisesti. Kosteusmittaaja määrittää mittauspisteet mittaussuunnitelmaan siten, että mittaustuloksista saadaan riittävän kattavat tarvittavien johtopäätösten aikaansaamiseksi. Päälystettävyyden arviointia varten tehtävät mittauspisteet valitaan kosteimmiksi epäilyistä kohdista sekä rakennevahvuudeltaan paksuimmista rakenteista. Päälystettävyyden arviointia varten tehtävät mittauspisteet valitaan kosteimmiksi epäilyistä kohdista sekä rakennevahvuudeltaan paksuimmista rakenteista. (RT 14-10984, 2010, s. 3)

Porareikämittaus tehdään +15 – +25 °C lämpötilassa, jolloin sillä saadaan tarkimmat tulokset. Olosuhteiden on mittaushetkellä oltava myös lähellä rakennuksen normaalia käyttölämpötilaa. Mikäli lämpötila kuitenkin poikkeaa käyttölämpötilasta yli 5 °C tai betonin tai ilman lämpötila on alle +15 °C tai yli +25 °C, on kosteusmittaus tehtävä näytepalamenetelmällä. Tätä menetelmää voidaan käyttää lähes aina, kun kosteutta ei tarvitse mitata syvältä betonirakenteesta. Myös mittaustulokset saadaan nopeammin kuin porareikämittauksesta. (RT 14-10984, 2010, s. 3)

Betonirakenteen suhteellinen kosteus mitataan arviointisyvyydeltä A, joka määritetään rakenteen paksuuden perusteella. Lisäksi mitataan rakenteen pinnan ja pintaosien kosteus syvyydellä 0,4 x A. Arviointisyvyydellä A kosteuspitoisuus on lähellä tiiviin pintamateriaalin alle tasaantuvaa kosteuspitoisuutta, mikäli betoni ei ole pinnastaan (0–5 mm) tai pintaosiltaan (0,4 x A) tämän kosteampaa. Mittaussyvyydellä 0,4 x A varmistetaan myös riittävän hidas kosteuden siirtyminen betonin pintaosassa ja pintaosien vastaanottokyky tasoitteiden ja liimojen kosteudelle. Vesihöyryä hyvin läpäisevien päälysteiden alapuolelle tasapainottuvaan kosteuspitoisuuteen vaikuttaa eniten matalampien mittaussyvyyksien kosteuspitoisuus. Erityyppisten betonirakenteiden päälystettävyyden määrittelysyvyydet on esitetty kuvassa 6 sivulla 46. (RT 14-10984, 2010, s. 14)

Kuva 6. Betonirakenteiden päällystettävyyden määrittelysyyvyksiä erityyppisillä betonirakenteilla. (RT 14-10984, 2010, s. 14)



Tarkoilla kosteusmittausmenetelmillä päästään yleensä vähintään ± 5 %RH-yksikön mittaustarkkuuteen riippuen mittauslaitteiston tarkkuudesta, mittausten suorittajan epätarkkuustekijöistä sekä olosuhdetekijöistä. Näitä ovat muun muassa mittapätyyppi, aika edellisestä kalibroinnista, mittareian tai -kuopan puhdistus, mittaussyvyys, rakenteen ja ilman lämpötilat. (RT 14-10984, 2010, s. 10)

5.5 Alustan päällystettävyys

Useimmat lattian pintarakenteet vaativat betonialustan kuivattamista 80–90 %:n suhteelliseen kosteuteen (RH). Suurempia kosteuspitoisuuksia kestäviä lattia materiaaleja käytettäessä tulisi ottaa huomioon, että mikrobit viihtyvät yli 90 % suhteellisessa kosteudessa myös ilman orgaanista kasvualustaa. (Sisäilmayhdistys ry, 2008a)

SisäRYL 2013 esitettyjä esimerkkejä eri materiaalien päällystettävyysvaatimuksista on koottu taulukoihin 4 ja 5 sivulla 47. On kuitenkin huomattava, että erilaisten pinnoitteiden vesihöyrynläpäisevyyksissä on merkittäviäkin eroja, joten alustan vaatimus on aina selvitettävä materiaalin tuotekortista tai valmistajalta. Esimerkiksi kovalle erityisen tiiviille

muovimatoille päällystettävyyden raja-arvo on kriittisempi kuin pehmeille paremmin vesihöyryä läpäiseville muovimatoille.

Taulukko 4. Esimerkkejä eri päällystemateriaalien betonialustalle asettamille kosteusvaatimuksille. (RT 14-11103, 2013, s. 276)

Päällystemateriaali	Betonin RH (%) arviointisyvyydellä (A)	Betonin ja/tai tasoitteen RH (%) pinnassa ja 1...3 cm:n syvyydellä (0,4 x A)
Muovimatot	85	75
Linoleumi	85	
Kumimatot	85	
Korkkilaatat	85	
Tekstiilimatot, jossa tiivis alusta (vinyyli, kumi, kumilateksisively)	85	
Luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot	85	
Flokatut matot ja laatat	85	
Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta	90	75
Muovi-, kumi- ja linoleumilaatat	90	

Taulukko 5. Esimerkkejä eri päällystemateriaalien betonialustalle asettamille kosteusvaatimuksille. (RT 14-11103, 2013, s. 283)

Pinnoitetyyppi	Betonialustan suhteellisen kosteuden enimmäisarvo % (RH)
Akryylipinnoitteet	97
Polyuretaanipinnoitteet	90
Liuotteettomat epoksinpinnoitteet	97
Vesiohenteiset epoksinpinnoitteet	97
Epoksinpinnoitteet	97

Tuoreimman Tampereen yliopiston tutkimuksen mukaan kuitenkin myös alustan alkalisuudella on yllättävän paljon merkitystä muovimaton kestävyteen. Tampereen yliopiston Muovimatto-projektin tulosten mukaan muovimatto ja sen liimat eivät kestäneet 85 %RH:n alkalista kosteutta SisäRyl:n mukaisesti vaan vaativat alustan kuivattamisen 80 %RH:iin. Tutkimus jatkuu vielä vuoden 2020 loppuun, mutta jo saaduista tuloksista voitiin todeta, että päällystyskelpoisuuden arviointi pelkästään alustan kosteuden perusteella ei ollut luotettavaa. Alustan pH:lla sen sijaan oli selkeämpi vaikutus emissioiden syntyyn. (Suonketo, 2020, ss. 2–17)

Kuivatushankkeissa, joissa alustan alkalisuutta ei pystytä järkevästi toteamaan, on siis turvallisinta käyttää päällystettävyyden raja-arvona 80 %RH. Tämä tulee mahdolliseksi suuremmissa kohteissa, joissa on käytetty useampaa eri tasoitetta useiden aliurakoitsijoiden toimesta, eikä pH:n mittaaminen jokaisesta tilasta erikseen ole järkevää.

Lisäksi kuivatuskohteissa, joissa kuivatetaan märkänä päällystettyä betonia, on myös otettava huomioon kosteuden tasaantuminen kuivatuksen ja uuden päällystämisen jälkeen. Tämän vuoksi betonia on kuivatettava jopa 5 %RH-yksikköä alhaisemmalle kosteuspitoisuudelle mittaussyvyyden suhteellisen kosteuden raja-arvosta (RT 14-10984, 2010, s. 15).

Alustan päällystettävyyys on aina määriteltävä rakennesuunnittelijan tai muun pätevytyneen tahon toimesta tapauskohtaisesti lattiapäällysteen kosteustekniset ominaisuudet huomioiden. Päällystettävyyden raja-arvot sekä mittauspisteet, -syvydet ja -menetelmät on hyvä viedä suunnitelma-asiakirjoihin jo tarjouspyyntövaiheessa.

Kun lattiapäällysteestä ei ole määritetty ja ilmoitettu vesihöyrynläpäisevyyttä, on lattiarakenteen kosteusteknistä toimivuutta vaikea ennakoida. Tästä syystä on muutamissa kohteissa havaittu lattiapäällysteen irtoamista liian kosteaksi oletetusta alustastaan, mikä on myös aiheuttanut kosteus- ja sisäilmaongelman mahdollisuuden. CE-merkintä ei itsessään takaa vesihöyrynläpäisevyyden ilmoittamista vaan sitä on vaadittava erikseen, jos alustan kosteusriski on olemassa. (Leskelä, 2020, s. 2)

5.6 Olosuhteiden hallinta

Työmaan olosuhteiden hallinnalla pyritään minimoimaan rakennusten kosteusriskit sekä varmistamaan, että kohteet voidaan toteuttaa suunnitelman mukaisessa aikataulussa erilaisissa sääolosuhteissa. Olosuhteiden hallinnassa olennaisena osana ovat oikein tehdyt rakenteiden suojaustoimenpiteet. Työkohteen kunnollisella suojauksella, joka voidaan tehdä erillisillä sääsuojilla tai julkisivusuojilla, estetään tuotteiden vaurioituminen ja ulkonäöllisten ja muiden laatuvirheiden syntyminen sekä terveyshaittoja aiheuttavien mikrobikasvustojen syntyminen. Lisäksi sillä parannetaan usein myös työolosuhteita, jolloin työ mukavuus ja -tehokkuus paranevat, sairastumisalttius vähenee sekä työnlaatu paranee. Huomattavaa on myös lumi ja sulatustarpeen väheneminen.

Purku- ja korjaustyöt tulisi suorittaa säältä suojattuna. Sääsuojarakenne kannattaa hyväksyttävä tilaajan edustajalla ja rakennesuunnittelijalla ennen sääsuojan asennusta sekä asennuksen jälkeen ennen rakennus- tai purkutöiden aloitusta. Hyväksynnän ei kuitenkaan tule poistaa tai vähentää urakoitsijan vastuuta sääsuojauksen toimivuudesta.

Lämpötila sekä rakennetta ympäröivän ilman suhteellinen kosteus vaikuttavat rakenteiden kuivumiseen. Betonirakenteiden kuivattamiselle riittävä ilman suhteellinen kosteus on 40–50 %. Korkeassa lämpötilassa betoni kuivuu nopeammin, mutta työskentelymukavuus huomioiden työmaan optimaalisena lämpötilana pidetään +20 – +25 °C. Sisäilman suhteellista kosteutta voidaan laskea sisä- ja ulkoilman riittävällä lämpötilaerolla. Sisäilmaa lämmittämällä saadaan yleensä suhteellinen kosteus alle tavoitellun 50 %:n. Talvisaikaan ulkoilman kosteussisältö on pieni, joten sisäilman suhteellinen kosteus laskee jopa alle 30 %:iin. Kesällä, heinä-elokuussa sen sijaan lämpimän ulkoilman kosteussisältö on suuri. Tällöin saatetaan tarvita sisäilman kuivaimia rakenteiden kuivatuksen avuksi. Ilmankuivaimia käytettäessä on huolehdittava kuivatettavan tilan tiiveydestä, jotta ei turhaan kuivatettaisi sisään virtaavaa ulkoilmaa. Ihanteellisin kuivatusajankohta on syys-toukokuu. (Merikallio, n.d., ss. 503–504)

Tavoiteolosuhteiden saavuttaminen halutulla alueella mahdollistetaan osastoinnilla, jonka on kestettävä tiiviinä kaikissa työmaan rasituksissa ja sääoloissa. Osastointien kuntoa tulee valvoa.

5.7 Materiaalien suojaus ja varastointi

Materiaalitoimitukset tulee suunnitella ja aikatauluttaa siten, että turhaa ja pitkäaikaista varastointia työmaalla vältetään. Työmaa-alueesta laaditaan ennen rakennustyön aloittamista aluesuunnitelma, jossa on esitetty varastointia varten varatut alueet. Aluesuunnitelmaa tulee päivittää rakennustyön aikana.

Kaikki työmaalla varastoitavat kosteudelle alttiit materiaalit on suojattava huolella ja materiaalit on aina varastoitava irti alustastaan ulkona ja sisällä. Materiaalien toimittajilta tulee edellyttää riittävää ja asianmukaista kuljetuksen aikaista suojausta.

Rakentamisen aikana tulee suojata kaikki kosteudelle alttiit rakennusmateriaalit. Mahdolliset kastuneet rakennusmateriaalit on vaihdettava ja korvattava vastaavilla kuivilla materiaaleilla. Kastuneista materiaaleista ja rakenteista on ilmoitettava rakennuttajalle, jotta tarvittaviin toimenpiteisiin voidaan ryhtyä.

5.8 LVI-laitteet

LVI-laitteista on varmistettava, että kaikki kohteessa käytettävät LVI-tarvikkeet ovat käyttötarkoitukseensa hyväksytyjä. Vesiputkistot, viemärit ja vesikalusteet testataan ennen kohteen luovutusta. Ilmastointikanavat puhdistetaan tarvittaessa ennen kohteen luovutusta. IV-kanavistot tulee olla puhdistettu jo tehtaalla ja suojattu kuljetuksen aikana. Kanavistoon estetään pölyn ja kosteuden pääsy rakennusaikana tulppaamalla kanavien päät.

5.9 Työmaavalvonta

Yleensä kosteudenhallinnan työmaavalvonnasta vastaa tilaajan asettama rakentamisvaiheen kosteudenhallintakoordinaattori. Hän on usein myös oikeutettu ja velvoitettu keskeyttämään työt kosteudenhallintaselvityksen tai -suunnitelman vastaista toimintaa havaitessaan. Kaikilla kohteelle asetetuilla valvojilla ja suunnittelijoilla on kuitenkin oikeus ja velvollisuus puuttua myös kosteudenhallinnan epäkohtiin sekä raportoida huomioistaan kosteudenhallintakoordinaattorille.

Kosteudenhallintakoordinaattori osallistuu työmaaorganisaation kosteudenhallinnan perehdyttämiseen sekä valvoo kosteudenhallintaselvityksen ja -suunnitelman mukaisten toimenpiteiden noudattamista ja kutsuu tarvittaessa koolle kokouksen, jossa käsitellään kosteudenhallintaan liittyviä asioita. Kosteudenhallintakoordinaattori raportoi kosteudenhallintatoimintamallin toteutuksen etenemistä työmaakokouksissa sekä rakennusvalvonnan seurantakokouksissa, mikäli rakennusvalvonta on määrännyt näitä kohteelle pidettäväksi.

Työmaakerroksia on järjestettävä säännöllisesti, mielellään vähintään kerran viikossa. Kommunikaation sujuvoittamiseksi on kierrokselle hyvä pyytää mukaan myös työmaan kosteudenhallintavastaava, työnjohtaja tai nokkamies. Näin tiedot havainnoista ja korjausehdotuksista kulkevat varmimmin perille ja kosteudenhallinnan ajankohtaiset asiat tulee käytyä läpi hyvässä vuorovaikutuksessa. Rakennustyön valvojan toimiessa myös hankkeen kosteudenhallintakoordinaattorina voidaan rakentamisen ja kosteudenhallinnan valvontakierrokset yhdistää pidettäväksi samanaikaisesti. Valvojan tulee kuitenkin pystyä keskittymään molempiin valvontatehtäviin sekä dokumentoida kierroksella tehdyt havainnot ja urakoitsijan kanssa sovitut asiat.

Kosteudenhallinnan valvontakierroksella kierretään läpi ja tarkastetaan kaikki kohteen sääsuojaukset. Sääsuojan alustan on oltava kantava ja suojamateriaalin ehjä ja kestävä sekä pysyttävä hyvin paikoillaan. Vaipan avaukset, joiden yhteyteen ei ole vaadittu sääsuojan rakentamista on voitava joko sulkea tai peittää huolellisesti ennen työpäivän päättymistä. Alipaineistuksen läpiviennit on oltava esimerkiksi teipattu vesitiiviiksi eikä alipaineistusputkea pitkin saa kulkeutua vettä rakennuksen sisälle tai rakenteisiin. Osastoinnin on oltava jatkuvasti kunnossa. Vetoketjuovien ja muoviseinäkkeiden on oltava ehjät ja tiiviit sekä kestävä, jotta ne eivät vaurioidu käytössä, kuten ovista kulkiessa. Vaurioituneet muovit ja suojat on korjattava tai vaihdettava pikimmiten.

Ovet ja ikkunat suositellaan pitämään työmaa-alueella suljettuina, mutta jos niitä on kuitenkin avattu korvausilman saamiseksi tai työskentelyn helpottamiseksi, on ne huolehdittava kiinni työpäivän päätteeksi. Päivittäinen tarkastuskierros on urakoitsijan kosteudenhallintavastaavan vastuulla.

Vesivahinkojen välttämiseksi on aina vettä käyttävissä työvaiheissa sopiva käyttää sekoitusalusaa. Näin suurin vahinko saadaan vältettyä esimerkiksi vettä tai vesiohenteista materiaalia sisältävän ämpärin kaatuessa. Kosteudelle mahdollisesti alttiit rakenteet on myös suojattava. Vahingon varalta on kuitenkin vesi-imurin oltava heti saatavilla sekä muun kuivatuskaluston kohtuullisessa ajassa.

Olemassa olevien vesi- ja viemärikalusteiden käyttökiellot tulee olla selkeästi havaittavissa ja ymmärrettävissä. Automaattihanat on oltava kytkettynä pois päältä sekä niiden sulut laitettu kiinni. Myös työmaa-aikainen vesi tulee olla tuotu hallitusti sekoituspaikalle. Vesiletkujen ja ämpärien tulee olla ehjät eivätkä ne voi sijaita kulkuväylillä.

Työmaan ilman suhteellista kosteutta tulee tarkkailla osana olosuhdehallintaa.

Valvontakierroksella ilmankosteuden voi tarkastaa ilmankosteusmittarista tai jos kohteessa ei ole edellytetty käyttämään ilmankosteuden mittausta, voidaan ilmankosteus havainnoida myös aistivaraisesti. Esimerkiksi hiostava tunne ja silmä- tai suojalasien huurtuminen kiellii liian korkeasta ilman kosteudesta.

Työmaakerroksilla on myös tarkkailtava työtapoja ja -järjestystä. Ajattelemattomalla työjärjestyksellä tai -tavalla voidaan rikkoa jo tiivistettyjä ja tiiveysmitattuja rakenteita tai vedeneristyksiä. Esimerkiksi patterikiinnikkeet tulisi asentaa ulkoseinälle liimamassatuin asennusrei'in sekä ennen tiiveysmittausten suorittamista, jotta rakenteen tiiveydestä voidaan varmistua. Tiivistyksen pintaan asennettavat ikkunalistat ja -laudat on asennettava liimaamalla ja mahdolliset seinärangat joko liimaamalla tai ruuvikiinnitteisesti tiivistäen asennusreiät liimamassalla ja suorittaen rangan asennus ennen tiiveysmittausten suorittamista.

Materiaalien varastoinnissa huomioidaan sääsuojaukset sekä säilytys maasta tai lattiasta irti nostettuna sekä kanavien päät tulpattuina. Varastoitavan materiaalin määrä tulisi myös olla järkevä ja tarpeenmukainen. Liian suurta varastoinnin määrää kannattaa välttää.

Kosteusmittausten suoritusta voidaan valvoa pistokoemaisesti sekä kosteusmittausten ajantasaisuudesta keskustella valvontakierrosten lomassa. Kosteusmittaukset tulisi jatkuvasti olla suoritettuina kosteusmittaussuunnitelman mukaisesti ja raportoinnin olla ajan tasalla.

5.10 Viranomaisvalvonta

Rakennusviranomainen valvoo lakien ja määräysten sekä hyvän rakentamistavan noudattamista työmaalla sekä varmistaa, että rakennushankkeeseen ryhtyvä huolehtii velvollisuuksistaan. Olennaisinta on teknisten vaatimusten, kuten terveellisyyden, täyttyminen. Lisäksi viranomainen arvioi ja hyväksyy suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimusten täyttymisen hankkeen vaatimustason huomioiden. (RIL 250-2020, s. 54)

Rakennusvalvonnoilla saattaa olla kuntakohtaisia ohjeita rakentamisen kosteudenhallintaan. Helsingin kaupungin esimerkissä valvontaviranomainen ohjeistaa hankkeeseen ryhtyvää kosteudenhallinnan organisoinnista lupakäsittelyn ennakkoneuvotteluissa. Lupakäsittelyä varten vaaditaan hankkeeseen ryhtyvältä kosteudenhallintaselvitys, joka hyväksytetään lupakäsittelyn yhteydessä. Lupaa myöntäessään rakennusvalvonta saattaa antaa lupamääräyksiä myös hankkeen kosteudenhallintaan liittyen. (RIL 250-2020, s. 55)

Rakentamisvaiheessa valvontaviranomainen valvoo lupamääräysten toteuttamista, tarkastaa erityissuunnitelmien riittävyden, hyväksyy vastuulliset työnjohtajat, määrää mahdolliset erityismenettelyt kosteudenhallintaan sekä edellyttää urakoitsijalta laadunvarmistusta ja tarkastusasiakirjan täyttöö. Rakennusvalvontaviranomainen osallistuu työmaan aloituskokoukseen sekä suorittaa mahdollisia viranomaiskatselmuksia työmaalla. Kosteudenhallinnan etenemisestä raportoidaan valvontaviranomaiselle katselmusten yhteydessä. Rakennushankkeeseen ryhtyvä ilmoittaa rakennusvalvonnalle loppukatselmuksen ajankohtaisuudesta, ja viranomainen suorittaa kohteen osittaisen tai lopullisen loppukatselmuksen. (RIL 250-2020, ss. 54–55)

Käytännössä rakennusvalvontavirastojen resurssit ovat rajalliset eikä yksityiskohtaisia tarkastuksia voida suorittaa jokaisen työmaan kohdalla. Selkeissä hankkeissa viranomainen ei välttämättä vaadi rakennusvalvonnan aloituskokousta pidettäväksi vaan urakoitsija ilmoitus työmaan aloittamisesta riittää.

5.11 Kosteudenhallinnan dokumentointi

Kosteudenhallinnan tavoitteet todetaan työmaan tai erillisessä kosteudenhallinnan aloituskokouksessa sekä kirjataan kokouspöytäkirjaan. Kosteudenhallintaselvitys sekä urakoitsijan kosteudenhallintasuunnitelma toimivat myös hankkeen kosteudenhallinnan lähtökohtina. Työmaakokouksissa kosteudenhallinnan edistymistä ja tavoitteiden toteutumista seurataan sekä kirjataan työmaakokouksen pöytäkirjaan omana kohtanaan. Tarvittaessa järjestettävistä kosteudenhallinnan ohjaus- ja seurantapalavereista laaditaan muistiot. (RIL 250-2020, ss. 177–178)

Kosteudenhallinnan valvonnan tavoitteet ja suunnitellut menettelyt olisi hyvä kirjata jo kohteen valvontasuunnitelmaan, joka toimii valvojan ja tilaajan välisen valvontasopimuksen liitteenä tarkennuksena kohteen valvonnan sisällöstä ja laajuudesta. Kosteudenhallintakoordinaattorin sekä valvojien työmaakerroksista sekä erillistarkastuksista laaditaan muistiot. Kosteudenhallintaa dokumentoidaan myös valokuvin. Kaikki suoritettut tarkastukset merkitään tarkastusasiakirjaan. Poikkeamat kosteudenhallinnan tavoitteista sekä vesivahingot dokumentoidaan valokuvin ja raportein.

Rakennuksessa suoritetuista kosteusmittauksista laaditaan mittauspöytäkirjat. Lisäksi seurantakosteusmittaukset voidaan koota erilliseen kosteusmittaustaulukoon tulosten vertailun ja kuivauksen seurannan helpottamiseksi. Tiiveysmittaukset tehdään merkkiainekokein ja niistä laaditaan raportit ennen pintatöiden jatkumista. Kylmäsiltoja ja paikallisia vuotokohtia voidaan tarkastella lämpökuvauksella. Ilmanvaihdon mittauksesta ja säädöstä laaditaan mittauspöytäkirja. (RIL 250-2020, ss. 177–178)

Suunnitelmien muuttuessa rakentamisen aikana tai tapauksissa, joissa rakenteita on jouduttu toteuttamaan suunnittelijoiden ohjauksella suunnitelmia mukaillen, on toteutuneet ratkaisut dokumentoitava suunnitelma-asiakirjoihin, eli suunnitelmat on päivitettävä toteuman mukaisiksi. Tämä on ehdotonta rakennuksen ylläpitoa ja tulevia korjauksia silmällä pitäen.

Kosteudenhallintakoordinaattori todentaa riskikohtien toteutuksen ja tarkastaa dokumentoinnin. Hankkeen lopuksi kosteudenhallintakoordinaattori kuittaa

kosteudenhallinnan kokonaisuuden tarkastusasiakirjaan ja sen yhteenvetoon sekä arvioi yhdessä hankeryhmän kanssa kosteudenhallinnan toimintamallin onnistumisen.

5.12 Luovutus

Kohteen luovutuskelpoisuus ja sopimuksenmukaisuus varmistetaan urakoitsijan sisäisellä luovutuksella eli itselle luovutuksella. Kohteen talotekniikan suunnitelmienmukainen toiminta varmistetaan valmistumisvaiheessa tehtävillä suunnittelijatarkastuksilla ja toimintakokeilla, joista tehdään muistio.

Rakentamisen aikana täydennetty kosteudenhallintasuunnitelma ja sen todentamiseen tarvittavat dokumentit luovutetaan tilaajalle viimeistään viikkoa ennen kohteen rakennusvalvonnan loppukatselmusta. Vastaanoton yhteydessä todetaan, että vaaditut tarkastukset ja toimenpiteet on suoritettu sen todentamiseksi, että rakennusvaiheen kosteudenhallinta on toteutettu hyväksytysti ja rakennus on kosteusteknisesti toimiva.

Sisäilmakorjauksen yhteydessä ilmanvaihtojärjestelmän toiminta on tarkastettava ja ilmamäärät säädettävä, jotta korjauksen vaikutuksesta muuttuneet painesuhteet saadaan jälleen hallintaan. Järjestelmä säädetään siten, että sisätila on ulkoilmaan nähden lievästi alipaineinen, ja painesuhteet säilyvät eri ilmanvaihdon käyttöasetuksilla. Huonetilojen ilmamäärät mitoitetaan tilan käytön ja ihmismäärän mukaan. (RIL 250-2020, s. 219)

Rakennuksen sisällä tilojen välinen paine-ero pyritään myös pitämään lähellä nollaa. Tavoitteena on, ettei ylipaine aiheuta kosteusrasitusta rakenteille ja toisaalta alipaine ei aiheuta epäpuhtauksien siirtymistä sisäilmaan.

Korvausilman hallittu saanti varmistetaan jo ilmanvaihtoteknisessä suunnittelussa. Tarvittaessa ilmanvaihtojärjestelmä nuohotaan korjausten päätteeksi. Korjausten jälkeen käytetään usein tehostettua ilmanvaihtoa noin puolen vuoden ajan, jotta uusien pintamateriaalien emissiot ja rakennuspöly poistuu tiloista tehokkaammin. (RIL 250-2020, s. 219)

Urakoitsija kokoaa rakennushankkeeseen ryhtyvän ohjeen mukaisen kiinteistölle luovutettavan huoltokirjan. Huoltokirjan kosteudenhallintaosiossa esitetään vaatimukset niitä riskilistojen mukaisia riskejä koskien, joihin liittyy ylläpitotoimenpiteitä. Huoltokirjassa esitetään vaadittavat säännölliset tarkastukset ja huoltotoimenpiteet sekä sisällytetään tiedot rakennusosien käyttöikätaavoitteista, arvioiduista kunnossapitajaksoista ja kunnossapitotoimenpiteistä.

Huoltokirjaan kootaan kosteusteknisesti tärkeiden materiaalien, rakenteiden ja laitteiden huolto- ja hoito-ohjeet. Näitä ovat mm.

- LV- ja IV-laitteiden toimivuuden varmistaminen ja tarkkailu,
- ryömintä- ja ullakotilojen huolto- ja hoitotoimenpiteet,
- salaojien, kaivojen ja pohjaviemäreiden huolto- ja hoitotoimenpiteet,
- hulevesien poistojärjestelmien huolto- ja hoitotoimenpiteet,
- märkätilojen lattiakaivojen huolto ja puhdistus sekä
- vettä käyttävien laitteiden ja hanojen huolto- ja käyttöohjeet.

Rakennuksen vastaanottovaiheessa tarpeellinen kosteudenhallintaa koskeva tieto siirretään kiinteistölle. Urakoitsija järjestää ennen kohteen vastaanottoa huoltoyhtiölle ja isännöitsijälle turvallisuus- ja käyttöönotto-opastuksen, josta tehdään muistio. Käyttöönotto-opastuksen tarkoitus on varmistaa, että kiinteistön kosteudenhallinta pysyy myös valmistumisen jälkeen oikean käytön ja huollon myötä hyvällä tasolla.

Rakennuksia tulee tarkkailla huoltokäyntien puitteissa. Silmämääräisesti havaitut poikkeamat (pintojen väri- ja muodonmuutokset, poikkeavat hajut yms.) tulee tarkastaa ja tutkia sekä ryhtyä välittömiin toimenpiteisiin syiden selvittämiseksi ja korjaamiseksi. Havainnot ja toimenpiteet dokumentoidaan huoltokirjaan.

6 Prosessin kehittäminen

Kosteudenhallinnan tärkeyden kasvaessa hankkeen hallinnan kokonaisuudessa luotiin tilaajalle osana lopputyötä kattavat mallidokumentit sisäilmakorjauksen kosteudenhallintaan. Asiakirjat pitävät sisällään selkeän prosessikaavion hankevaiheiden

kosteudenhallinnan tavoitteista ja menetelmistä, kosteudenhallintaselvityksen malliasiakirjan sekä kosteudenhallinnan tarkastuslistat hanke- ja työmaakäyntitasolla. Malliasiakirjat työstettiin tilaajan tarpeita ja mielipiteitä kuunnellen ja esiteltiin tilaajan sisäisessä koulutuksessa projektipäälliköille sekä rakennustyön valvojille sekä otettiin käyttöön yrityksen kosteudenhallinnan prosessin työkaluina. Malliasiakirjat ovat tilaajan omaisuutta eikä niitä kilpailuteknisistä syistä julkaista lopputyön liitteinä.

6.1 Prosessikaavio

Prosessikaavioon oli tavoitteena saada listattua sisäilmakorjaushankeen kosteudenhallinnan tavoitteet eri hankevaiheissa sekä niihin pääsemiseen tarvittavat toimenpiteet. Kaavio laadittiin osaksi esitystä, joka käytiin läpi yrityksen sisäisessä koulutuksessa. Kaaviossa on listattuna hankevaiheet kuntokartoituksesta luovutukseen.

Kuntokartoitusvaiheen päätavoitteina listattiin kattavat lähtötiedot suunnittelulle sekä alustavat toimenpide-ehdotukset. Näiden tavoitteiden toteutukseen vaaditaan pätevän kuntotutkijan valinta, riittävä kuntotutkimusten laajuus sekä riskirakenteiden tunnistaminen. Lisäksi rakennuksen alkuperäiset sekä muutospiirustukset tulisi olla kuntotutkijan saatavissa, ja hänen tulisi perehtyä näihin hyvin.

Hankesuunnitteluvaiheen tavoitteista nostettiin esiin kosteusriskien tunnistaminen ja niihin varautuminen sekä korjausratkaisun valinta. Keinoina tavoitteiden saavuttamiseen listattiin kustannuksiin varautuminen, realistinen aikataulu ja riittävät henkilöresurssit. Tässä hankevaiheessa on määritettävä myös kosteusriskiluokka sekä menettelytapa kosteuden hallintaan. Tältä pohjalta laaditaan kosteudenhallintaselvitys.

Toteutussuunnittelun keskeisimpinä tavoitteina mainittiin kosteusteknisesti toimivat rakenneratkaisut sekä suunnitelmien yhteensovittaminen. Toimiviin rakenneratkaisuihin päästään varmimmin pysyttäytymällä hyväksi todetuissa standardiratkaisuissa sekä laatimalla riittävä määrä detaljipiirroksia. Yhteistyö ja kommunikaatio suunnittelijoiden välillä on erityisen tärkeää sisäilmakorjaushankkeissa niiden yllätyksellisen luonteen sekä nopeallakin aikataululla vaadittavien suunnitelmien aikaansaamiseksi. Suunnittelukokouksia

on siis hyvä pitää säännöllisesti sekä tarpeenmukaisen suunnittelun jatkuessa rakentamisvaiheessa suunnittelutarpeet käydä yhteisesti läpi työmaakokouksissa.

Korjausrakan kilpailutusta ja rakentamista silmällä pitäen on kaikki kosteudenhallinnan vaatimukset ja toimenpiteet kirjattava tarjouspyyntöasiakirjoihin suunnitteluvaiheessa. Kosteudenhallintaselvitys täydennetään suunnittelijoiden avustuksella. Kilpailutusvaiheen päätavoitteena on saada riittävä määrä vertailukelpoisia urakkatarjouksia, joissa on otettu huomioon hankkeen kosteudenhallinnan toimenpiteet.

Rakentamisvaiheen kosteudenhallinnan tavoitteita on runsaasti, mutta prosessikaavioon niistä nostettiin tärkeimpinä kosteusriskien minimoiminen ja niihin varautuminen sekä suunnitelmien mukainen toteutus. Keskeisimpinä työmaan kosteudenhallinnan toimenpiteinä listattiin

- kosteudenhallinnan aloituskokous,
- kosteudenhallintasuunnitelma,
- kosteudenhallintavastaavan nimeäminen,
- kuivatusaika-arviot ja kosteusmittausuunnitelma,
- työmaahenkilöstön perehdyttäminen,
- olosuhdehallinta, suojaukset ja sekoitusaluustat,
- materiaalien kuljetus ja varastointi säältä suojattuna,
- kuivatuskaluston saatavuus sekä
- riittävä työmaavalvonta ja dokumentointi.

Luovutusvaiheen perimmäinen tavoite on luovuttaa käyttöön kosteusteknisesti toimiva terve rakennus. Ennen luovutusta on urakoitsijan laadittava tai täydennettävä rakennuksen huoltokirja ja käyttöohjeet. Luovutuksen yhteydessä pidetään käyttöönottokoulutukset käyttäjille sekä rakennuksen huoltohenkilöstölle. Lähes poikkeuksetta sisäilmakorjauksen yhteydessä on suoritettava ilmanvaihdon mittaus ja säätö.

Vaikka hankevaiheet kulkevat aikajanassa lineaarisesti, tulee rakentamisvaiheen aikana yleensä myös suunnittelutarpeita niin toteutussuunnittelun kuin mahdollisesti hankkeen

sisällön tasolla. Useissa tilanteissa saatetaan jopa tilata uusia kuntotutkimuksia hankkeen tavoitteenmukaisen etenemisen varmistamiseksi.

6.2 Kosteudenhallintaselvityksen mallipohja

Kosteudenhallintaselvityksen mallipohja oli tarkoitus toteuttaa mahdollisimman lyhyenä ja helppolukuisena. Alun tavoitteena oli mahduttaa kaikki tarpeellinen kolmesta viiteen sivuun. Sivuluku kuitenkin ylittyi roimasti, mutta selkeyttä luomaan lisättiin selkeä väliotsikointi.

Mallipohjan lähtökohtana käytettiin TOPTEN – rakennusvalvontojen

”Kosteudenhallintaselvitys, Merkitys ja sisältö” -ohjekorttia, jotta malliasiakirja olisi riittävä myös luvanvaraisissa korjaushankkeissa. Ohjekortin sisältöä on kuvattu tarkemmin luvussa 2.5.1 Kosteudenhallintaselvitys. Malliasiakirja luotiin ohjekortin rakennetta ja ohjeistusta noudattaen lopputuloksena valmis kosteudenhallintaselvitys esimerkkikohteelle.

Asiakirjaa laadittaessa pyrittiin välttämään viittauksia lakeihin tai ympäristöministeriön asetukseen, ohjeeseen tai muihin oppaisiin. Kaikki, mitä lukijan odotetaan tietävän hankkeen kosteudenhallinnan organisoinnista ja vaatimuksista, sisällytettiin asiakirjamalliin. Sen sijaan malliin kirjattiin ohjeita kosteudenhallintaselvityksen täyttöä varten, kosteusriskiluokan ja kosteudenhallinnan menettelytavan valintaan sekä suunnittelijoiden kelpoisuuksien varmistamiseen maankäyttö- ja rakennuslain (2014/41) 120 f §:n mukaisesti. Kaikki ohjeet on kirjoitettu punaisella kursivilla ja ne ohjeistetaan poistamaan asiakirjan ”ohje” -kappaleessa ennen kosteudenhallintaselvityksen jakelua. Vaihtoehtoisia sekä hankekohtaisia kirjauksia on merkitty sinisellä värillä, jotta nämä huomioitaisiin ja korjattaisiin tai poistettaisiin mallia käytettäessä.

Hankkeen yleistiedot on kirjattu esimerkkiluonteisesti sisältäen lyhyen kuvauksen sisäilmakorjaushankkeesta, hankkeeseen ryhtyvän tiedot, alustavan suunnittelu- ja rakentamisaikataulun sekä kosteusriskiluokan ja kosteudenhallinnan menettelytavan. Jälkimmäiseen osioon on koottu ohjeet ja taulukko kosteusriskiluokan ja kosteudenhallinnan menettelyn valinnan tueksi sekä kirjattu valmiit ohjeistukset kullekin menettelylle.

Kosteudenhallinnan henkilöresursseihin on lueteltu mahdollisia tilaajan asettamia henkilöresursseja kosteudenhallintakoordinaattorista suunnittelijoihin ja valvojiin. Urakoitsijalta edellytetyistä henkilöresursseista on mainittu työmaan kosteudenhallintavastaava, kosteusmittauksista vastaava henkilö sekä työvaihetarkastuksia suorittavat henkilöt. Nämä edellytetään nimeämään urakoitsijan kosteudenhallintasuunnitelmaan tai viimeistään kosteudenhallinnan aloituskokouksessa.

Henkilöresurssien tehtäviin ja vastuisiin on listattu selkeästi kunkin osapuolen velvollisuudet hankkeen kosteudenhallinnassa. Kosteudenhallintakoordinaattorin tehtävät on jaoteltu suunnitteluvaiheen ja rakentamisvaiheen tehtäviin, sillä kosteudenhallintakoordinaattorina saattaa toimia eri henkilö eri vaiheissa.

Vaatimukset hankkeen kosteudenhallinnasta on jaoteltu vaiheittain: suunnitteluvaihe, rakentamisvaihe, luovutusvaihe sekä käyttö ja ylläpito. Suunnitteluvaiheen vaatimukset pitävät sisällään suunnittelijoiden pätevyysvaatimukset, riskittömät suunnitteluratkaisut sekä riskien listauksen ja minimoimisen. Rakentamisvaiheessa luetellaan erikseen vaatimuksen pääurakoitsijan resursseista, kosteudenhallinnan toteutuksesta, kosteudenhallintasuunnitelmasta, olosuhteiden hallinnasta, sääsuojauksista, materiaalien suojauksista sekä urakoitsijoiden välisestä yhteistyöstä. Luovutusvaiheen kosteudenhallinnan vaatimuksissa otetaan kantaa ilmanvaihdon säätöön, huoltokirjan laatimiseen sekä käyttöönotto-opastukseen. Käytön ja ylläpidon vaatimuksia olivat rakennuksen tarkkailu, havaintojen tarkastelu sekä toimenpiteet ja näiden kirjaus huoltokirjaan.

Viimeisessä osiossa on kerrottu kosteudenhallintavaatimusten varmentamisen konkreettisista toimenpiteistä ja menettelyistä hankevaiheittain. Muun muassa konkreettisina kosteudenhallinnan valvonnan ja ohjauksen toimenpiteinä on ilmoitettu aikataulun tarpeenmukainen päivittäminen suunnitteluvaiheen lopussa, kosteudenhallinnan aloituskokous, työmaan valvontakierrosten säännönmukaisuus sekä suunnittelu- ja työmaakokousvälit.

6.3 Kosteudenhallinnan tarkastuslista sisäilmakorjaushankkeelle

Sisäilmakorjauksen kosteudenhallinnan tarkastuslistan tavoitteena oli koota yhdelle kortille tärkeimmät sisäilmakorjauksessa ilmenevät varmistettavat kosteudenhallinnan tehtävät, kuitenkin siten, että ne on helppo käsitellä ja kuitata tehdyiksi. Kosteudenhallinnan tehtävät on jaoteltu hankevaiheittain taulukkomuodossa ja kullekin tehtävälle on osoitettu vastuuhenkilö. Tehtävän varmistuksen päivämäärälle on varattu oma sarakkeensa.

Kosteudenhallinnan tarkastuslistan hankevaiheet ovat

- suunnitteluvaihe,
- ennen rakentamisen aloitusta,
- rakentamisvaihe sekä
- luovutus ja käyttöönotto

ja vastuumatriisin vastuuhenkilöt

- T = tilaaja,
- PP = projektipäällikkö,
- KHK = kosteudenhallintakoordinaattori
- TaTe-V = talotekniikkatöiden valvoja sekä
- PU = pääurakoitsija.

Vastuuhenkilönä tilaaja ei esiinny missään tehtävässä yksin, koska käytännössä tilaajaa edustaa aina joko hankkeen projektipäällikkö tai kosteudenhallintakoordinaattori.

Pääurakoitsijan vastuukohdissa toimii varmistavassa roolissa aina kosteudenhallintakoordinaattori.

Kaikissa luvanvaraisissa hankkeissa, joissa ei ole ilmoitettu käytettäväksi Kuivaketju10 -kosteudenhallintamenettelyä, on hankkeen läpiviennin aikana täytettävä TOPTEN – rakennusvalvontojen lomake YL07 ”Kosteudenhallinnan laadunvarmistusketjun tarkastusraportti”. Jotta välttyttäisiin rinnakkaisilta tarkastuslistoilta, kaikki YL07-lomakkeen kohdat sisällytettiin myös tilaajan tarkastuslistaan. Näin ne voidaan kuitata suoraan

varmistetuiksi laajemman tarkastuslistan täytön perusteella. Lisäksi taulukkoon koottiin hankkeen kosteudenhallintatehtävät RT-kortista RT 10-11284 Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtäväluettelo HJR18.

Tarkastuslistaa täydennettiin sisäilmakorjauksiin liittyvillä erityisillä kosteudenhallintatehtävillä, kuten kuntotutkimusten tilaaminen ja tiedottaminen sekä yhteydenpito käyttäjän suuntaan. Listaan koottiin myös hankkeen kosteudenhallinnan sujuvuuden kannalta oleelliset käytännön tehtävät opinnäytetyön lukujen 4 (Suunnittelun ohjaus) ja 5 (Valvonta) pohjalta. Joitakin laajempia tehtäväkokonaisuuksia pilkkottiin osatehtäviin ja muun muassa kosteusmittausten osalta tehtäväluettelo tarkennettiin käsittämään myös kosteusmittausmenetelmien ja laitteiden tarkastukset, kosteusmittaajan pätevyyden tarkastuksen, raportin sisällön ja tulosten arvioinnin tarkastuksen sekä kosteusmittausten riittävän otannan varmistuksen eri rakenneosissa, rakenteissa, rakennevahvuuksissa ja työvaiheissa.

Sisäilmakorjaushankkeen kosteudenhallinnan tarkastuslista toimii projektipäällikön ja kosteudenhallintakoordinaattorin työkaluna sekä hankkeen kosteudenhallinnan vastuumatriisina. Sekä tarkastuslistaa että vastuumatriisia voidaan muokata vastaamaan kunkin hankkeen erityisiä tarpeita. Tarkastuslistan voimakasta muokkausta ei kuitenkaan suositella, jotta kaikki kosteudenhallinnan hanketehtävät tulisi edelleen täytettyä.

6.4 Kosteudenhallinnan tarkastuslista sisäilmakorjaustyömaalle

Sisäilmakorjaustyömaan kosteudenhallinnan tarkastuslistaan haluttiin koota jokaisen työmaakäynnin yhteydessä tehtävät tarkastukset. Luettelo pidettiin yksisivuisena, jotta se olisi helppo tulostaa ja täyttää työmaakierroksen aikana. Tarkastuslistaan on lueteltu taulukkomuotoon tarkastettavat asiat. Omat sarakkeet on varattu tarkastetun kohteen statukselle (ok/korjattava), korjauksen takarajalle, vastuuhenkilölle sekä korjauksen todentamisen päivämäärälle. Tarkastuslistan laadinnassa käytettiin apuna opinnäytetyön lukujen 3 (Sisäilmakorjausten kosteusriskit) sekä 5 (Valvonta) tutkimusta ja pohdintaa.

Tarkastuslista sisältää tyypillisimmät korjauskohteen työmaavalvonnan riskikohdat kosteudenhallinnan kannalta, mutta on myös helposti muokattavissa hankekohtaisemmaksi.

Malliasiakirjan tarkastuskohteet käsittävät sääsuojauksen, vaipan avausten tarpeenmukaisen suojauksen, alipaineistuksen läpiviennit, osastoinnin tiiveyden, sekoitusallustat, kuivatuskaluston, vesi- ja viemärijärjestelmien asianmukaisen huomioinnin, työmaa-aikaisen veden tuonnin, työjärjestyksen järkevyyden, ilmankosteuden tarkkailun, materiaalien varastoinnin sekä kosteusmittausten tilannearvion. Kokonaisuudet on avattu tarkastuslistaan alakohdiksi, esimerkiksi sääsuojauksen tarkastus on jaettu alustan kantavuuteen, suojamateriaalin kestävyteen sekä suojien paikoillaan pysymiseen.

Sisäilmakorjauksen kosteudenhallinnan tarkastuslista työmaakäynnille toimii työmaavalvojan ja kosteudenhallintakoordinaattorin apuvälineenä sekä kosteudenhallinnan ja valvonnan raportoinnin ja dokumentoinnin työkaluna. Tarkastuslistaa voidaan muokata kunkin kohteen työmaavalvonnan tarpeisiin sopivaksi, ja listaan kannattaakin vähintään lisätä suunnittelu- ja rakennusvaiheissa esiin tulleita uusia tarkastuskohtia.

6.5 Henkilöstön koulutus ja malliasiakirjojen esittely

Sisäilmakorjauksen prosessikaavio sekä malliasiakirjat esiteltiin tilaajan sisäisessä koulutuksessa projektipäälliköille sekä rakennustyön valvojille. Alkuun tehtiin lisäksi nopea katsaus hankkeen kosteudenhallintaan liittyviin lakeihin, asetuksiin ja ohjeisiin sekä käytiin läpi suunnittelun ohjauksen ja valvonnan ongelmakohtia sisäilmakorjauksen kosteudenhallinnassa. Koulutusmateriaali tallennettiin tilaajan pilvipalvelimelle henkilöstön saataville.

6.5.1 Suunnittelun ohjaus

Suunnittelun ohjauksen haasteista tuotiin esille tiivistysten ja kapseloinnin vaikutus rakenteiden ja rakennuksen kosteustekniseen toimivuuteen. Rakenteita tiivistettäessä saatetaan huonontaa myös rakenteen tuulettuvuutta, ja jotta rakenne saadaan edelleen pidettyä kosteusteknisesti toimivana, korostuu suunnittelussa rakennesuunnittelijan pätevyys. Ilmanvaihdon mittaus ja säätö on myös suoritettava aina tiivistyskorjausten jälkeen, jotta tiivistyksen myötä mahdollisesti muuttuneet painesuhteet saadaan hallintaan.

Uusien ja vanhojen rakenteiden yhteensovittamisessa todettiin vanhoihin suunnitelmiin perehtymisen sekä kattavien kuntotutkimusten teettämisen olevan avainasemassa. Kaikesta kattavasta ja ammattitaitoisesta suunnittelusta huolimatta on korjausrakentamisessa aina varauduttava myös yllätyksiin. Suunnittelutarpeiden ilmentyessä rakentamisvaiheessa on toteutuksen kannalta usein kriittistä, että suunnitelmat saadaan nopeassa aikataussa. Suunnittelua voidaan nopeuttaa, jos urakoitsija tai valvoja lähettää kuva- tai videomateriaalia suunnittelijalle, mutta tehokkainta on järjestää työmaakatselmus urakoitsijan ja rakennesuunnittelijan kanssa. Näin mahdolliset työohjeet voidaan saada jopa katselmuksen aikana, ja työtä päästään jatkamaan jo ennen suunnitelmien toimitusta.

Viimeisenä suunnittelun ongelmakohtana keskusteltiin kookkaiden sääsuojiin suunnittelusta vanhojen rakenteiden varaan, esimerkiksi vesikatolle IV-konehuoneen laajennuksen yhteydessä. Tässä todettiin myös korostuvan suunnittelijan pätevyys sekä vanhoihin suunnitelmiin perehtyminen ja kuntotutkimukset. Tarvittaessa on sääsuoja kannateleville rakenteille laadittava kantavuuslaskelmat.

Yhteenvetona sujuvalle suunnittelulle kiteytettiin hyvän vuorovaikutuksen luominen hankehenkilöiden välillä, yhteydenottokynnyksen madaltaminen sekä aktiivinen viestintä. Lisäksi rakentamisen aikaista suunnittelua voidaan varmistaa jo suunnittelijoita valittaessa sitouttamalla kyseiset suunnittelijat hankkeelle sekä tarkentamalla heiltä hankkeelle vaaditut resurssit jo suunnittelun tarjouspyyntövaiheessa tai aloituskokouksessa.

6.5.2 Valvonta

Valvonnan haasteista ensimmäisenä käytiin läpi tilojen käyttäjän huomiointi. Jo työmaan sujuvuuden vuoksi tiedottaminen, selkeät työmaa-aluemerkinnät sekä selkeä aikataulu ovat ensisijaisen tärkeitä, mutta käyttäjän näkökulmasta nämä ovat myös suuri osa asiakaspalvelua. Käyttäjän osallistaminen hankkeen läpivientiin muutoinkin kuin häiriötekijänä lisää joustavuutta molempiin suuntiin sekä helpottaa työmaan järjestelyjä. Kommunikointi käyttäjän kanssa tulisi olla yhtä sujuvaa kuin suunnittelijoiden, urakoitsijoiden ja valvojien välillä. Korjauskohteen lohkominen vaiheisiin on tehtävä käyttäjän ehdoilla, mutta siten, että korjaukset voivat edetä loogisesti.

Olemassa olevien vesi- ja viemärikalusteiden aiheuttamien vesivahinkojen välttämiseksi mainittiin sulkujen kiinni huolehtiminen sekä vedelle mahdollisesti altistuvien rakenteiden suojausten varmistaminen. Näiden lisäksi kaikista käyttökielloista on tiedotettava käyttäjälle hyvissä ajoin sekä lähempänä käyttökiellon ajankohtaa. Esimerkiksi taloyhtiön viemärisaneerauksessa on tiedottamisen oltava erittäin jatkuvaa ja selkeäsanaisena. Huomattavaa myös on, että vesivahingon sattuessa korjauskohteessa ovat vaurioiden aiheuttamat vahingot, tilojen käyttöhäiriöt ja korjauskustannukset suuremmat kuin rakentamisen uudistuotannossa.

Kuten jo suunnittelun haasteissa mainittiin, saattavat korjauskohteiden rakenteet sisältää yllätyksiä, joita ei ole pystytty ennustamaan vanhojen suunnitelmien tai kuntotutkimusten perusteella. Tällaiset tilanteet vaativat usein nopeaa suunnittelua eikä rakennetta välttämättä päästä korjaamaan kerralla kokonaisuudessaan esimerkiksi rakenteen toisen puoleisen tilan ollessa aktiivisesti käytössä. Rakenteita voidaan siis joutua korjaamaan osittain ja jättämään niihin väliaikaisratkaisuja. Tämä ei kuitenkaan poista vaatimusta rakenteen kosteusteknisestä toimivuudesta, joten rakennesuunnittelijalta edellytetään vahvaa kokemusta korjaussuunnittelusta. Väliaikaisratkaisut on myös muistettava dokumentoida suunnitelma-asiakirjoihin, esimerkiksi merkitsemällä toteuttamaton osuus toteutettavaksi myöhemmällä sovitulla ajankohdalla. Näin tieto pysyy hankkeella myös mahdollisten hankehenkilöiden vaihdosten yli.

Työmaavalvonnan keskeisimpiä haasteita on vaipan tiiveyden varmistaminen korjausten kaikissa vaiheissa. Sääsuojiin rakentaminen pienten rakenneavausten peitteiksi, niiden kestävyys huolehtiminen sekä alipaineistuksen aukkojen tiiveyden varmistaminen ovat asioita, joista on huomautettava ja muistutettava urakoitsijaa hyvinkin usein. Ratkaisuina ongelmaan on ainoastaan tiukka valvonta, riittävän usein tapahtuvat valvontakierrokset sekä dokumentointi. Äärimmäisenä voimakeinona voidaan pitää sanktiointia, mutta tämänkin sosiaaliset haittapuoleet on hyvä huomioida ennen käytäntöön ottoa.

Alustan kuivatuksesta ja päällystettävyydestä keskusteltiin sekä uuden betonivalun että vanhan betonin kuivatuksen näkökulmasta. Käytiin läpi myös Tampereen yliopiston Mattoprojekti -tutkimusta, jonka tulosten perusteella muovimatot liimoineen eivät kestäneet SisäRYL:n lupaamaa 85 %RH:n alkalista kosteutta vaan alusta oli kuivattava alle

80 %RH:iin. Mainittiin myös kuivatettavassa betonissa pinnoittamisen jälkeen tapahtuvasta kosteuden tasaantumisesta, jonka vuoksi alustaa oli joissain tapauksissa kuivatettava jopa 5 %RH-yksikköä alhaisemmalle kosteuspitoisuudelle mittaussyvyyden suhteellisen kosteuden raja-arvosta. Alustan kuivatus on otettava huomioon jo suunnitteluvaiheessa, mutta mikäli kuivatus kestäisi odotettua kauemmin, on tämä jousto löydyttävä aikataulusta. Varsinkin kuivatusaika-arvioltaan epävarmoissa korjauksissa kannattaa välttää liian sitovan tai kriittisen aikataulun laatimista.

Yhteenvedona sisäilmakorjauksen kosteudenhallinnan sekä sen valvonnan onnistumiselle tiivistettiin aktiivinen viestintä, kuten suunnittelussa, riittävän usein tapahtuvat valvontakierrokset, kosteudenhallinnan dokumentointi sekä realistinen ja tarvittaessa joustava aikataulu. Tarvittaessa voidaan järjestää kosteudenhallinnan seurantakokouksia, ei kuitenkaan työtä ja kosteudenhallinnan tehtävien suorittamista häiritsevissä määrin. Valvontakierrokselle on hyvä ottaa mukaan työmaan kosteudenhallintavastaava, työnjohtaja tai nokkamies, jotta kosteudenhallinnan onnistumiset ja puutteet saadaan käytyä läpi paikan päällä ilman erillisiä kokouksia.

6.5.3 Prosessin kehittäminen

Henkilöstön koulutuksessa käytiin läpi kosteudenhallinnan mallidokumentit pääpiirteittäin. Paino pidettiin dokumenttien käytön ohjeistuksilla sekä tarkoituksilla hankkeen kulun eri vaiheissa. Dokumenttien kerrottiin löytyvän tilaajan malliasiakirjakansiosta, ja olevan vapaasti henkilökunnan käytettävissä tilaajan asiakkaiden hankkeissa. Mallidokumenttien todettiin myös palvelevan uudisrakentamisen kosteudenhallintaa pienillä sovellutuksilla.

6.6 Kuivaketju10:n sähköinen järjestelmä sisäilmakorjauksessa

Osana prosessin kehittämistä tutkittiin myös Kuivaketju10:n sähköisen järjestelmän toimivuutta sisäilmakorjauksen kosteudenhallinnan työkaluna. Aihe jätettiin kuitenkin pois henkilöstökoulutuksesta laajuutensa ja monimuotoisuutensa vuoksi.

Kuivaketju10:n sähköiseen järjestelmään voi kirjautua kuka tahansa, ja järjestelmän käyttö on maksutonta. Järjestelmään luodaan uusi projekti, jonka riskilista on oletuksena

Kuivaketju10 -mallin mukainen. Vaikka järjestelmän riskilista on luotu ensisijaisesti uudisrakentamisen näkökulmasta, on se täysin käyttäjän muokattavissa: riskejä voidaan muokata sekä luoda uusia. Riskien alle luodaan suunnittelu- ja todentamistehtäviä. Jokaiselle tehtävälle määrätään vastuuhenkilöt, jotka kuittaavat tehtävät toteutetuiksi. Kun kaikki tehtävälle määrättyt vastuuhenkilöt ovat kuitanneet tehtävän tehdyksi sekä todennetuksi, muuttuu tehtävät tila vihreäksi, "kuitatuksi". Mikäli tehtävän yhteydessä edellytetään dokumentointia, tallennetaan dokumentti suoraan Kuivaketju10:n sähköiseen järjestelmään tehtävän alle.

Projektin luonut henkilö hallinnoi projektin tietoja, riskilistan muokkausta sekä käyttäjärooleja. Rooleja ovat tilaajan ja kosteudenhallintakoordinaattorin lisäksi eri alojen suunnittelijat, pääurakoitsija, ylläpidon edustaja ja mittauskonsultti. Kaikkiin rooleihin voidaan kutsua sähköpostitse yksi tai useampi käyttäjä. Kunkin roolin edustaja vastaa niiden toimenpiteiden kuittaamisesta, joihin heidät on määrätty vastuuhenkilöiksi. Lisäksi projektille voidaan antaa vain lukuoikeudet sellaisille henkilöille, joilla ei ole kuittausroolia kosteudenhallinnan tehtävissä.

Projektin hallinnan helpottamiseksi voi pääkäyttäjä kuitata myös muiden roolien tehtävät tehdyiksi ja todennetuiksi käyttämällä "puolesta toiminta" -tilaa. Puolesta kuitattaessa tulee kuittaukselle kirjata myös lyhyt perustelu.

Kun projektin riskilista suunnittelu- sekä todentamistehtävien on muokattu tarpeita vastaavaksi, voidaan sitä käyttää sisäilmakorjauksen kosteudenhallinnan tehtävien todentamisen työkaluna. Suureksi harmiksi projektia ei kuitenkaan voida monistaa, jolloin riskilista olisi valmiina useammalle saman tyyppiselle hankkeelle, vaan jokaisen projektin muokkaus aloitetaan aina samoista lähtökohdista. Järjestelmää kuitenkin kehitetään jatkuvasti, ja tämäkin kehitysajatus projektien monistettavuudesta otettiin Kuivaketju10:n yhteyshenkilön toimesta kiitollisina vastaan (Kuivaketju10, henkilökohtainen tiedonanto, sähköposti, 18.5.2020).

Toisena järjestelmän käytön ongelmakohtana havaittiin useimman sisäilmakorjaushankkeen luonne. Esimerkiksi koulu- tai päiväkotirakennusten korjaukset toteutetaan usein lohkoina, jolloin samat riskit ja tehtävät toistuvat uudelleen lohkoittain eikä niiden kuittaaminen

todennetuiksi tule ajankohtaiseksi ennen viimeisen lohkon toteutusta. Myös hankevaiheet vuorottelevat lohkoistakin riippumatta, ja suunnitteluun sekä kuntotutkimuksiin palataan uudelleen yllättävien rakenteiden sekä suunnittelutarpeiden ilmetessä. Tällaisissa hankkeissa osoittautunee hallittu kaaos sovellettua järjestelmällisyyttä varmemmaksi kosteudenhallintamenetelmäksi.

Kuitenkin suuremmissa selkeästi etenevissä hankkeissa, kuten esimerkiksi linjasaneeraus tai IV-konehuoneen laajennus vesikatolla, saattavat Kuivaketju10:n sähköisen järjestelmän tuomat edut osoittautua projektin muokkaukseen käytetyn ajan arvoisiksi. Järjestelmä selkeyttää kunkin roolin tehtävät ja velvollisuudet, on kaikille osapuolille tasapuolisen helposti saatavilla, sekä toimii hankkeen kosteudenhallinnan muistilistana ja projektipankkina. Lisäksi projektin tiedot ovat milloin tahansa tulostettavissa järjestelmästä raporttimuotoon esimerkiksi tilaajalle tai rakennusvalvonnalle seurattaviksi.

7 Yhteenveto ja pohdinta

Kuten opinnäytetyön alussa todettiin, maankäyttö- ja rakennuslaki (2012/958; 2014/41) määrää rakennushankkeeseen ryhtyvän eli tilaajan olevan vastuussa rakennuksen kosteusteknisen toiminnan järjestämisestä, pätevien suunnittelijoiden valitsemisesta sekä suunnitelmien kattavuuden varmistamisesta. Tilaajan määrittäessä edustajakseen konsultin tai kosteudenhallintakoordinaattorin on edustaja vastuussa tilaajan velvollisuuksien täyttymisestä. Konsultin on pystyttävä varmistamaan kosteudenhallinnan moitteeton toteutus niin suunnittelussa kuin rakentamisessa sekä ylläpidon ohjeistuksessa.

Opinnäytetyön päätavoitteena oli luoda toimeksiantajalle malliasiakirjat sisäilmakorjauksen kosteudenhallintaan. Asiakirjoihin lukeutuu prosessikaavio hankevaiheiden kosteudenhallinnan tavoitteista ja menetelmistä, sisäilmakorjaushankkeen kosteudenhallintaselvitys sekä kosteudenhallinnan tarkastuslistat hanke- ja työmaakäyntitasolla. Malliasiakirjat luotiin toimeksiantajan tarpeita palvelemaan ja esiteltiin toimeksiantajan sisäisessä koulutuksessa projektipäälliköille sekä rakennustyön valvojille. Välitön palaute kosteudenhallinnan apuvälineille oli positiivinen, ja ne otettiin käyttöön yrityksen meneillään olevien ja tulevien hankkeiden kosteudenhallinnan työkaluina.

Malliasiakirjojen todettiin myös pienillä muutoksilla palvelevan uudishankkeiden kosteudenhallintaa.

Opinnäytetyön alussa esitettiin työn tavoitteeksi paitsi malliasiakirjojen luominen työn toimeksiantajalle, myös kosteudenhallinnan keinojen selkeyttäminen suunnittelun ohjaukseen sekä valvontaan käytännön tasolla. Sisäilmakorjausten suunnittelun ohjauksen ja valvonnan ongelmakohtia käytiin läpi henkilöstökoulutuksessa, ja yhteenvedoksi kosteudenhallinnan onnistumiselle hankkeen kaikissa vaiheissa saatiin kommunikoinnin tehostaminen, säännölliset suunnittelu- ja työmaakokoukset sekä yhteydenottokynnyksen madaltaminen. Hanketasolla on sisäilmakorjauksen kosteudenhallinnan kannalta tärkeää varata riittävät resurssit kosteudenhallintaan. Kosteudenhallinta on otettava huomioon kustannuslaskennassa, sille on varattava riittävästi aikaa aikataulussa sekä henkilöresursseista on löydyttävä hankkeen vaativuuden mukainen pätevyys ja ajankäyttömahdollisuus hankkeen kosteudenhallinnalle. Suunnittelussa tärkeitä asioita ovat ratkaisujen tavanomaisuus sekä riittävät detaljipiirrokset. Työmaavalvonnan kannalta tärkeitä ovat riittävän usein tapahtuvat valvontakierrokset, urakoitsijan oma valvonta sekä kosteudenhallintakoordinaattorin ja työmaan kosteudenhallintavastaavan yhteistyö. Ylläpitoa varten on järjestettävä asianmukaiset käyttöönottokoulutukset uusille ja korjatuille järjestelmille sekä materiaaleille. Kaikki käyttö- ja huolto-ohjeet on koottava rakennuksen huoltokirjaan, joka luovutetaan kiinteistön edustajalle. Henkilöstökoulutuksen koulutusmateriaali sekä opinnäytetyön pohjalta luodut malliasiakirjat helpottavat ja selkeyttävät osaltaan sisäilmakorjauksen kosteudenhallintaa käytännön tasolla.

Edelleen sisäilmakorjausten suurimmaksi haasteeksi nousee olemassa olevien ratkaisujen yllätyksellisyys. Rakennusta tai sen korjauksia ei ole välttämättä toteutettu suunnitelmien mukaisesti eikä kattavillakaan kuntotutkimuksilla pystytty ottamaan kantaa rakennuksen kuntoon tai aiemmin rakennetun toteutukseen kuin pistokoemaisesti. Tämä johtaa vääjäämättä työmaalla vastaan tuleviin suunnittelutarpeisiin ja nopeisiin, joskus väliaikaisiinkin, suunnitteluratkaisuihin sekä työmaan seisahtumiseen toteutusratkaisultaan epäselvän kohdan osalta. Jokainen toteutussuunnitelmaa odottava avonainen rakenne on myös kosteusriski työmaalla.

Suunnittelua helpottamaan on jo joissakin hankkeissa otettu käyttöön uudenlainen toteutusmalli, jossa purkutyöt tehdään ensin erillisenä purku-urakkana ja toteutussuunnittelu käynnistetään vasta purkutöiden jälkeen. Tämä tulee paitsi vähentämään turhaa suunnittelua sekä työmaa-aikaista suunnittelutarvetta, mutta helpottaa myös korjausurakkatarjousten laadintaa ja vertailua. Hyväksyttävä toki on, että sääsuojauksen sekä vuodenaika-aikataulutuksen roolit kasvavat tässä toimintamallissa. Rakennuksen lohkominen pieniin yksittäin toteutettaviin osiin ei myös tule olemaan järkevää, vaan toiminta on pystyttävä keskeyttämään tai muuttamaan väistötiloihin suuremmasta osasta rakennusta tai jopa koko rakennuksesta kerrallaan. Purkumallissa sisäilmakorjaukset pystytään kuitenkin toteuttamaan varmemmin siten, että sisäilmaan yhteydessä oleviin rakenteisiin ei jää mikrobi- tai kosteusvaurioita. Tämä on askel kohti laadukkaampaa korjausrakentamista ja tulee osaltaan helpottamaan suunnittelun ja rakentamisen kosteudenhallintaa sisäilmakorjauksessa.

Lähteet

FISE Oy. (2019). Uusi FISE-pätevyys: Kosteudenhallintakoordinaattori. Haettu 26.4.2020

osoitteesta <https://fise.fi/uusi-fise-patevyys-kosteudenhallintakoordinaattori/>

FISE Oy. (n.d.a). Kosteudenhallintakoordinaattori. Haettu 26.4.2020 osoitteesta

<https://fise.fi/patevyyspalvelu/hae-patevyytta/valvojat/kosteudenhallintakoordinaattori/>

FISE Oy. (n.d.b). Talonrakennustyön valvoja (RAV ja RAVS). Haettu 26.4.2020 osoitteesta

<https://fise.fi/patevyyspalvelu/hae-patevyytta/valvojat/talonrakennustyon-valvoja-rav-ja-ravs/>

Helsingin kaupunki, Tilakeskus. (n.d.). Kosteudenhallinta osaksi hanketta jo

suunnitteluvaiheessa. Haettu 5.6.2020 osoitteesta

<https://dev.hel.fi/paatokset/media/att/24/24e638a1cc5534b0a4775549e4b2c138dc3e8bd2.pdf>

Koskenvesa, A., Heloma, T., Lyytinen, J., Laine, S., Junttila, A., Rautiola, M., Autio, A.,

Hatakka, K., Koski, H., Laamanen, P., Säteri, J. (2016). *Rakentajain kalenteri*. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kuivaketju10. (2018). Kuivaketju10. Kosteudenhallintakoordinaattori. Haettu 25.4.2020

osoitteesta http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Kosteudenhallintakoordinaattori_150313.pdf

Lintukangas Oy. (n.d.). Riskirakenne on vaurioherkkä rakenne. Haettu 26.6.2020 osoitteesta

<https://www.kuntotarkastus.info/kuntotarkastustieto/riskirakenne/>

Leskelä, J. (2020). Kuka määrittelee suunnittelurajapinnan tuotteet? *Rakennuslehti* 2020 (3),

s. 2.

LVI 01-10355 (2002). TalotekniikkaRYL 2002. Talotekniikan rakentamisen yleiset vaatimukset.

Osa 1. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 17.5.2020 osoitteesta <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.hamk.fi/resource/juha/content/12126#page=1>

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132. Haettu 17.4.2020 osoitteesta

<https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Merikallio, T. (n.d.). Rakennustyömaan kosteudenhallinta. Haettu 22.11.2020 osoitteesta <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050502.pdf>

Mittaviiva Oy. (2020). Rakentamisen kosteudenhallinta. Kosteusriskien alustava kartoitus. Haettu 1.7.2020 osoitteesta <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/hankesuunnittelu/kosteusriskien-alustava-kartoitus>

Outinen, K. (2017). Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Perustelumuistio. Ympäristöministeriö. Haettu 17.4.2020 osoitteesta https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/Perustelumuistio_YMa_rakennusten_kosteusteknisesta_toimivuudesta_20171124_final.pdf

Outinen, K. (2018). RIL Talonrakennus-tekniikkaryhmä: Kosteudenhallintamääräykset uudistuivat – paraneeko laatu? RIL ry. Haettu 18.4.2020 osoitteesta <https://www.ril.fi/media/2018/jasenyys/tekniikkaryhmat/2.-outinen-ym.pdf>

Pitkäranta, M., Laamanen, P., Holmström, J., Kantola, J., Kauriinvaha, E., Kettunen, A.-V., Komulainen, J., Laine, K., Makkonen, H., Niemi, S., Saarinen, J., Sandström, V., Tuovinen, H. & Viljanen, K. (2016). *Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus*. Helsinki: Ympäristöministeriö. Haettu 14.6.2020 osoitteesta http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rakennuskone. (n.d.). Osastointi ja alipaineistus. Haettu 1.5.2020 osoitteesta <https://www.rakennuskone.fi/osastointi-ja-alipaineistus/>

Rakennustarkastusyhdistys RTY ry. (2011). Pääkaupunkiseudun rakennusvalvontoihin yhtenäiset toimintatavat. Haettu 20.4.2020 osoitteesta <https://www.rakennustarkastusyhdistysry.fi/uutiset.html?a100=110>

Rakennustarkastusyhdistys RTY ry. (2017a). Kosteudenhallinnan ohjausmenettelyt. Rakennusvalvonnan ohje. Haettu 20.4.2020 osoitteesta https://asiakas.kotisivukone.com/files/rakennustarkastusyhdistysry.kotisivukone.com/2017_Rakennustarkastuspaivat/RTY-OhjeRAVALLE_Prosessikuvaus_Kosteudenhallinta_27022017.pdf

Rakennustarkastusyhdistys RTY ry. (2017b). Kosteudenhallinnan ohjausmenettelyt.

Toimintamallin kuvaus. Haettu 19.4.2020 osoitteesta

https://asiakas.kotisivukone.com/files/rakennustarkastusyhdistysrty.kotisivukone.com/2017_Rakennustarkastuspaivat/RTY-ohjeASIAKKAILLEjaRavalle_Kosteudenhallinta_27022017.pdf

Rakennustarkastusyhdistys RTY ry. (n.d.). Rakennushankkeen kokonaisvaltainen

kosteudenhallinta. Haettu 19.4.2020 osoitteesta

<https://www.rakennustarkastusyhdistysrty.fi/29258>

Rakennuttajatoimisto Valvontakonsultit Oy. (2020). Valvontakonsultit on jämerä

ammattiosaaja. Haettu 20.2.2020 osoitteesta <https://www.valvontakonsultit.fi/yritys/>

Rakentamisen laatu RALA ry. (2017). Kosteudenhallintakoordinaattorin pätevyysvaatimukset

uudistuvat. Haettu 22.4.2020 osoitteesta

www.rala.fi/ajankohtaista/tiedotteet/kosteudenhallintakoordinaattorinpatevyysvaatimukset-uudistuvat/

Rakentamisen laatu RALA ry. (n.d). Kuivaketju10 vähentää merkittävästi kosteusvaurioita.

Haettu 22.4.2020 osoitteesta <https://www.rala.fi/tuotteet/kuivaketju10/>

Ratu G-0295 (2006). Linjasaneeraus. Toteutusohje. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu

16.5.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20G-0295>

Ratu S-1232 (2013). Rakennustyömaan sääsuojaus. Suunnitteluohje. Helsinki: Rakennustieto

Oy. Haettu 5.5.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1232>

Ratu S-1234 (2017). Olosuhteiden vaikutus rakentamisessa. Suunnitteluohje. Helsinki:

Rakennustieto Oy. Haettu 7.5.2020 osoitteesta

<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1234>

RatuTT 09-01061 (2013). Ohjeita korjausrakentamisen pölyntorjuntaan. Helsinki:

Rakennustieto Oy. Haettu 1.5.2020 osoitteesta

<https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RatuTT%2009-01061>

- RIL 250-2020. *Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen*. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- RT 13-11120 (2013). Suunnittelun johtaminen korjaushankkeessa. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 7.7.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2013-11120>
- RT 14-10984 (2010). Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 20.11.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2014-10984>
- RT 14-11103 (2013). SisäRYL 2013. Rakennustöiden yleiset vaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 2.5.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2014-11103>
- RT 81-11000 (2010). Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 9.6.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2081-11000>
- RT 84-11093 (2012). Asuntojen märkätilojen korjaus. Korjausrakentaminen. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 2.5.2020 osoitteesta <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2084-11093>
- Sahlstedt, S. & Koskenvesa, A. (2016). *Kuivana rakentaminen. Opas rakentamisen kosteudenhallintaan*. Helsinki: Talonrakennusteollisuus ry. Haettu 8.6.2020 osoitteesta https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/2016/kuivana_rakentaminen_opas_2016.pdf
- Seppälä, P. & Saari, S. (n.d). Kuivaketju10 vähentää merkittävästi kosteusvaurioita. *Rakennustekniikka* n.d. Haettu 21.4.2020 osoitteesta <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/kuivaketju10-vahentaa-merkittavasti-kosteusvaurioita.html>
- Sisäilmayhdistys ry. (2008a). Rakenteiden kuivattaminen. Haettu 26.4.2020 osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>

- Sisäilmayhdistys ry. (2008b). Sisäilman tärkeimmät epäpuhtaudet. Haettu 26.4.2020 osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Yleisimmat-sisailmaongelmat>
- Sisäilmayhdistys ry. (2008c). LVI-järjestelmien vaikutus. Haettu 26.8.2020 osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/LVI-jarjestelmien-vaikutus>
- Suonketo, J., Sarlin, E., Pikkuvirta, J., Leivo, V., Pentti, M. (2020). *Muovipäällysteisten lattioiden vaurioituminen kosteuden vaikutuksesta*. Tampere: Tampereen yliopisto. Haettu 15.10.2020 osoitteesta https://www.sisailmayhdistys.fi/pdf/Suonketo_Jommi.pdf
- Talotekniikkateollisuus ry. (2020a). Talotekniikkainfo. Vesi- ja viemärlaitteistit – opas, päivitetty 10.6.2020. Haettu 15.11.2020 osoitteesta <https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennusten-vesi-ja-viemarilaitteistot-opas>
- Talotekniikkateollisuus ry. (2020b). Talotekniikkainfo. Sisäilmasto ja ilmanvaihto – opas, päivitetty 10.6.2020. Haettu 15.11.2020 osoitteesta <https://www.talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>
- TOPTEN – rakennusvalvonnat. (2018). Yhteiset käytännöt. 117c01 Kosteudenhallintaselvitys. Merkitys ja sisältö. Haettu 21.4.2020 osoitteesta <http://www.pksrava.fi/doc/tulkintakortit/MRL-117c01A.pdf>
- TOPTEN – rakennusvalvonnat. (n.d.). Rakentamisen yhteiset Topten-käytännöt. Haettu 21.4.2020 osoitteesta <https://www.pksrava.fi/asp2/default.aspx>
- Weijo, I., Lahdensivu, J., Turunen, T., Ahola, S., Sistonen, E., Vornanen-Winqvist, C. & Annala, P. (2019). *Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaus*. Helsinki: Rakennustieto Oy. Haettu 26.4.2020 osoitteesta https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/161855/YM_2019_18_211019.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. Haettu 18.4.2020 osoitteesta <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemäri-laitteistoista 1047/2017. Haettu 10.11.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047>

Ympäristöministeriö. (2017a). Ratkaisu rakentamisen kosteusongelmiin uudesta yhteisestä toimintamallista. Haettu 21.4.2020 osoitteesta [https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ratkaisu_rakentamisen_kosteusongelmiin_u\(42404\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Ratkaisu_rakentamisen_kosteusongelmiin_u(42404))

Ympäristöministeriö. (2017b). Uusi asetus edellyttää rakennushankkeelta kosteudenhallintaselvitystä. Haettu 22.4.2020 osoitteesta [https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi_asetus_edellyttaa_rakennushankkeelt\(45129\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Uusi_asetus_edellyttaa_rakennushankkeelt(45129))

Ympäristöministeriö. (2019). Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakentamista koskevat asetukset uudistuivat. Haettu 18.4.2020 osoitteesta https://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma

Ympäristöministeriö. (2020). Rakennusten kosteustekninen toimivuus. Ympäristöministeriön ohje rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Haettu 20.4.2020 osoitteesta https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/Ohje_rakennusten_kosteustekninen_toimivuus_2020.pdf

Ympäristöministeriö, Rakennustarkastusyhdistys RTY ry, Rakennusteollisuus RT ry, SKOL ry, RAKLI ry, Rakentamisen Laatu RALA ry. (2017). Rakennusalan yhteinen sitoumus onnistuneen kosteudenhallinnan ja terveellisen rakennuksen puolesta. Haettu 21.4.2020 osoitteesta <https://www.ym.fi/download/noname/%7BBBD10600-77A8-4F57-836C-D4D86F739D13%7D/126087>

Åström, G. (2018). TR-tekniikkaryhmä 1.2.2018: Kosteudenhallintamääräykset uudistuivat – paraneeko laatu? RIL ry. Haettu 23.6.2020 osoitteesta <https://www.ril.fi/media/2018/jasenyys/tekniikkaryhmat/4.-astrom-ril.pdf>