

Konsta-Eemeli Lautamäki

RUNKOVAIHEEN KOSTEUDENHALLINTA

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma

2021

RUNKOVAIHEEN KOSTEUDENHALLINTA

Lautamäki, Konsta-Eemeli
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Toukokuu 2021
Sivumäärä: 35

Asiasanat: Kosteudenhallinta, kosteusmittaus, kosteus

Opinnäytetyön aiheena on tutkia rakennustyömaan kosteudenhallintaa uudiskohdeissa. Työssä esitetään kosteudenhallinnan toimintatapoja sekä työmaan kosteudenhallitsemista. Opinnäytetyön tilaajana toimi Peab Oy.

Opinnäytetyö etenee vaiheittain kosteuden yleistietämyksestä, suunnitteluun ja työmaalla toteutettavuuteen. Työssä esitetään ennen rakentamisvaihetta huomioitavia kosteudenhallinnallisia asioita sekä vaadittavien selvityksien tekemistä ja Kuivaketju10-toimintamallin toimintaa. Sen lisäksi työssä esitetään keskeisimpiä kosteusriskejä rakenteissa.

Työn tuloksena tuli tiivistetty käsitys työmaakosteudenhallinnasta ja rakentamiseen vaikuttavista kosteuksista eri vaiheissa. Työssä on käytetty Kuivaketju10-toimintamallin ohjeistuksia ja maankäyttö- ja rakennuslakia sekä asetuksia, joita on selvennetty lukijalle selkeämmäksi.

HUMIDITY MANAGEMENT IN FRAMEWORK

Lautamäki Konsta-Eemeli

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in construction and civil engineer

May 2021

Number of pages: 35

Keywords: humidity management, damp measuring, humidity

The purpose of the thesis is to study the moisture management of a construction site. The research was prepared using humidity management methods and site moisture management. The thesis was mandated by Peab Oy.

The thesis progresses in stages, from general knowledge of moisture to design and feasibility on site. The thesis introduces significant construction phases of moisture management, required statements, and the Kuivaketju10-operating model. In addition, the thesis presents the main moisture risks of building structures.

The study resulted in a condensed understanding of site humidity management, and the effects of construction stages on the humidity on site. The thesis was prepared using guidelines of the Kuivaketju10-operating model and the Land Use and Construction Act, as well as regulations that have been clarified for the reader.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	YLEISTÄ TIETOA KOSTEUDESTA	6
2.1	Ulkopuoliset kosteuslähteet	7
2.2	Sisäpuoliset kosteuslähteet.....	8
2.3	Kosteuden siirtyminen rakenteissa	9
3	KOSTEUDENHALLINTA.....	11
3.1	Kosteudenhallintaselvitys	13
3.2	Kosteudenhallintasuunnitelma.....	13
4	KUIVAKETJU10.....	16
5	PEAB OY: N TOIMINTATAVAT KOSTEUDENHALLINNASSA.....	18
6	CASE UUDISKOHDE.....	20
6.1	Kosteudenhallintakierros	22
7	RUNKOTYÖSSÄ HUOMIOITAVA KOSTEUS	24
7.1	Työvaihesuunnittelussa huomioitavat asiat	24
7.2	Vuodenaikojen vaikutus runkovaiheessa.....	25
7.2.1	Materiaalien suojaus ja logistiikka	25
7.2.2	Runkovaiheen suojaus ja lämmitys	26
8	RUNGON JÄLKEISIIN TYÖVAIHEISIIN VAIKUTTAVA KOSTEUS	27
9	KOSTEUSMITTAUKSET	28
9.1	Pintakosteusmittari.....	30
9.1.1	Piikkimittaus	30
9.1.2	Porareikämittaus	30
9.1.3	Näytepalamittaus	32
9.2	Piiloon jäävät rakenteet.....	34
10	POHDINTA.....	35
	LÄHTEET	

1 JOHDANTO

Kosteusongelmia pystytään vähentämään kosteudenhallinnan avulla. Hyvällä suunnittelulla jo hankkeeseen ryhdyttäessä saadaan minimoitua kosteusriskejä. Hanke on aina saatettava loppuun huolellisesti tuotantovaiheessakin, samoin rakennuksen ylläpito on elintärkeää. Kosteusongelmat ovat yksi rakennusalan suurimmista laatuksymyksistä. Vaikka kosteudenhallinnan avulla pystyttäisiin välttymään suurimmalta osalta kosteusongelmia ja ylimääräisiltä uudelleen rakentamisen kustannuksilta, on aikaisemmin saatettu kokea kosteudenhallintaan liittyvien asioiden vain hidastavan rakennusprojektiä.

Tätä opinnäytetyötä varten on tarkasteltu rakennusprojektin kosteudenhallintaa rakennuksen runkovaiheessa. Opinnäytetyö on tehty tuotannon näkökulmasta, jossa keskitytään kosteudenhallintaan uudisrakentamisen runkotyövaiheen aikana ja sisävalmistusvaiheeseen vaikuttavaan kosteuteen. Rakennuksen runkotyön aikaisilla ratkaisuilla pystytään vaikuttamaan eniten mahdollisten kosteusongelmien välttämiseksi sekä muiden työvaiheiden aloittamiseen. Opinnäytetyössä tarkasteltavien kerrostalojen rungot on rakennettu eri aikaan, toinen talviaikaan ja toinen kesällä.

Työn tavoitteena on käydä läpi tiivistetysti tärkeimpiä aiheita rakennustyömaan kosteudenhallinnan eri vaiheista. Työssä esitetään eri kosteuden lähteitä, jotka vaikuttavat rakennukseen, avataan Kuivaketju 10 -toimintatapaa, kosteudenhallintasuunnitelmaa sekä rakentamisvaiheessa huomioitavia kosteudenhallinnollisia asioita.

Työn rajaukset ovat uudisrakentaminen kerrostalokohteessa ja sen runkovaiheen kosteudenhallinta sekä sisävalmistusvaiheeseen vaikuttava kosteus, joita tutkitaan kirjallisuuden ja opinnäytetyön pilottikohteen avulla.

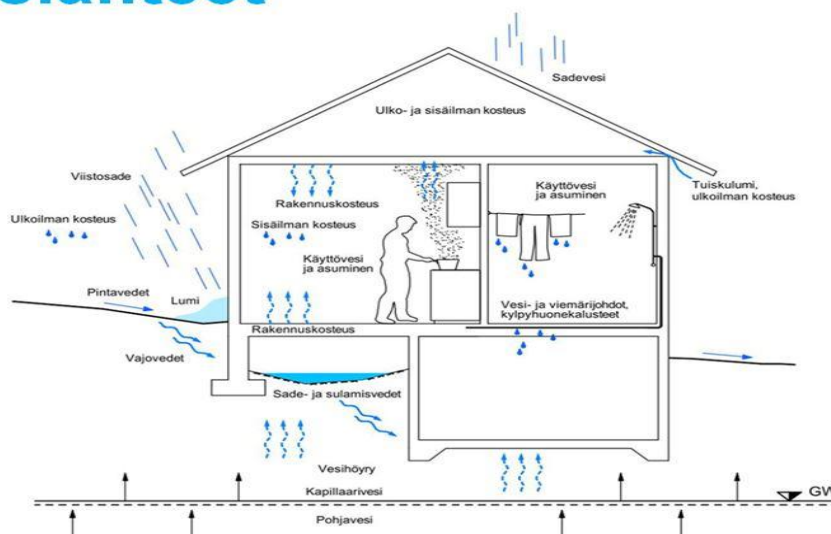
2 YLEISTÄ TIETOA KOSTEUDESTA

Tässä luvussa käsitellään rakennuksen kosteuslähteiden toimintaa, käytön aikaisia kosteusrasitteita sekä kosteuden eri siirtymisen muotoja. Rakennukset ovat aina alttiina kosteudelle, mikä vaatii suunnittelussa tarkkuutta monelta eri alan osaajalta. Rakennuksen kosteusteknisiin rakenneratkaisuihin vaikuttaa muun muassa tontin sijainti, rakennuksen käyttö ja sen ylläpito.

Rakennuksessa eletessä aiheutuu kosteutta niin kuin myös rakentaessa. Kosteuslähteet määritellään joko ulkopuolisiin tai sisäpuolisiin kosteuslähteisiin. Rakennus joutuu monelle erille kosteuslähteelle alttiiksi vuodenaikasta riippumatta.

Kosteusteknisen toiminnan tarkoitus on estää kosteuden pääsyä rakennuksen rakenteisiin. (Ympäristöministeriö, 728/2017 Luku3 §12, 2017). Kuvassa 1 on esitetty yleisimmät kosteudenlähteet, jotka rasittavat taloa. Rakennuksen ulkopuolella olevat kosteudenlähteet, jotka rasittavat taloa ovat sateet, ilmankosteus, lumi, pintavedet, jotka ajautuvat taloa kohti, sade- ja sulamisvedet sekä alapohjasta päin tulevat vesihöyry, kapilaarivesi ja pohjavesi. Sisäpuolella rakennuksessa kosteutta aiheutuu niin arkisista toimista kuin rakennekosteudesta. Rakennekosteudella tarkoitetaan rakenteessa olevaa vesimäärää, minkä on poistuttava ennen kuin rakenne saa kosteustasapainon ympäristön kanssa. Kosteusmäärät vaihtelevat materiaalista riippuen, valmistustavasta ja sen varastoimisesta. Betoni on yksi materiaali, joka sitoo itseensä paljon kosteutta sen valmistusprosessista johtuen. Poltettu tiili taas on valmistusprosessista johtuen todella vähän kosteutta sisältävä materiaali, mutta kosteutta saadessaan tiilen vesimäärä on suuri. Rakennekosteus aiheuttaa rakenteisiin vaurioita, jos kosteus ei pääse rakenteista pois hallitusti. Ongelmia aiheutuu, jos rakenteiden kosteus ei pääse poistumaan riittävän nopeasti.

Kosteuslähteet



Kuva 1. Rakennusta rasittavat kosteuslähteet (Rakennuslehti, 2017).

2.1 Ulkopuoliset kosteuslähteet

Yleisimmät ulkopuoliset kosteuslähteet, joille rakennus altistuu ovat jää, kattovesi, lumi, sade valumavedet, maan kosteus. Lumi ja sen sulamisvedet aiheuttavat mahdollisia kosteusvaurioita, kun tuuletusraot tukkeutuvat, rakennusta päin lumen sulaminen ja sadeveden valuminen maaperään sadevedenpoistojärjestelmässä ollessa puutteellinen. (Sisäilmayhdistys, 2008). Sateet ja tuulet tuovat kosteutta rakenteisiin niin kesällä kuin talvellakin.

Tuuli aiheuttaa huonetilassa paine-eroja, jotka vaihtelevat suunnalta ja suuruudeltaan. Paine-eron vaikutuksiin vaikuttavat tuulen suunnan ja voimakkuuden lisäksi myös rakennuksen maasto, korkeus ja muut rakennukset ympärillä. Tuuli aiheuttaa väliaikaisesti ali- ja ylipaineita rakennuksessa sekä voi aiheuttaa myös rakennuksen läpi ilmanvirtauksia. Pitkäaikainen puhaltava tuuli, joka rasittaa yhtä suuntaa rakennuksesta lisää huomattavasti seinän rasitusta, kuten lämmön ja kosteuden siintymistä rakenteessa. (Siikanen, 2012) (Sisäilmayhdistys, 2008)

Rakennusta pitkäkestoisimmin rasittava tekijä on maaperän kosteus. Rakennuksen alla poikkeuksetta jollakin syvyydellä on aina pohjavedenpinta, myös rakennuksen ja poh-

javedenpinnan välissä on luonnontekemiä erilaisia kerroksia sekä rakennettuja maa-kerroksia, joiden tehtävänä on suojata rakenteita aiheuttamatta rakennuksen rakenteille vaurioita. (Sisäilmayhdistys, Kosteuslähteet, 2008)

Kun puhutaan hulevedestä, sillä tarkoitetaan maan pinnalla tai rakennuksen pinnoilta johdettuja sula- tai sadevesiä. Yleisesti pintavedet johdetaan aina hallitusti pois rakennuksen vierestä, niin ettei siitä aiheudu haittaa rakennukselle tai sitä ympäröiville rakenteille. (Helsingin kaupunki, 2017)

2.2 Sisäpuoliset kosteuslähteet

Moni arkinen tekeminen ja asuminen aiheuttaa kosteutta myös rakennuksen sisäpuolella. Tämänlaisia kosteudenlähteitä ovat muun muassa pyykkienpesu ja kuivatus, ruuanlaitto, lattianpesu, märkätilojen vedet, ihmiset, eläimet, sisäilmankosteus ja roiskeet.

Siivoamisesta aiheutuva kosteus on yksi tekijä, joka tuottaa vesihöyryä ilmaan, ja siivousvedet rasittavat rakenteita ylimääräisellä kosteuskuormalla. Usein vesivauriot tapahtuvat lattiaa pestessä, kun pesuvettä pääsee väliseinärakenteen väliin, josta sitä ei saada nopeasti kuivattua, vaan seinä pääsee pahimmassa tapauksessa homehtumaan sisäpuolelta. Ihmisen hygieenisiin tarpeisiin kuuluu peseytyminen, joka tuottaa merkittävästi kosteuskuormaa rakenteille. Peseytymiseen käytetään päivittäin satoja litroja vettä. Osa vedestä haihtuu ilmaan ja nostattaa sisäilman kosteuspitoisuutta, nämä kosteudet ja vedet tulee saada poistumaan rakennuksesta, niin ettei se aiheuta rakenteille vaurioita.

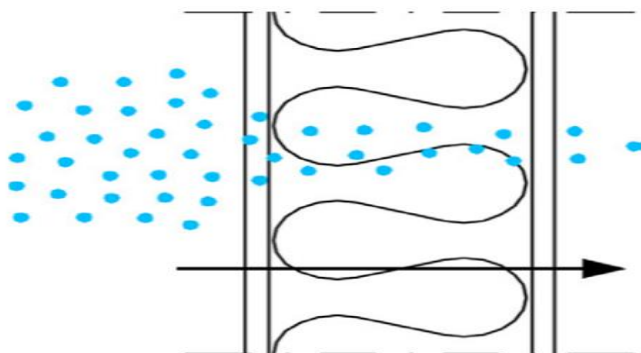
Suurimman kosteushaitan syntyminen rakennuksen sisäpuolella tapahtuu putkivuodoista aiheuttaen kosteusvaurioita, mm. vesi- viemäri ja lämmitysputket. Rakenteen sisällä olevat putkivuodot eivät näy pintapuolisesti, jolloin vuotoa on vaikea havaita heti ja pahimmassa tapauksessa vuoto on ehtinyt jo pidemmän aikaa vuotaa ja aiheuttaa vaurioita laajalle alueelle ennen kuin sitä edes huomataan silmämääräisesti. Merkittävä kosteuslähde rakennuksen sisäpuolella on myös rakennekosteus, joka on peräisin rakennusmateriaaleista. Uusissa ja rakenteilla olevissa rakennuksien rakennusmateriaaleissa saattaa olla paljonkin kosteutta. Esimerkiksi betonirakenteen tulee olla

kuiva, mikä todennetaan mittaamalla rakenteesta ennen sen päällystämistä. Huonosti kuivatettu rakennusmateriaali tulee varmasti näkymään viimeistelytöiden aikana tai viimeistään rakennuksen käytön aikana. Rakennekosteus tulee aiheuttamaan vaurioita, jos kosteutta ei saada hallitusti pois rakenteista. (Sisäilmayhdistys, Kosteuslähteet, 2008)

2.3 Kosteuden siirtyminen rakenteissa

Kosteus siirtyy rakenteissa monella eri tavalla ja eri olomuodoissa. Suurin osa rakennuksen rakennusmateriaaleista on huokoisia, josta syystä rakenteet vastaanottavat ilman kosteutta tai luovuttavat ilmaan sitä.

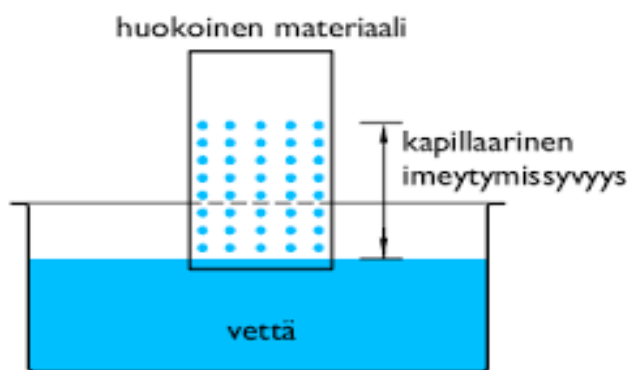
Diffuusiolla vesihöyryn siirtyminen tapahtuu molekyylitasolla suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta aina pienempää osapainetta kohti. Eli rakennustekniikassa tarkoitetaan kosteuden siirtymistä rakenteen läpi vesihöyrynä, todella moni rakennusmateriaali läpäisee vesihöyryä tietyn määrän. Eri rakennusaineilla on omat ominaisuutensa, joka vaikuttaa myös vesihöyryn kulkuun ja vesihöyrynläpäisevyyteen rakenteissa. Esimerkiksi seinärakenteissa vesihöyryn kulun estämiseksi käytetään 0,2 mm paksuista muovikalvoa. Tällä saadaan estettyä kosteudensiirtyminen diffuusiolla, jonka kulku suunta on useimmiten sisätiloista ulospäin, koska sisäilmassa on yleensä enemmän kosteutta. (Sisäilmayhdistys, 2008) (Siikanen, 2012). Kuvassa 2 havainnollistetaan, miten kosteus siirtyy diffuusiona rakenteiden läpi.



Kuva 2. Diffuusion periaate (Pitkäranta, 2016). Kosteus on kuvattu palloilla, joiden lukumäärä esittää vesimolekyylien määrää ja nuoli diffuusion suuntaa, jonne kosteus on siirtymässä.

Ilmavirran mukana kulkeutuva kosteus, joka syntyy ilman vallitsevan kokonaispaineeron vaikutuksesta rakenteessa eli kosteuskonvektio. Ilma virtaa aina suuremmasta pienemmän paineen suuntaan. Suurin osa rakennuksen rakennusmateriaaleista ovat huokoisia, josta ilmavirtaus tapahtuu helposti sekä rakojen läpi. Eri painesuhteita rakennuksessa aiheuttavat ilman lämpötilaerot, ilman vaihdon vaikutukset ja tuuli, sekä niiden yhteisvaikutukset. (Pitkäranta, 2016)

Vesi siirtyy kapillaarisesti, kun vesi imeytyy huokoiseen materiaaliin, jonka aiheuttaa veden pintajännitysvoimien ja huokospaineen vaikutus materiaalin ollessa kosketuksessa veteen tai toiseen materiaaliin, joka on kapillaarisella kosteusalueella. Ilmiössä vesi nousee ylöspäin eli kapillaarisesti, joka saattaa aiheuttaa rakennuksessa kosteusvaurioita. Kapillaarinen vedensiirtyminen vaihtelee materiaalin ominaisuuksista riippuen eli mitä pienempi kapillaarinen halkaisija on materiaalissa, sen suurempi on kapillaarinen imu. Huokospaineen vaikutuksesta vesi imeytyy sille korkeudelle, missä painovoima ja huokosalipaine tasapainottuvat. (Sisäilmayhdistys, Kosteuslähteet, 2008) (Pursiainen, 2018). Huokoinen materiaali imee vettä kuvan 3 mukaisesti ylöspäin.



Kuva 3. Kosteuden kapillaarinen siirtyminen huokoiseen materiaaliin (Ympäristöministeriö, 2015).

Vesi kulkee painovoiman vaikutuksesta alaspäin. Vaikka rakenteet tai pinnat olisivat vinoja, niin suunta on silti alaspäin. Huokoiset materiaalit imevät kosteutta itseensä, mutta painovoimaisesti siirtyvä kosteus ei aiheuta haittaa, koska painovoima on usein pienempi kuin kapillaarivoima. Rakennusten kosteusteknisessä toiminnassa merkittävä osa perustuu juuri veden painovoimaiseen siirtymiseen. Hyviä esimerkkejä tästä ovat:

räystäskourut, katto, kylpyhuoneen kaatolattiat, salaoja- ja viemäriputket. (Sisäilmayhdistys, Sisäilmayhdistys ry, kosteuden siirtyminen, 2008)

3 KOSTEUDENHALLINTA

Vuonna 2013 lähtien on alettu tarkkailemaan rakennusten kosteus- ja homeongelmia eduskunnassa ja tehty uusia ohjeistuksia parantamaan tätä.

”Eduskunnan tarkastusvaliokunta on päättänyt ottaa valvonta-aiheekseen rakennusten kosteus- ja homeongelmat. Tarkastusvaliokunnan tulee perustuslain 90 §:n 1 momentin perusteella saattaa eduskunnan tietoon merkittävät valvontahavaintonsa (M 5/2013 vp)” (Eduskunta, 2013). Valtioneuvoston oli ryhdyttävä parantamaan rakentamisen ohjausta ja neuvonannon uudistamista, sillä sen aikainen järjestelmä ei toiminut. Hallituksen oli tehtävä ohjeistus rakennushankekohtaiselle kosteudenhallintasuunnitelmalle.

”Pääsuunnittelijan, rakennussuunnittelijan ja erityissuunnittelijan on tehtäviensä mukaisesti huolehdittava rakennuksen suunnittelusta siten, että rakennus käyttötarkoituksensa mukaisesti täyttää sen kosteustekniselle toimivuudelle asetetut olennaiset tekniset vaatimukset. Suunnittelijan on rakennuksen korjaus- ja muutostyössä tai käyttötarkoituksen muutoksessa selvitettävä rakennuksen rakennusaikainen rakentamistapa ja rakenteen kosteustekninen toimivuus. Rakennuksen rakenteiden ja rakennusosien on oltava sisäiset ja ulkoiset kosteusrasitukset huomioon ottaen kosteusteknisesti toimiva niiden suunnitellun teknisen käyttöiän ajan. Rakennuksen liian suuri kosteuspitoisuus tai kosteuden kertyminen rakennuksen osiin tai sisäpinnoille ei saa vaurioittaa rakennusta eikä aiheuttaa rakennuksessa oleskeleville terveyshaittaa” (Ympäristöministeriö, 782/2017 Luku 1 §3, 2017).

Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatiminen ja sisältö pitää sisällään ainakin listassa mainitut asiat:

1. **Hankkeen yleistiedot** – aikataulu, toteutusmuoto ja hankkeen luonne
2. **Kosteudenhallinnan henkilöresurssit**
 - Kosteudenhallintakoordinaattori, suunnittelijoiden tehtävät ja vastuu, valvojen vastuu ja tehtävät, päätoteuttajan kosteudenhallinnan vastaava henkilö, kosteusmittauksista vastaavat henkilöt, työvaihetarkastuksista vastaava henkilöt.
3. **Kosteudenhallinnan konkreettiset vaatimukset**
 - Rakennushankkeeseen ryhtyvän tavoite ja tahtotila, vaatimukset suunnitteluvaiheeseen, vaatimukset rakentamisvaiheeseen, vaatimukset valmistus-/käyttöönottovaiheeseen.
4. **Toimenpiteet ja menettelyt** – miten tavoitteeseen päästään
 - Hankkeen kosteusriskit ja toiminnot niiden välttämiseksi, suunnittelun ohjausmenettelyt, miten kosteudenhallinnassa huomioitavat asiat viedään suunnitelmiin, päätoteuttajan toimenpiteet, kosteudenhallinnan menettelytavat rakennustyömaalla, rakennuksen terveellisyyden osoittamisen toimenpiteet, mahdollinen käytönaikainen seuranta.

(Kosteudenhallinta, 2020).

”Rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä hankkeen yleistiedot, vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa, toimenpiteet ja menettelyt kosteudenhallinnan vaatimusten varmentamiseen sekä kosteudenhallinnan henkilöresurssit. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä myös tieto hankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaavasta henkilöstä.” (Ympäristöministeriö, 728/2017 Luku3 §12, 2017).

Työmaan kosteudenhallintaselvityksen pohjalta on vastaavan työnjohtajan laadittava kosteudenhallintasuunnitelma: ”Vastaavan työnjohtajan on huolehdittava työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuen. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman sisältöön sovelletaan rakentamisen suunnitelmista ja selvityksistä annetun ympäristöministeriön asetuksen

(216/2015) 15 §:ää. Sen lisäksi työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällytettävä tiedot rakennustyömaan kosteudenhallinnasta vastaavista rakennusvaiheen vastuuhenkilöistä” (Ympäristöministeriö, 782/2017 Luku 3 §13, 2017).

3.1 Kosteudenhallintaselvitys

Kosteudenhallintaselvityksen laatiminen tulee aloittaa hankesuunnitteluvaiheessa ja tarkennetaan suunnitteluvaiheessa. Rakennuslupahakemukseen tulee liittää kosteudenhallintaselvitys. Selvitys tehdään rakennustuotannon kosteudenhallinnan tasosta, jonka laatii rakennushankkeeseen ryhtyvä. Nykyään jokaisesta luvanvaraisesta hankkeesta vaaditaan tekemään kosteudenhallintaselvitys ja sen sisältöön vaikuttaa rakennushankkeen laajuus sekä vaativuustaso. Selvityksen voi laatia hankkeeseen ryhtyvä tai se voidaan teettää ulkopuolisella asiantuntijalla kuten kosteudenhallintakoordinaattorilla. (Kosteudenhallinta, 2020)

Kosteudenhallintaselvityksen tulee sisältää hankkeen yleistiedot, kosteudenhallinnalliset vaatimukset hankkeen eri rakennusvaiheista, menettelytavat ja toimenpiteet kosteudenhallinnan vaatimusten varmentamiseksi sekä henkilöresurssit kosteudenhallintaan. Selvitykseen on myös sisällytettävä kosteudenhallinnasta vastaava henkilöstö. (Ympäristöministeriö, 728/2017 Luku3 §12, 2017)

Jos hankkeessa käytetään Kuivaketju10-toimintamallia, on selvityksen tekeminen laajuudeltaan suppeampi, kun kosteudenhallintamenettelyt tulevat jo toimintamallista. Se vaatii kuitenkin kaikkien hankkeessa olevien osapuolten noudattavan menetelmää. Kosteudenhallintaselvityksen tarkoitus on tuoda esille hankkeen luonne ja sitä koskevat kosteusriskit ja menetelmät niiden torjumiseksi. (Kosteudenhallinta, 2020)

3.2 Kosteudenhallintasuunnitelma

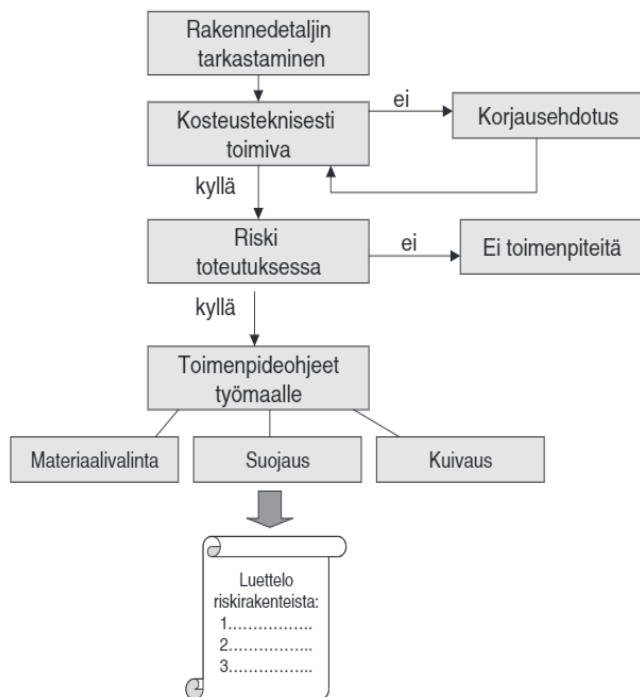
Kosteudenhallintasuunnitelmalla pyritään pienentämään kosteusvaurioriskejä rakennushankkeissa, tämä suunnitelma tulee tehdä jokaiselle uudisrakennukselle. Työmaan kosteudenhallintaselvityksen pohjalta on vastaavan työnjohtajan laadittava kosteudenhallintasuunnitelma.

Kosteudenhallintasuunnitelma on tehtävä erikseen jokaiselle työmaalle. Sen sisällössä on käsiteltävä seuraavat asiat:

1. Yleistiedot
 - Hankkeen perustiedot ja kohteen erikoispiirteet, vastuuhenkilöt -> kosteudenhallintatoimenpiteet
2. Laatutavoitteet
 - Rakennuttajan ja urakoitsijan laatutavoitteet
3. Kosteusriskit
 - Suunnittelijan riskianalyysi, valittu menettely taso, kriittiset rakenteet ja materiaalit sekä työtavat
4. Kuivumisajat
 - Päälylystämiseen raja-arvot materiaaleittain, rakenteiden kuivumisaika-arviot, aikataulusuunnittelu
5. Olosuhdehallinta ja kuivumisolosuhteet
 - Materiaalien ja rakennusosien suojaus ja varastointi, työaikaisten vesivuotojen estäminen, kuivumisolosuhteet
6. Erityisolosuhteet
 - Märkätilat ja muut erikoistilat
7. Valvonta ja mittaukset
 - Valvonnan organisointi, kosteusmittaussuunnitelma, muut mittaukset, tarkastusten kirjaus, allekirjoitukset.
8. Erityispiirteet
 - Muutos- ja korjaustöiden erityispiirteet.

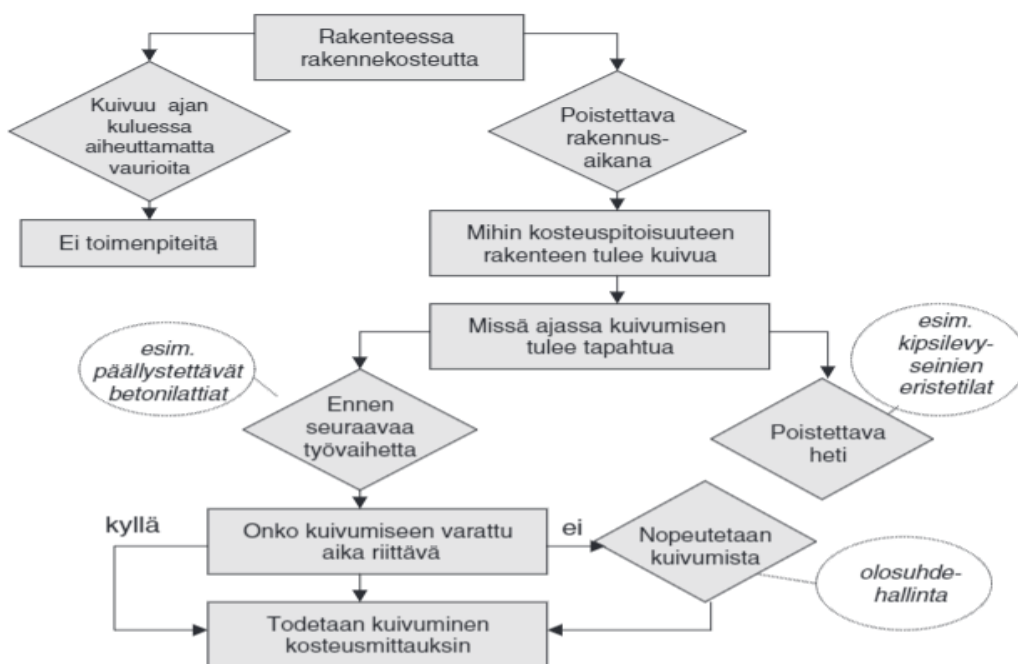
(Kosteudenhallinta, 2020)

Kosteusriskien kartoituksessa tarkastetaan rakennepiirustuksissa olevat rakenteet, tuotteet ja materiaalit, joihin voi liittyä kosteusteknisiä ongelmakohtia työmaalla tai mahdollisesti myöhemmin ilmeentyviä kosteusriskikohtia. Kuvassa 4 on kaavio, jonka mukaan tarkastellaan rakenteita.



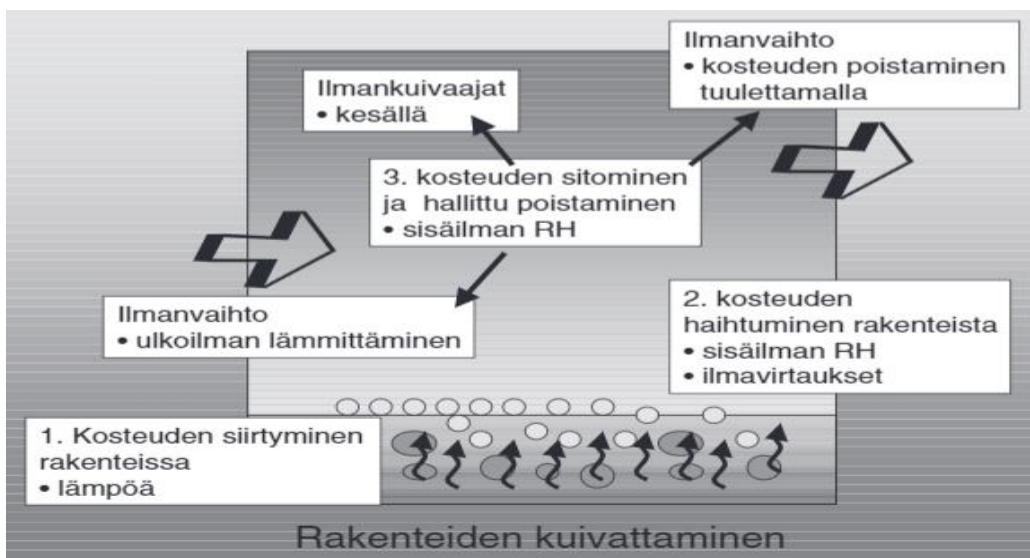
Kuva 4. Kosteusriskien kartoittamisen kaavio (Merikallio, 2000).

Kuvassa 5 on esitetty rakennekosteuden haihtumista ja miten se vaikuttaa tuleviin töihin. Rakennusmateriaalien kuivana pitäminen ja niiden varastointiin tulee suunnitella niin, että materiaalit pysyvät myös kuivana.



Kuva 5. Rakenteiden kuivumisaika-arvio (Merikallio, 2000).

Kuivumista edistää mahdollisimman nopea vaipan kiinni saaminen ja lämmityksen aikaisin päälle laittaminen sekä hyvä ilmanvaihto. Rakenteiden kuivattamista edistetään joko tuulettamalla tai lämmittämällä rakennusta. Kuvassa 6 on esitetty kosteuden siirtymistä rakenteissa, kosteuden haihtuminen rakenteista ja kosteuden sitoutuminen ja sen hallitusti poistaminen.



Kuva 6. Rakenteiden kuivattaminen (Merikallio, 2000).

Kosteusmittaussuunnitelmassa tulee tulla esiin millä mittausmenetelmällä työ suoritetaan, laitteisto, laajuus, mittauspisteiden sijainti ja mittausten aikataulus. Rakennekosteusmittaus tulisi tehdä heti lämpöjen päälle saannin jälkeen, jotta saadaan tietoa missä kohteen kosteustilasta ja mahdollisesta kuivatustarpeesta. Seurantamittaukset on tehtävä ennen rakenteen pinnoitusta ja mittauksien aikataulutettava. Sopimusasiakirjoissa mainitaan eri osapuolten vastuut ja tehtävät kosteudenhallintaan.

4 KUIVAKETJU10

Kuivaketju10 on toimintamalli, jota käytetään rakennusalaalla rakennusprosessin kosteudenhallintaan. Sillä pyritään ennaltaehkäisemään ja vähentämään rakennuksen

kosteusvaurioita koko rakennuksen elinkaaren ajan. Kuivaketju10-toimintamallin on luonut Oulun kaupungin rakennusvalvonta ja ympäristöministeriö (Seppälä ja Saari, 2020). Toimintamalli sisältää Kuivaketju10-riskilistan ja -todentamisohjeet, jossa on keskeisimmät kosteusriskit (RALA, 2018). Kuvassa 7 on esitetty Kuivaketju10-toimintamallin riskilista. Jo suunnittelutyössä jokaisen suunnittelijan on tarkistettava riskilista lävitse ja tarkennettava ne hankkeen erikoispiirteiden mukaisesti suunnitelmiin.

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

Kuva 7. Kuivaketju10-riskilista (RALA, 2018).

Kosteudenhallinnalliset työt alkavat jo, kun rakennushankkeeseen ryhtyvä päättää toteuttaa rakennushankkeen käyttäen Kuivaketju10-toimintamallia. Kun päätös on tehty, tämä velvoittaa nimeämään hankkeeseen kosteuskoordinaattorin, jonka tehtävänä on valvoa ja ohjata hanketta kosteusriskien minimoimiseksi hankkeen loppuun saakka. Kosteuskoordinaattori toimii hankkeessa tilaajan edustajana. Hankkeen käynnissä ollessa pääurakoitsijalla on työmaalla päävastuu Kuivaketju10:n toteuttamisesta ja sen toimimisesta. Pääurakoitsijan on myös perehdytettävä kaikki työmaalla työskentelevät toimimaan toimintamallin periaatteiden mukaisesti ja tarkennettava Kuivaketju10-riskilistasta hankkeen riskikohtia. Myös suunnittelijoiden vastuu on käydä riskikohtia koskevat suunnitelmat lävitse ja tarkentaa niitä todentamis- ja dokumentointiohjein.

Työmaalla Kuivaketju10:n etenemisen seuranta on oltava jatkuvaa, joten työmaakokouksissa on aina säännöllisesti käsiteltävä kosteudenhallinnan ja kuivaketjuun liittyvät asiat. Kokouksessa on oltava paikalla sekä kosteuskoordinaattori että suunnittelijat, riippuen työvaiheesta missä kohtaa työmaa on. Toimintamallissa urakoitsijan tehtävänä on dokumentoida ja todentaa riskikohtien toteutus sovitulla tavalla, vaikka vastuu säilyykin pääurakoitsijalla. Kosteuskoordinaattorin tehtävä on varmistaa työn jälki ja hyväksyä urakoitsijan tekemä todentaminen, sekä raportoida toimintamallin tavoitteiden seurannasta ja täyttymisestä rakennusvalvontaan sekä tilaajalle. (Seppälä, 2017). Kuivaketju10-toimintamallin periaatteina ovat kohdentuneet esivalitut pääriskit, torjua prosessin kaikissa vaiheissa ne ja todentaa näin onnistuminen luotettavasti.

Kun rakennus on valmis ja käyttöönottotarkastus on pidetty, sen päätteeksi kerätään kaikki toimintamassa kertyneet dokumentoinnit yhteen. Seuraavana kosteuskoordinaattori arvioi toimintamallin onnistumisen, arvioinnissa tulee huomioida koko hankkeen suorituksen ajalta tehtyä seuranta, ohjausta ja urakoitsijoiden dokumentointia. Kun kohde on toteutettu onnistuneesti toimintamallia noudattaen, tämän jälkeen mahdollista hakea kohteelle Kuivaketju10-statusta. (Kuivaketju10, 2018)

Toimintamallia käytettäessä myös takuukorjaustyöt ovat vähentyneet ja arvioiden mukaan on onnistuttu poistamaan jopa 80 prosenttia mahdollisista kosteusvaurioiden aiheuttamista kustannuksista (Seppälä, 2017). Kuivaketju10-toimintamalli antaa rakentamiselle hyvät lähtökohdat tiedetään jo suunnitelmissa mitkä rakenteet vaativat erityistä tarkkuutta.

5 PEAB OY: N TOIMINTATAVAT KOSTEUDENHALLINNASSA

Peabilla kosteudenhallinta aloitetaan jo suunnittelupöydältä. Hankkeissa huomioidaan rakentamisaikataulut, materiaalien varastoiminen ja suojaukset sekä riittävät kuivumisajat. Kosteudenhallintaan vaikuttavat asenteet ja sen osaaminen.

Kuivaketju10-toimintamalli on otettu käyttöön kaikissa Peab Oy:n omissa rakennushankkeissa vuoden 2019 jälkeen. Sillä koitetaan torjua kosteusriskit jokaisessa rakentamisen vaiheessa rakennusalan vaatimusten mukaan. Tämän lisäksi yritys on ottanut käyttöönsä kaikilla työmailla pidettävän viikoittaisen kosteushallintakierroksen. (Peab Oy, 2020). Luvussa 6.1 kerrotaan tarkemmin mitä kosteushallintakierros tarkoittaa ja mitä siinä tutkitaan.

Rakennusalalla työturvallisuus on ollut jo pitkään kehityksen alla ja sitä on parannettu määrätietoisesti eteenpäin, nyt vastaavaan pyritään kosteudenhallinnassa. Peab Oy on ollut mukana kehittämässä kosteudenhallintakortti-ideaa rakennusalalle. Kortin tarkoituksena olisi olla vastaavanlainen kuin työturvallisuuskortti, perusvaateena jokaiselle alalla työskentelevällä henkilöllä. Kosteudenhallinta on ollut Peabilla yksi viime vuosien kehitysteemoista. Kaikille yrityksessä työskenteleville ympäri Suomea on järjestetty kosteudenhallintakoulutus. Koulutuksen tavoitteena on antaa ajantasaista tietoa kosteudenhallinnasta rakennusalan ammattilaisille ja syventää heidän osaamistaan. Yritys pyrkii korostamaan rakennushankkeiden kosteudenhallinnan merkitystä ja saamaan sen yhdeksi rakentamisen tärkeämmiksi kulmakiviksi, jolloin saada myös rakennusalan julkisuuskuvaa muutettua.

Peab haastoi muutkin talonrakennusyrietykset mukaan parantamaan kosteudenhallintaa. Mukaan lähtivät käytännössä alan kaikki isoimmat toimijat ja Rakennusteollisuus RT ry. Rakennusalan yritykset ja Rakennusteollisuus sai luotua eKosteus-koulutuksen, joka on tarkoitettu kaikille rakentamisen ammattilaisille. Yritykselle tämä on tuttu tapa kehittää alaa yhdessä RT:n kanssa jo aiemmin työturvallisuuden puolelta. (Rakennuslehti, 2019). Koko hankkeen taustalla ovat kasvat haasteet kosteudenhallintaan liittyen, sekä koko rakennusalan heikon maineen parantaminen ja kehittäminen. Vaikka rakentamisen laatu sekä materiaalit ovat kehittyneet ajan saatossa, vaan silti vanhat ajattelutavat ovat pysyneet ihmisillä rakentamisesta.

”Kosteudenhallintaan pitää tarttua yhtä tiukasti kuin työturvallisuuden kehittämiseen. Sielläkin on saatu hyviä tuloksia määrätietoisella asenteella, koulutuksella ja asian jatkuvalla esillä pitämisellä sekä koko porukan sitouttamisella yhteisiin tavoitteisiin. Lisäksi yksittäiset virheet ja laiminlyönnit leimaavat edelleen koko toimialaa”, Peab Oy:n toimitusjohtaja Mika Katajisto toteaa. (Rakennuslehti, 2019)

Vastuullinen rakentaja pyrkii ennaltaehkäisemään kosteudesta aiheutuvia ongelmia jo ennen projektiin ryhtymistä ammattitaitoisella suunnittelulla sekä toteutuksella.

6 CASE UUDISKOHDE

Opinnäytetyön tutkimuskohteena on uudisrakennus, jossa on kaksi kerrostaloa ja joiden runkotyöt ovat tehty eri vuodenaikoina. Toisen talon runkotöitä aloitettiin tekemään syksyllä ja toista alku keväästä, joten olosuhteet ovat runkotöiden edetessä erilaiset, joka tuottaa omat huomioitavat asiat kosteudenhallinnan näkökulmasta. Kohteeseen rakennettiin maan alle parkkihalli, jota hyödynnettiin rakennusaikana rakennusmateriaalien säilyttämiseen ja muun muassa tuomaan kosteudelle aroille materiaaleille suojan.

Itse olen hoitanut työmaalla kosteudenhallintakierroksia, päivittäistä valvontaa, materiaalien suojauksia ja piiloon jäävien materiaalein dokumentoimista. Opinnäytetyössä ei esitetä tarkkoja tietoja sekä valokuvia opinnäytetyön case-kohteesta, koska ne ovat tilaajan luottamuksellista materiaalia.

Rakennukset rakennetaan ahtaalle tontille lähelle naapurirakennuksia, mikä tuottaa paljon haasteita kosteudenhallinnan näkökulmasta ja sen toteuttamiseen sekä suojauksien kestävyuden kannalta. Kaikki työvaiheet tulee suunnitella tarkasti huomioiden myös naapurirakennukset ja niiden mahdolliset kosteusriskikohdat. Kaikki suojaukset on tarkistettava aina joka päivä, aamuilla töihin tullessa ja päivällä töistä lähdettäessä sekä tarvittaessa työn aikana, jos suojauksia on tarvinnut siirtää tai muokata. Ahtaalla tontilla myös materiaalein säilytys rungon aikana tuottaa kosteusteknisesti usein haasteita. Kohteen edetessä rakentamastamme parkkihallista saimme loistavan säilytyspaikan kosteudelle aroille materiaaleille kuten villat, kipsilevyt jne. Myös työmaan ahtauden puolesta logistiset ratkaisut ovat erittäin tärkeitä ja niiden toteutus työmaalla.

Runkovaiheessa työmaalla tehdään myös kosteuskierrös viikoittain, jonka tarkoituksena on tarkastella työmaata kosteudenhallinnan näkökulmasta ja ennalta ehkäistä mahdollisia kosteuteen liittyviä puutteita tai antaa parannus ehdotuksia, jotka olisivat toimivampia ratkaisuja. Kosteuskierrökseltä tulee koottu raportti työmaan kosteudenhallinnasta.

Kohteessa on kosteusteknisesti kriittisiä rakenteita, joiden suunnitteluun ja toteutustapaan tulee panostaa huolella. Rakennuskohteessa on maanpinnan alle rakennettu parkkihalli, jonka alapohjana on maanvastainen laatta. Rakennus on siis maanpinnan alapuolella, joka tekee kosteusteknisesti rakentamisesta haasteellisemmän kuin maanpinnalla olevan talon sokkelin ja perustuksen rakentamisesta. Rakenteen kosteustekniseen toimintaan vaikuttavat se, millä korkeudella pohjaveden taso on, vajovedet, salaojajärjestelmän toimivuus, alapohjan kapilaarisuus sekä veden nousunopeus. (Sisäilmäyhdistys, Maanvastainen betonilaatta, 2008)

Rakennuksen sijainti tuottaa omat haasteet: ahtauden ja naapuritalojen seiniä vasten rakentamisen. Talo ei ole mekaanisesti kiinni naapuritaloissa, vain eristeen ja tuuletusraon verran tilaa jää väliin. Rakennuksen päätyseinät ovat pääosin vastenvaltettuja seiniä, joissa on eristeet ennen seinän valua. Valun jälkeen onkin ollut tärkeää suojata seinän päällinen niin, ettei vettä pääsee eristeisiin ja varmistaa että suojaus on pitävä sekä suunnitellusti toimiva suoja.

Käännetty katto on yksi vaativimmista käyttökohteista lämmöneristeille, koska rakenteessa on aina kosteutta niin vesihöyrynä kuin vetenä, paine-erot, ja pakkasrasitukset kuin myös kuormitukset (Finnfoam, 2020). Vedeneristys tehdään suoraan kantavan rakenteen päälle, joten kantavaan rakenteeseen tulee tehdä peruskaltevuudet jo ennen vedeneristystä. Tämänlaisessa rakenteessa vedeneristys toimii rakenteen höyrysulkuna. Rakenteeseen vedenpitävyys pystytään testaamaan, kun tehdään vedenpitävyys testi vedenpainekokeella, ennen kuin päälle asennetaan tulevat rakenteet. (Kattoliitto, 2019). Rakennuskohteessa katot ovat käännettyjä kattoja, kuin myös rakenteeltaan pihakansi on käännettyrakenne.

Työmaapäivään kuuluu jatkuva töiden valvonta ja kosteudenhallinnan tarkkailu, johon myös kuuluu aina kerran viikossa pidettävä kosteudenhallintakierros. Kosteuskierroksella huomiomaan mahdolliset tulevat kosteusriskit ja vauriot. Kierrokselta tulleet huomiot tai vauriot korjataan välittömästi. Vauriot tulee kirjata Congrid-sovellukseen, jossa pystytään tarkkailemaan aluetta sekä sen kuivumista ja sen kosteuksia tarkasti ennen päällystämistä.

6.1 Kosteudenhallintakierros

Kosteudenhallintakierroksella tarkastellaan rakennustyömaan toimintaa kosteuden näkökulmasta. Kierosta tehtäessä annetaan joko hyväksytty- tai puutemerkintä, joka voi olla myös parannusehdotus kosteuden ehkäisemiseksi, esimerkiksi puumateriaalien suojauksen parantaminen, jotta puut eivät saisi ylimääräistä kosteutta ja materiaali pääsee tuulettumaan.

Congrid on työmaalla käytettävä sähköinen dokumentointityökalu, jota voidaan käyttää myös mobiilisovelluksella, joka helpottaa havaintojen tekemistä, tarkastuksia ja dokumentointia. Ohjelmiston tarkoitus on parantaa rakentamisen laatua ja työturvallisuutta. (Congrid, 2020).

Mobiililaitteella on helppo tehdä muun muassa turvallisuuskierrokset ja kosteuskierrokset, jotka tallentuvat pilvipalvelun kautta myös muiden urakoitsijoiden nähtäväksi. Tällä tavalla voidaan myös valvoa ja välttää virheitä sekä ennalta ehkäistä tapahtuvat virheet tulevaisuudessa, kunhan puutteisiin ja huomioihin tehdään välittömästi korjaukset. Kuvassa 8 on Congrid-sovelluksen kosteuskierrostaulukko, jota täytetään työmaalla.

Mittaus	Havainnot	
–	1 Materiaalien suojaus	–
–	2 Keskeneräisten rakenteiden suojaus	–
–	3 Kastumisen estäminen/ Veden poisohjaus	–
–	4 Työnaikaiset vesiliittymät	–
–	5 Veden säilytys	–
–	6 Rakenteiden kuivuminen	–
–	7 Muut	–
+0		-0

Kuva 8. Congrid-sovelluksella tehtävä kosteuskierros näyttää tältä, kun se tehdään työmaalla mobiililaitteella (Congrid, 2021).

Kosteudenhallintakierroksen yleistiedot:

- taajuus: käynnissä olevalla työmaalla.
- milloin: Koko työmaan ajan.
- kuka: työnjohtaja (sekä työntekijöiden edustaja voi olla mukana).
- miten: Congrid-sovelluksella, samalla periaatteella kuin TR-mittaukset tehdään.

Kierroksella tarkastellaan taulukon kohtia, joista annetaan joko hyväksytyt tai puute-merkintä, joka voi olla myös parannusehdotus. Kierroksella tarkastetaan myös materiaalien suojausta, keskeneräisten rakenteiden suojausta, veden poisohjausta, vesipisteiden alueita, veden säilytystä, rakenteiden kuivumisen toteutusta ja muut kohdassa huomioidaan työmaalla mm. vesi-imurit. Kierroksesta saadaan yhteenveto raportin muodossa, joka esitetään TR-mittauksen tavoin. Korjattavat kohteet, jotka ovat saaneet virhemerkinnän tulee korjata välittömästi kuntoon.

7 RUNKOTYÖSSÄ HUOMIOITAVA KOSTEUS

Kun rakennushankkeessa on tehty hanke- ja rakennussuunnittelu ja rakentamisen valmistelevat työt, on aika aloittaa rungon rakentaminen. Silloin on viimeistään aika alkaa tutkia tarkemmin rakennuskohteen runkotyövaiheen kosteudenhallinnallisten töiden kannalta oleellista toteutusta sekä toimivuutta ennen töiden aloitusta. Oleellista tuotantovaiheessa on se, kuinka saada rakennuksen rungon kosteudelta vaatimat rakenteet suojattua ja saada niiden toimivuus toimimaan käytännössäkin oikein.

7.1 Työvaihesuunnittelussa huomioitavat asiat

Työvaiheen aloittamista ennen on tärkeää käydä työntekijöidenkin kanssa aloituskoko- kous, missä käydään läpi myös kosteudenhallintaa ja mitkä rakenteet vaativat erittäin tarkkaa huolellisuutta ja niiden rakenteiden suojaamista eli riskien kartoitus. Seuraavaksi käsitellään asioita mitä tule huomioida työvaiheidensuunnittelussa:

1. Runkovaiheessa vedenohjaukset ja poistot holveilta hallitusti. Läpivientien ja aukkojen sulkeminen holvilla ja kerroksissa. Tällä mahdollistetaan alempien kerrosten paremmat olosuhteet kuivumiselle.
2. Työnaikaisten parvekelinjojen vedenpoistoputkien ja holvin sadevesiputkien asennukseen varattava aika ja niiden toimivuus.
3. Sandwich-elementtien suojaukset, elementtipukissa taikka holvilla oltava suojattuna, ettei villat pääse kastumaan.
4. Jatkuva kosteuden ja suojausten seuranta, ettei vesi jää turhaan seisomaan valmiisiin kerroksiin ja aiheuta turhaa kuivumisen hidastamistumista.
5. Käyntiovien kiinni pitäminen varsinkin talvella ja ikkunoiden aukoista sisään satavan veden estämiseksi ja lämmön karkaamisen vuoksi aukot umpeen.
6. Materiaalien ja rakenteiden suojaus tulee tehdä viimeistään päivän päätteeksi, ellei heti, riippuen sääolosuhteista.

Aikatauluissa on varattava aikaa myös kosteudenhallinnallisiin toimiin ja niiden ylläpitämiseen jatkuvasti ja kelistä riippumatta. Materiaalivalinnat vaikuttavat myös rakennuksen suojaustapoihin kosteuskestävyyksiltään huomattavasti.

Vastuualueiden jakaminen on varsin tärkeää, niin että jokaisen työnjohtajan vastuualueella olevat työt ja kosteudenhallinta tulee päivittäin valvottua ja mahdolliset riskit korjataan heti, ennen kuin vahinkoja ehtii tapahtua. Työnjohtaja vastaa sille nimestystä työvaiheesta ja sen suorituksen valvomisesta.

7.2 Vuodenaikojen vaikutus runkovaiheessa

Työmaa joutuu alttiiksi joka vuodenaikana eri tavalla säärasituksille. Uudisrakentamisessa rakennusta ei tarvitse lähteä huputtamaan sitä rakennettaessa, mutta korjausrakentamisessa se on tarpeellista, kun ulkoseinät ja vesikatto avataan korjausta varten. Suunnitelmissa tulee ottaa huomioon aikataulu ja työjärjestys siten, ettei runkovaiheessa asenneta kosteudelle arkoja materiaaleja rakennukseen. Betonirunkoinen kerrostalo saadaan heti runkovaiheen jälkeen vedenpitäväksi, kun vesikatto saadaan tehtyä ja vedenpoistojärjestelmät rakennettua. (Peab, 2019)

Suunnitteluvaiheessa tätä täytyy pohtia ja harkita mikä on paras ja toimivin ratkaisu. Monesti materiaalivalinnat, vuodenaika ja rakennuksen runkomateriaali määrittävät mikä on milloinkin oikea tapa suojata rakennusta.

Talvisin kylminä aikoina on pidettävä ylimääräinen lumi ja jää pois rakenteiden päältä, jotka ovat keskeneräiset tai työnalla.

7.2.1 Materiaalien suojaus ja logistiikka

Vesi- ja lumisateen lisäksi huomioidaan tuulen vaikutus yhdessä sateen kanssa. Tuulen takia sade voi olla viistosadetta, jolloin tuulenpaine siirtää vettä myös ylöspäin rakenteita pitkin. Tämän takia materiaalit suojataan myös sivulta esimerkiksi suojapeitteillä. Suojaukset tulee kiinnittää kunnolla sekä materiaalin tulee olla aina irti maasta esim. aluspuiden päällä. Ilman tulee kuitenkin kiertää suojausten alla, eikä vesi ei saa myöskään kerääntyä lammikoiksi suojausten päälle. (Kostaudenhallinta.fi, 2015) (Ympäristöministeriö, 2020)

Materiaalit tulee sijoittaa aluesuunnitelman mukaan varastointialueelle tai kuljettaa suoraan työpisteelle. Materiaalien suojaus ja niiden tuulettuminen on oleellista huomioida joka vuodenaikana. Myös materiaaleja varastoidessa tulee huomioida valmistajan ohjeistus materiaaleille missä ja miten niitä saa varastoida tai säilyttää ennen asennusta. Kosteudelle alttiin materiaalin saapuessa työmaalle on sille oltava valmiina paikka tai se on suojattava välittömästi, varastointi on tehtävä niin, ettei materiaali pääse kastumaan. Paras tapa tämänlaisten materiaalien tilaamisessa työmaalle on ottaa vain sen verran kuin tarvitaan, eikä niin paljon kuin vain kyytiin mahtuu. Sillä työmaan varastointitilat ovat usein tiukalla eikä sinne kannata hamstrata materiaaleja seisomaan ja siirreltäväksi, tällöin materiaalien vaurioitumisriskit pienenevät ja turhia kustannuksia ei synny.

7.2.2 Runkovaiheen suojaus ja lämmitys

Case-kohde rakennettiin ilman huputusta. Tällöin runkotyöt tulee suunnitella siten että runko tulisi saada mahdollisimman ripeästi valmiiksi ja sen jälkeen vaippa umpeen mukaan lukien vesikatto, joka on saatava vedenpitäväksi. Rakennuksen muut aukot tulee olla suojattuna tai ummessa mahdollisimman pian tämän jälkeen. Työjärjestyksen tulee olla huolella suunniteltu ja varmistettava toteutuksen onnistuminen suunnitelmien mukaisesti. Suojauksen tärkeimpiä kohti ovat runkovaiheessa villojen suojaus rakenteissa sekä naapurien seinustojen vierustat, ettei niihin pääse vettä tai kosteutta. Villojen päälle tulee asentaa suojapeitteet ja kiinnittää ne kunnolla. (Rakennustieto, 2013)

8 RUNGON JÄLKEISIIN TYÖVAIHEISIIN VAIKUTTAVA KOSTEUS

Kun rakennetaan betonirunkoista kerrostaloa, johon valetaan myös pintalattiat betonista, tulee huomioida erittäin tarkasti, että kuivuminen pääsee tapahtumaan suunnitellusti. Ennen päällystämistä on mitattava betonin kosteus, jotta kosteus ei myöhemmin aiheuta kosteusongelmia lattiassa, kun se on päällystetty liian kostean betonin päälle.

Betonirakenteista tulee tehdä kuivumisaika-arviot ja seurata kuivumisen etenemistä kosteusmittauksin. Betonin kuivuu tehokkaasti vasta kun tilassa saavutetaan noin 20°C asteen lämpötila ja suhteellinen kosteus on alle 50 %. Olosuhteiden saavuttaminen mahdollisimman nopeasti tulee lämpötilaa nostaa sekä tuulettaa tai käyttää koneellista kosteudenpoistajaa. Raja-arvojen alitus ja päällystys vaatimukset on varmistettava kosteusmittauksella ja sen raportoinnilla todentaen. (Sisäilmayhdistys, Rakenteiden kuivattaminen, 2012)

Runkotöiden käynnissä olemisen aikana rakennuksen holvi on avoin, mutta kohteeseen kehitettiin ratkaisu, jolla annetaan alempiin kerroksiin mahdollisimman hyvät kuivumisolosuhteet. Ratkaisua näkyy hieman kuvassa 9. Rungon rakennusvaiheessa tehtiin noin puoleen väliin rakennusta vesikatko, jolla pyrittiin estämään alempien kerrosten turhan kastumisen. Rakennuksen kaikki julkisivuelementtien ulkoseinustalla olevien elementtien alapäähän asennettiin sisäpuolelle huopakaistanostot sekä kaikki hormien ja läpivientien kohdat laitettiin vesikatkot. Porrashuoneeseen tehtiin hieman erilainen ratkaisu, jotta rappusia pystyisi myös käyttämään.

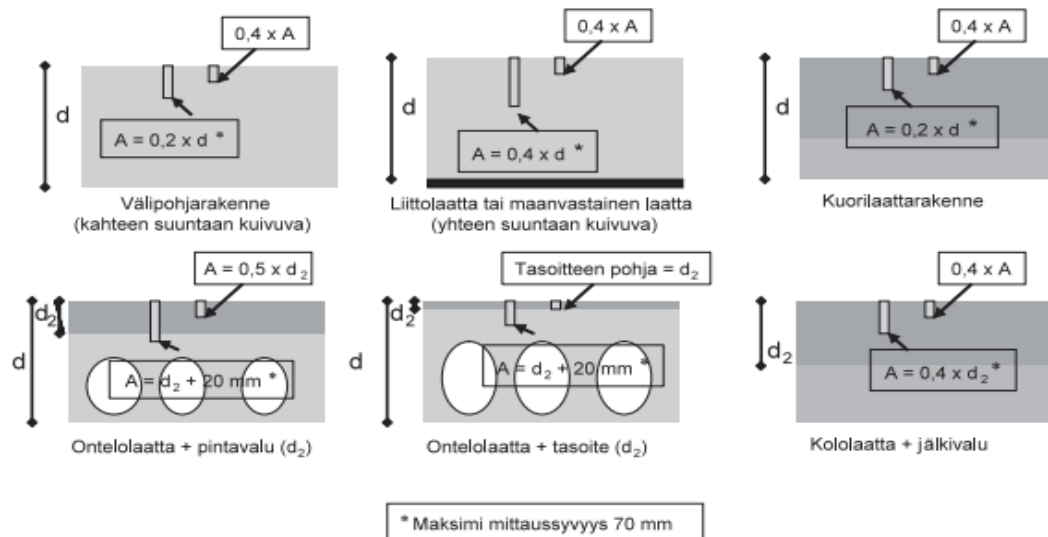


Kuva 9. Kuvassa kohteessa tehty väliaikainen vesikatko porrashuoneen rappusiin, jonka alapuolella on vesisäiliö keräämässä mahdollisia vesiä.

Tämän vesikatkokerroksen kaikki lattiakaivojen ja viemäreiden putket kerättiin käytävällä yhteen ja asennettiin alemman kerroksen kattoon sadevesi poistojärjestelmäksi, siitä vesi johdettiin hallitusti pois rakennukselta. Myös parvekkeella olevat sadevesi-putket johdettiin omana linjana alas saakka ja pois rakennukselta.

9 KOSTEUSMITTAUKSET

Tässä luvussa kuvataan yleisesti periaatteet kosteusmittauksiin liittyen. Tarkoitus ei ole perehtyä asiaan syvällisesti vaan avata toimintatapoja mitä työmailla käytetään. Kosteusmittausten periaate on käyttää betonirakenteisiin kehitettyä laitteistoa, joka mittaa betonin suhteellisen kosteuspitoisuuden. Mittaussyvyyydet vaihtelevat mitattavasta kohteesta kuten: laatan, seinän tai pintalattian paksuudesta, mutta oikeilla syvyyksillä ja mittausmäärillä saadaan tehtyä arvio, kuinka suuri kosteus jää pinnoitteen alle. Kuvassa 10 esitetään poreikämittausmenetelmän laskukaavat betonirakenteille ja eri paksuuksille.



Kuva 10. Mittaussyvyudet porareikämenetelmälle eri rakenne paksuuksille (Niemi, Betonirakenteiden kosteden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen, 2010).

Suhteellinen kosteus betonista voidaan mitata betonirakenteeseen poratusta reiästä eli porareikämittaus tai betonirakenteesta ostetusta palasta eli näytepalamittaus.

Viime vuosina paljon keskusteluaihetta on aiheuttanut betonin kosteus. Varsinkin nämä aiheet ovat saaneet paljon keskustelua aikaiseksi: kosteusraja-arvot, betonin kuivumisnopeus ja kosteuden mittaaminen. Betonin kuivumisnopeus on tutkittu laajalti jo kymmenen vuoden ajan verran mm. betonin kuivumisaikaan vaikuttavat tekijät ovat Suomessa varsin hyvin tiedossa. SisäRYL 2000 Rakenteiden yleiset laatuvaatimukset ohjeistaa mittaamaan betonin kosteusmittaukset hyvän rakennustavan mukaisesti (Rakennustieto, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset, 2000). RT-ohjekortti ohjeistaa vaatimukset betonin kosteuksista ja sen päällystyksestä. (Niemi, 2006)

Kosteusmittaukset ovat tärkeänä osana kosteudenhallintasuunnitelmaa. Kosteusmittausuunnitelmassa kuuluu tulla esille ainakin seuraavat asiat: Rakennushankkeessa tehtävät mittaukset, mittauskalusto ja mittausmenetelmä, mittauskaluston kalibrointi, kosteusmittaajalla on sertifiointi, kosteusmittausten aikataulut ja mittausten laajuus sekä mittapisteiden sijainnit. Kosteusmittauksiin liittyviä tapoja on erilaisia: rakennekosteusmittaukset, lämpötila- ja kosteusmittaukset. Sisäilman lämpötilaa työmaalla seurata ja kosteusmittausten perusteella saada tietoa, tarvitseeko mahdollisesti lämpötilaa nostaa työmaalla tai laskea. Mittauksista saada myös tietoa siitä, tarvitseeko työmaalla tuulettaa eli lisätä ilmanvaihtoa tai ottaa käyttöön ilman kuivaajia.

9.1 Pintakosteusmittari

Pintakosteusmittarilla mitataan materiaalinkosteutta rikkomatta pintamateriaali, joten tulos on suuntaa antava. Mittausmenetelmällä saadaan arvio materiaalin kosteudesta, sen toiminta perustuu sähköjohtavuuden eroihin eli kuivan ja kostean materiaalin välittämään eroon. (Rakennustieto, RT14-10984, 2010)

Pintakosteusmittari on nopea ja halpa tapa kosteuden selvittämiseen, se soveltuu hyvin kartoittamaan paikkoja, jos epäillään rakenteen olevan kostea ja sen laajuuden kokoa pystytään haarukoimaan tällä menetelmällä.

9.1.1 Piikkimittaus

Piikkimittauksella selvitetään materiaaliin kosteutta painoprosentteina, piikeillä mitattaessa puuta se ei aiheuta vaurioita. Se soveltuu parhaiten puun kosteuden mittaukseen. Tällä menetelmällä saadaan jo tarkempia tuloksia verrattuna pintakosteusmittarin tuloksiin. Puu alkaa vaurioitumaan lahoamalla, jos sen kosteus on pitkän ajan yli 20 p-% ja kun se laskee alle 17 p-% alkaa homeriski kasvaa. (Talotarkastus, 2020)

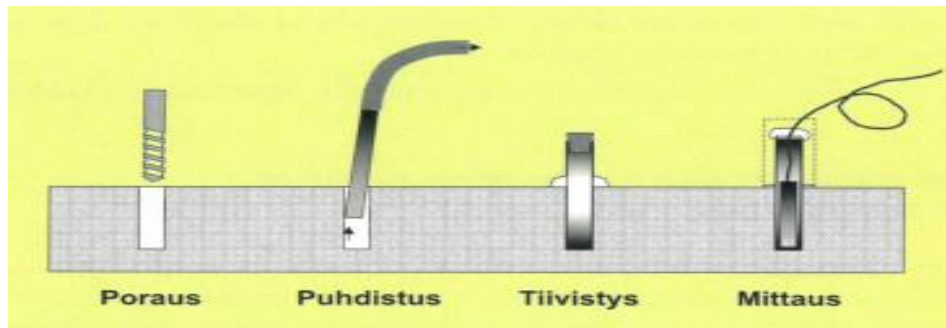
9.1.2 Porareikämittaus

Porareikämittaus on yleisin käytetty menetelmällä, jolla saadaan betonin suhteellinen kosteuspitoisuus betonirakenteesta. Mittaajalta vaaditaan ammattitaitoa ja huolellisuutta mittauksia tehdessä. Ammattitaito määritetään voimassa olevalla sertifikaatilla.

Mittaustuloksien luotettavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- porareiän syvyys, puhdistus, tiivistys ja kosteuden tasaantuminen
- mittauslaitteiston kalibrointi
- mitattavan porareiän tasaantumisaika reiässä
- tilan lämpötilan vaihtelevuus mittauksen aikana
- betonin lämpötilan vaihtelu mittauksen aika.

Menetelmä suoritetaan kuvan 11 mukaan poraamalla betoniin ensin reikä, reiän puhdistus ja asentamalla putki reikään, tukitaan reiän ympärystä tiiviiksi ja asennetaan mittalaite putkeen sekä putken pää tiiviiksi sinitarralla.

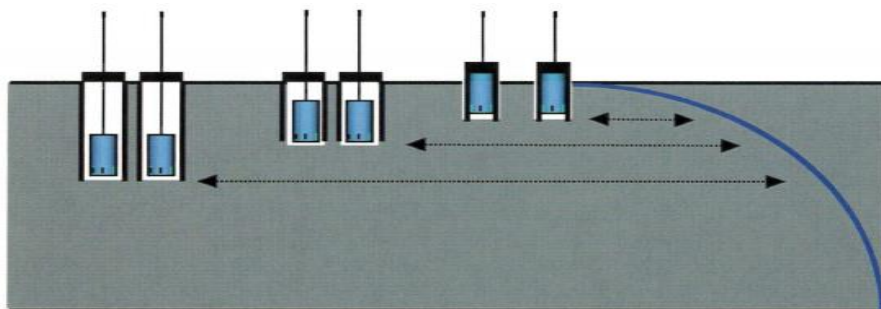


Kuva 11. Porareikämittaus menetelmällä saadaan betonin suhteellinen kosteus porasta reiästä (Betonilattiarakenteiden kostudenhallinta ja päällystäminen, 2007).

Betonin suhteellista kosteutta mitattaessa tulee valita mittapiste oikein huomioiden rakenteet, päällystettävä materiaali, betonilaatu ja olosuhteet missä mitataan. Huoneen sekä betonin lämpötila tulee tarkastaa. Rakenteen lämpötilan tulee olla lähes sama kuin käyttölämpötila tilassa, joka on yleensä + 20 °C astetta. Mittaus voidaan tehdä kuitenkin +15 - +25 C lämpötilan rajoissa. Jos lämpötila poikkeaa aiemmin mainituista lämpötiloista, tulee mittaus tehdä näytepalamittausmenetelmällä. Reiät ovat aikaisintaan 3 vuorokauden jälkeen luettavissa, ennen mittauspää kiinnitetään mittauslaitteeseen, josta luetaan RH (suhteellinen kosteus), T (betonin lämpötila) ja kirjataan mittalaitteen antamat arvot, tehdään dokumentointi missä kohtaa mittauspiste on otettu, mittapään numero sekä mittaussyvyys. Tilassa, jossa mittaus on otettu, tulee kirjata dokumenttiin vielä tilan lämpötila ja suhteellinen kosteus. (Betonilattiarakenteiden kostudenhallinta ja päällystäminen, 2007)

Betonin päällystettävyyssmittauksissa mittauspiste kostuu useammasta mittareistä, joita tulee olla vähintään kaksi samalta syvyydeltä ja rinnakkaista reikää, jotka ovat yleensä noin 10 cm etäisyydeltä toisistaan. Rinnakkaisten reikien tulokset eivät saa poiketa yli 3 %-yksikköä. Jos tulosten erot ovat suuremmat eikä syytä tähän löydy, on tehtävä uusintamittaus. Arviointisyvyyden kohta on rakenteessa se, jossa kosteusrajan arvon on alitettava ennen kuin voidaan päällystää materiaalia. Pääosin arviointisyvyys määräytyy rakenteen paksuudesta, jotka perustuvat olettamukseen ja arvioon kuinka

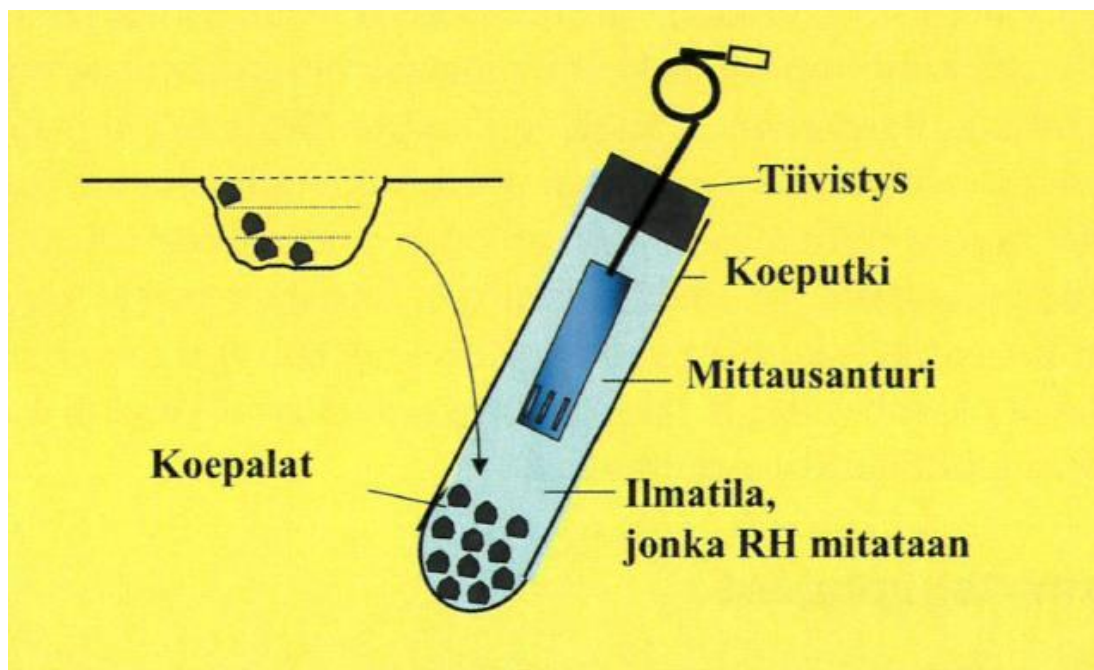
paljon enimmillään kosteus nousee materiaalin päällystämisen jälkeen. Kuvassa 12 havainnollistetaan mittapisteiden sijaintia ja mittapisteiden eri syvyyksiä, josta koostuu kokaisuudessa mittaustulos. (Betonilattiarakenteiden kostudenhallinta ja päällystäminen, 2007)



Kuva 12. Betonirakenteen päällystettävyyssmittauksissa tulee mittapisteen koostua useammasta mittausreiästä ja eri syvyyksiltä, jolla saadaan määritettyä rakenteen kosteusjakaumaa (Betonilattiarakenteiden kostudenhallinta ja päällystäminen, 2007).

9.1.3 Näytepalamittaus

Betonirakenteesta voidaan myös mitata suhteellinen kosteus ottamalla näytepaloja ja murusia betonista. Betonipaloja on otettava halutulta mittaussyvyydeltä ja laitettava koeputkeen suhteellisen kosteuden mittapään kanssa. Näytepalamittaus on siitä varma mittaus, että se voidaan tehdä lähes minkä lämpöisestä betonista vain tai mitattavan kohteen tilan lämpötilasta riippuen. Kuvassa 13 on esimerkki, miten mittaustilanne toimii koepalamittauksen kanssa.



Kuva 13. Suhteellinen kosteus voidaan mitata myös näytepalaista, jotka laitetaan koeputkeen mittapään kanssa (Betonilattiarakenteiden kostudenhallinta ja päällystäminen, 2007).

Näytepalamenetelmällä saadaan betonista sen suhteellinen kosteus, mittaus voidaan suorittaa betonin lämpötilan oltaessa -20 °C - $+80\text{ °C}$ astetta. Jos olosuhteet ovat epävakait, niin mittauksen tarkkuuden maksimoimiseksi on mittaus suoritettava näytepalamenetelmällä. Mittauspisteen valinnassa on huomioitava rakennerakenteet, betoninlaatu, päällystemateriaali sekä olosuhteet. Mittasyvyudet vaihtelevat betonin paksuudesta ja sen kerroksien määrästä riippuen. Näytepalan ottaminen aloitetaan tekemällä betoniin kuivamenetelmällä noin 50-100 mm halkaisijaltaan oleva monttu, eli betoniin porataan rinki piikkaamalla tai kuivaporausruunulla. Montun suora pohja tulee olla noin 5 mm mittaussyvyyttä ylempänä, jolloin pohjalta irrotetut muruset, jotka koostuvat oikeasti betonista, tämän jälkeen toteutunut mittaussyvyys tarkastetaan mittaamalla. Näytepurusia otettaessa pitää huomioida, ettei mittausruruja tule 5 mm lähempää työstetystä/poratusta sisäreunasta. Koeputkeen laitetaan betoniset kappaleet ja suhteellisen kosteuden mittapää, mutta putkeen ei laiteta porauspölyä eikä suuria runkoainerakeita. Tämän jälkeen koeputkenpää tukitaan tiiviiksi esimerkiksi kitillä. Koeputkeen laitettavat betoniset palat ja murut tulee olla mahdollisimman suuria koeputkeen kokoon nähden. Samasta mittasyvydestä otetaan vähintään kaksi koeputkellista, mahdollisten mittaheittojen takia. Koeputkeen laitettava betonin määrä tulee olla vähintään kolmas-

osa vapaasta tilavuudesta, jotta koeputkessa olevien betoni palojen kosteus tasapainotuu varmasti putken ilmaan. Ennen mittauksen aloitusta tulee mittapäiden ja koeputkien tasaantua mittauskohdasta vallitsevaan olosuhteeseen.

Koeputket siirretään säilytettäväksi yleensä vakio­lämpötilaan (+20°C asteitta) tasaantumaan riippuen mittapään tasaantumisajasta (yleensä 5-10 h). Kuljetettaessa koeputkia tulee ne olla suojattuna lämpötilanvaihteluilta esimerkiksi lämpölaukussa. Tasaantumisaikat vaihtelevat myös betonin lujuudesta riippuen. Tasaantumisen jälkeen tehdään raportti, josta kirjataan ylös RH % (kosteus) ja T (lämpötila) sekä mittaussyvytydet ja mittauskohdat. Raportissa tulee ilmetä tulosten lisäksi johtopäätös, onko betoni tarpeeksi kuiva päällystettäväksi, mutta myös kuka mittauksen on suorittanut ja milloin sekä miten mittaus on suoritettu ja millä laitteistolla. Raporttiin kirjataan myös tarkka menetelmäkuvaus mittauksesta ja näytteenotto olosuhteista, näytteenottohetki, lukemien ottaminen sekä lämpötila. (Betonilattiarakenteiden kostudenhallinta ja päällystäminen, 2007)

9.2 Piiloon jäävät rakenteet

Rakentamisvaiheessa moni kosteustekninen rakenne jää piiloon rakennekerrosten alle. Piiloon jäävät rakenteet tulee tehdä rakenteellisesti oikein ja varmentaa dokumentoidusti kuvaten, jotta voidaan todentaa rakenteen olevan oikein tehty. Rakennekerrosten tulee toimia kosteusteknillisesti niin kuin ne on suunniteltu suunnitelmissa ja toteutus tulee olla sen mukainen. Näissä rakenteissa piilee virheen mahdollisuus, jos rakenteeseen pääsee ajan saatossa kosteutta kertymään, se ei välttämättä näy moneen vuoteen silmämääräisesti. Tällöin se on mahdollisesti aiheuttanut jo kosteusvaurion ja saattanut levitä laajemmalle alueelle ja aiheuttanut laajemman kosteusvaurion.

10 POHDINTA

Opinnäytetyötä kirjoittaessa huomasin, miten laaja on koko kosteudenhallintaprosessi rakennusalalla ja kuinka tärkeä se on tulevaisuudenkin kannalta. Työssä tavoitteena on tuoda tiivistetysti esille kosteudenhallinnan käsitettä ja sen toteutusta. Työtä tehdessäni huomasin, että monet rakennukset nykyään sääsuojataan, mikä luo paremmat olosuhteet rakentamiselle varsinkin haastavina vuodenaikoina. Opinnäytetyössä olleen kohteen kosteudenhallinnan toimintatavat sekä työmaalla niiden toteutus antoivat paljon uutta oppia ja näkemystä siitä, kuinka asiat hoidetaan.

Kirjoittaessani opinnäytetyötä opin paljon kosteudenhallinnasta, mutta pilottikohteessa työskennellessäni opin asiat käytännössä paremmin ja hahmotin kokonaisuuden sen laajuudesta. Työn aihe oli tulevaisuutta varten hyvin avartava, myös kosteudenhallinta on kehittynyt paljon jo opinnäytetyötäni kirjoittaessani. Rakennusalla tulen varmasti jatkossakin olemaan kosteudenhallinnan kanssa tekemisissä jatkuvasti, joten työn aihe oli hyvä itselleni.

Hyvänä tapana kosteudennäkökulmasta katsottuna huomasin työmaalla toteutettavan viikoittaisen kosteuskierroksen, väliaikaisen kosteuskatkon kerrosten väliin, millä loimme alempiin kerroksiin paremmat olosuhteet runkotöiden aikana. Myös tärkeänä oppina sain varmistaa kosteusmittaajan tekemät mittaukset ja hänen tekemänsä raportit. Työmaan tiukasta rakentamisen aikataulusta huolimatta, aikataulussa on huomioitu erittäin hyvin kuivumisajat.

LÄHTEET

Betonilattiarakenteiden kostudenhallinta ja päällystäminen. (2007). Haettu 2. 4 2021 osoitteesta <https://betoni.com/wp-content/uploads/2021/02/betonilattiarakenteiden-kosteudenhallinta-ja-paallystaminen-2007.pdf>

Congrid. (30. 9 2020). Congrid. Noudettu osoitteesta <https://www.congrid.fi/>

Congrid. (2021). Haettu 27. 3 2021 osoitteesta <https://www.congrid.fi/>

Eduskunta. (2013). eduskunnan kirjelmä 5/2013, rakennusten kosteus- ja homeongelmat. Noudettu osoitteesta https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/EduskunnanVastaus/Documents/ek_5+2013.pdf

Finnfoam. (2020). Käännetty katto. Noudettu osoitteesta <https://www.finnfoam.fi/kayttokohteet/ylapohja/kaannetty-katto>

Helsingin kaupunki, r. (2017). Hulevesien hallinta tonteilla. Noudettu osoitteesta https://www.hel.fi/static/rakvv/ohjeet/Hulevesien_hallinta_tonteilla.pdf

Home-VOC. (2019). Noudettu osoitteesta https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fhome-voc-oy.business.site%2F&psig=AOvVaw23Yf3xdxAs-BtH4IH6r050y&ust=1602324955409000&source=images&cd=vfe&ved=0CAM-QjB1qFwoTCJC1_pWkp-wCFQAAAAAdAAAAABAD

Kattoliitto. (2019). Toimivat katot. Noudettu osoitteesta https://www.kattoliitto.fi/wp-content/uploads/pdf/Toimivat_katot_2019_netti.pdf

Kostaudenhallinta.fi. (2015). Noudettu osoitteesta http://www.kosteudenhallinta.fi/attachments/article/205/Kosteudenhallinta_TOIMET_30092015.pdf

Kosteudenhallinta. (2020). Kosteudenhallintaselvitys. Noudettu osoitteesta <http://kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimenpiteet/kosteudenhallintaselvitys>

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

Merikallio, T. (2000). Rakennustieto, rakennustyömaan kosteudenhallinta ja sen suunnittelu. Noudettu osoitteesta <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020504.pdf>

Niemi, S. (2006). Betonirakenteiden päällystettävyyden arviointi kuntoon. Noudettu osoitteesta https://betoni.com/wp-content/uploads/2015/10/BET0604_s65-67.pdf

Niemi, S. (2010). Betonirakenteiden kosteden mittaaminen ja onnistunut päällystäminen. Haettu 2. 4 2021 osoitteesta <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK100401.pdf>

Peab (Ohjaaja). (1. 7 2019). Myyttejä rakentamisesta. (H. Järvinen, Esiintyjä) Noudettu osoitteesta <https://www.youtube.com/watch?v=0Xw9D8PB54k>

Peab. (2020). Peab Oy. Noudettu osoitteesta <https://peab.fi/peab/>

Peab Oy. (2020). Rakennusten kosteudenhallinta. Noudettu osoitteesta <https://peab.fi/nain-rakennamme/kosteudenhallinta/>

Pitkäranta, M. (2016). Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus, Ympäristöopas 2016. Noudettu osoitteesta http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf?sequence=1&isAllowed=y%20

Pursiainen, T. (2018). Kosteudenhallinta, kapilaarinen vedennousu. Noudettu osoitteesta <https://kosteus-mittaus.fi/kosteudenhallinta-kapilaarinen-vedennousu/>

Rakennuslehti. (2017). Noudettu osoitteesta <https://www.rakennuslehti.fi/2017/10/kosteudenhallintakoulutus-halutaan-pakolliseksi-tyomaille/>

Rakennuslehti. (2019). ss. <https://www.rakennuslehti.fi/mainos/kosteudenhallintakortti-kuuluisi-jokaisen-rakentajan-taskuun/>. Noudettu osoitteesta <https://www.rakennuslehti.fi/mainos/kosteudenhallintakortti-kuuluisi-jokaisen-rakentajan-taskuun/>

Rakennuslehti. (2019). Haettu 28. 3 2021 osoitteesta <https://www.rakennuslehti.fi/mainos/kosteudenhallintakortti-kuuluisi-jokaisen-rakentajan-taskuun/>

Rakennustieto. (2000). Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset . Noudettu osoitteesta https://www.rakennustieto.fi/sisaryl/sisaryl_tyoryhmat/tr12_puuverhoukset/kokous_250412/SisaRYL_2000.pdf

Rakennustieto. (2010). RT14-10984.

Rakennustieto. (2013). Rakennustyömaan sääsuojaus S-1232 sivu7. Noudettu osoitteesta <https://kortistot-rakennustieto-fi.lillukka.samk.fi/resource/juha/content/18040#page=1>

RALA. (2018). kuivaketju10.fi. Noudettu osoitteesta <http://kuivaketju10.fi/>

Seppälä ja Saari, P. (1. 1 2020). Rakennustekniikka kuivaketju10. Haettu 3. 27 2021 osoitteesta <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/teemat/kuivaketju10-vahentaa-merkittavasti-kosteusvaurioita.html>

Seppälä, S. (23. 9 2017). [kuivaketju10](http://kuivaketju10.fi) vähentää merkittävästi kosteusvaurioita. Noudettu osoitteesta <https://www.ril.fi/fi/rakennustekniikka/kuivaketju10-vahentaa-merkittavasti-kosteusvaurioita.html>

Siikanen, U. (2012). Rakennustieto. Noudettu osoitteesta <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK120401.pdf>

Sisäilmastoyhdistys. (2008). Pihantasaus ja sadevedet. Noudettu osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Kuivatusjarjestelmat/Pihantasaus-ja-sadevedet>

Sisäilmayhdistys. (2008). Kosteuslähteet. Noudettu osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuslahteet>

Sisäilmayhdistys. (2008). Maanvastainen betonilaatta. Noudettu osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Maanvastainen-betonilaatta>

Sisäilmayhdistys. (2008). Sisäilmayhdistys ry, kosteuden siirtyminen. Noudettu osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuden-siirtyminen>

Sisäilmayhdistys. (2012). Rakenteiden kuivattaminen. Noudettu osoitteesta <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>

Talotarkastus. (2020). Kosteusmittaus, kosteuden tutkimusmenetelmät. Haettu 28. 3 2021 osoitteesta <http://talotarkastus.fi/kosteusmittaus/>

Ympäristöministeriö. (2017). 728/2017 Luku3 §12. Haettu 28. 3 2021 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Ympäristöministeriö. (24. 11 2017). 782 2017 Luku1 §3. Haettu 28. 3 2021 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Ympäristöministeriö. (2017). 782/2017 Luku 3 §13. Noudettu osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Ympäristöministeriö. (2020). Rakennusten kosteustekninen toimivuus.

Ympäristöministeriö. (2015). Rakenteiden kosteustekninen käyttäytyminen. Noudettu osoitteesta www.ym.fi