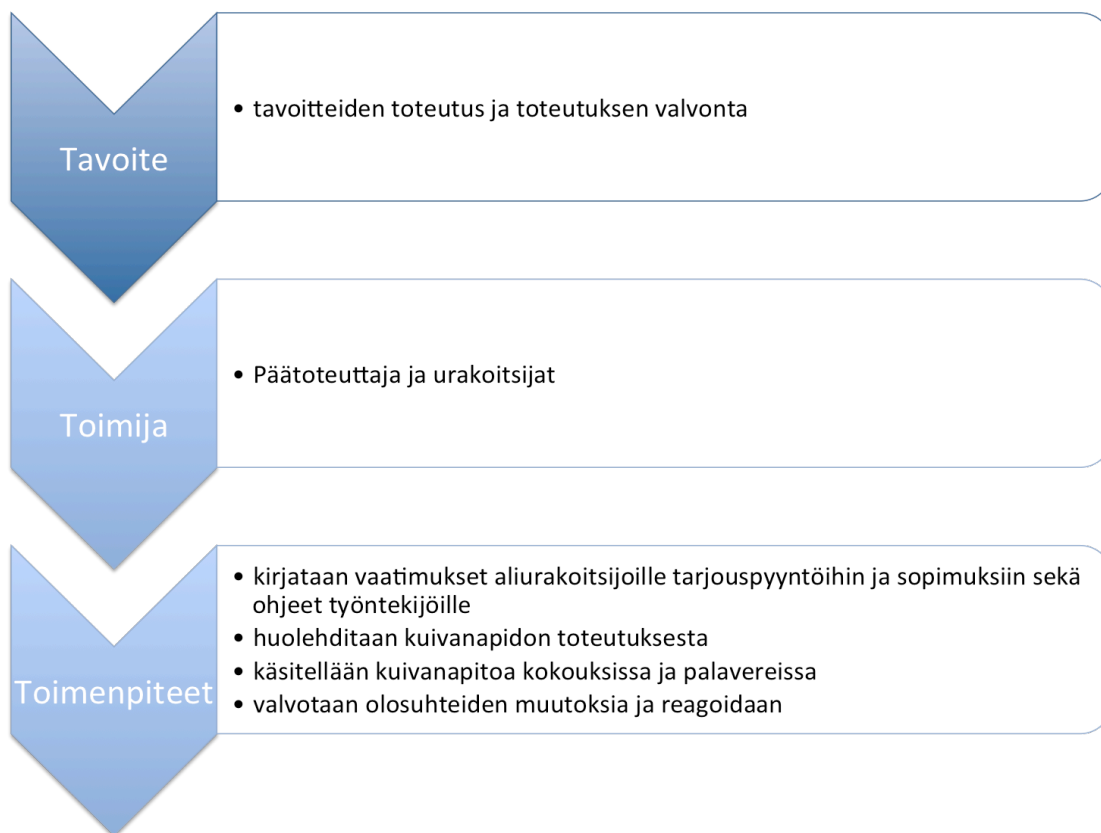


# VAIHEET

<b>Rakentamisvaihe</b>	<b>2</b>
Kosteudenhallintasuunnitelman noudattamisen valvonta	2
Työmaan suojaukset	3
Rakenteiden kuivatus	4
Kosteusmittaukset	6
Kosteudenhallinnan dokumentointi	7

## RAKENTAMISVAIHE

Rakentamisessa varmistetaan sopimuksenmukainen toteutus, tavoitteet täyttävä lopputulos sekä tarvittavat käyttö- ja ylläpitovalmiudet.



## KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMAN NOUDATTAMISEN VALVONTA

### Kaikkien vastuu

Kosteudenhallinnan yhtenä periaatteena on, että jokainen rakennustyömaalla työskentelevä henkilö on velvollinen huolehtimaan ja tiedostamaan omat vastuunsa, jotka oleellisesti liittyvät kosteudenhallintaan. Havaitsemistaan kosteusriskeistä tai vaurioista tulee ilmoittaa välittömästi työnjohdolle tai lähimmälle esimiehelle. Kosteusteknisiin asioihin liittyen on periaatteessa samanlainen ilmoitusvelvollisuus kuin työturvallisuushavainnoissakin.

### Kosteudenhallinnasta vastaavan nimeäminen

Työmaalle tulisi nimetä henkilö, joka vastaa kosteudenhallinnasta. Tällöin vastuu kosteudenhallinnasta kokonaisuutena olisi selkeästi määriteltä.

Kosteudenhallintavastaavan henkilön lisäksi työmaan kosteudenhallintasuunnitelman liitteestä, vastuunjakotaulukosta, tulee löytyä eri kosteudenhallinnan osa-alueista vastaavat henkilöt ja heidän kuittauksensa siitä, että he ovat ymmärtäneet vastuunsa ja tutustuneet kosteudenhallintaan liittyviin asiakirjoihin, ohjeisiin ja suunnitelmiin. Vastuunjakotaulukosta tulisi löytyä työmaan kosteudenhallinnasta vastaavan henkilön tietojen lisäksi suunnittelijoiden, lvi-urakoitsijan, runkourakoitsijan ja muiden kosteudenhallintaan oleellisesti liittyvien urakoitsijoiden ja henkilöiden tiedot ja kuittaukset.

Kosteudenhallinnasta vastaavan henkilöt tehtävät kosteudenhallinnassa:

- työmaan kosteudenhallintasuunnitelman tarkastaminen ja hyväksyttäminen tilaajalla
- sopimusten ja suunnitelmanmukaisuuden sekä työmenetelmien valvominen
- kosteusteknisen toteutuksen laadun valvominen
- rakenteiden kuivumisaika-arvioiden ja -aikataulun noudattamisen seuranta ja valvominen
- osallistuminen kosteusteknisesti riskialttiiden työvaiheiden aloituspalaveriin
- malliasennusten tarkastaminen
- kosteusmittausten valvonta ja kosteusmittausraporttien tarkastaminen
- katselmuksiin osallistuminen ja tarpeen vaatiessa katselmustarpeiden ilmoittaminen osapuolille
- hankkeen työmaa-aikainen dokumentointi ja valokuvaus.

#### **Valvontasuunnitelma**

Tilaajan valvojan tehtävänä on yksityiskohtaisen valvontasuunnitelman laatiminen. Valvontasuunnitelman tulee sisältää tarkastusmenettelyt tilaajan vaatimalle työmaa-aikaiselle kosteudenhallinnalle. Valvontasuunnitelmaan tulee sisältyä myös kosteusteknisen laadunvarmistuksen tarkistuslista. Valvonnan tehtävänä on myös hankkeen päätoteuttajan, joka on useimmiten pääurakoitsija hankkeessa, laatiman työmaan kokonaisuutta koskevan kosteudenhallintasuunnitelman tarkastaminen ja kommentointi.

Tilaajan valvojan on valvottava rakennusaikaisen kosteudenhallinnan toteutumista suunnitellulla tavalla ja reagoitava nopeasti, jos poikkeamia ilmenee. Poikkeamat ja niistä aiheutuvat toimenpiteet tulee kirjata rakennustyön tarkastusasiakirjaan. Koska laiminlyödyistä kosteudenhallinnasta saattaa aiheutua tuleville rakennuksen käyttäjille terveydellistä haittaa, on vähäistä suuremmasta poikkeamasta ilmoitettava rakennusvalvontaviranomaiselle viipymättä, jotta rakennusvalvontaviranomainen voi varmistua, että terveydellisen haitan estämiseksi tarvittavat selvitykset ja toimenpiteet käynnistetään viipymättä. Vähäistä suurempana poikkeamana on pidettävä esimerkiksi sitä, kun sellaiset rakennustuotteet tai rakenteet kastuvat, joiden ei ole kosteudenhallintasuunnitelmassa sallittu kastuvan.

#### **Dokumentointi**

Kaikista kosteudenhallintaan liittyvistä mittauksista, havainnoista, mahdollisista vesivahingoista sekä poikkeustapauksista laaditaan asianmukaiset ja tarvittavat pöytäkirjat, jotka dokumentoidaan rakennuksen tulevaa käyttöä varten. Poikkeamat ja niistä aiheutuvat toimenpiteet tulee kirjata rakennustyön tarkastusasiakirjaan.

#### **Rakennusvalvonta**

Rakennusvalvonta valvoo rakennustyönaikaisen kosteudenhallinnan suunnitelmien toteutumista ja terveellisyyden kannalta vaadittujen tavoitteiden saavuttamista ja todentamista rakennusluvassa määrättyjen rakennustyönaikaisten katselmusten yhteydessä tai erillisten, vain kosteudenhallintaan liittyvien työmaakäyntien yhteydessä.

### **TYÖMAAN SUOJAUKSET**

Rakenteiden suojaaminen sisältää valmistuvan rakennuksen riskialttiiden ja kosteudesta vaurioituvien rakennusosien suojaamisen sekä varastoinninaikaisen materiaalin suojaamisen. Rakenteiden suojaaminen kosteudelta on aina tehokkaampaa kuin rakenteiden kuivattaminen. Taloudellisin tapa suojata rakenteet

kosteudelta on käyttää rakennuksen omia rakenteita. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista, joten työmaalla joudutaan turvautumaan väliaikaisiin ratkaisuihin.

### **Suojauksen valitseminen**

Koko rakennuksen sääsuojaukseen vaikuttaa paljon minkälaista kohdetta ollaan rakentamassa: onko rakennus uudis- tai korjausrakennuskohde. Myös rakennuksen muilla ominaisuuksilla, kuten sijainnilla, muodolla, koolla ja vaurioitumisherkkyydellä, on vaikutusta suojaustason valintaan. Suojauksen suunnittelussa tulee miettiä pystytäänkö koko rakennus huputtamaan kustannustehokkaasti vai vain osa kerrallaan tai pystytäänkö rakennus suojaamaan erilaisia peitteitä käyttäen.

### **Sääsuojauskalusto**

Rakentamisessa käytettävään sääsuojakalustoon kuuluvat sääsuojat, suojapeitteet sekä julkisivusuojat. Suojapeitteitä käytetään väliaikaisina ratkaisuin kun muilla suojuuksilla ei voida varmistaa rakenteiden asianmukainen suojaus. Suojapeitteiden avulla on mahdotonta suojata rakenteet tiiviisti ja saumattomasta, sillä ongelmana on aina peitteiden saumat ja niistä rakenteisiin vuotava vesi.

Suojapeitteiden ominaisin käyttökohde onkin lähinnä varastoitavien rakennusmateriaalien ja elementtien suojaaminen. Rakennuksen runkovaiheen aikana on kuitenkin tilanteita, joissa peitteiden käytöllä saavutetaan hyötyjä kosteusrasitusten pienentämiseksi. Tällaisia käyttökohteita ovat esimerkiksi betonisandwich-elementtien asennusaikainen yläpäiden eristeen suojaus tai avoimen holvin suojaaminen sateelta.

### **Sääsuojat**

Sääsuojat ovat pääasiassa teräs- tai alumiiniristikkorunkoisia rakenteita, jotka kootaan työmaalla. Sääsuojan avulla voidaan suojata tehokkaasti rakenteilla olevan rakennuksen holvi tai matala rakennus voidaan suojata kokonaan. Sääsuojilla voidaan saada kokonaistaloudellista hyötyä ja samalla pystytään parantamaan työolosuhteita ja työturvallisuutta. Myös lumitöiden ja mahdollisten sulatusten määrä vähenee, ja rakennus pysyy suojassa myös sateelta ja säästyään aikaa viedältä kuivatuksesta. Sääsuojien haittana on sääsuojakaton purkaminen nostojen tieltä pois.

Sääsuojaus on hyvä tapa suojata rakennus korjausrakentamisessa, kun rakennusta korotetaan, vesikatto uusitaan tai julkisivu korjataan. Näissä rakennustilanteissa isoja nostoja on vähän ja suojan kattoa joudutaan harvoin aukaisemaan.

## **RAKENTEIDEN KUIVATUS**

### **Kosteuden siirtyminen**

Rakenteiden kuivuminen tapahtuu fysikaalisten kosteudensiirtymisilmiöiden vaikutuksesta. Kosteus voi siirtyä painovoimaisesti, kapillaarisesti, diffuusiolla tai kosteuskonvektiolla. Rakenteiden kuivatuksessa menetelminä ovat kuitenkin useimmiten luonnollinen kuivuminen, lämpötilan nostaminen, lämpötilaeron luominen, ilmavirran luominen ja mahdollinen koneellinen kuivaaminen esimerkiksi kostedenerottimilla.

### **Kosteuden poistuminen**

Kosteuden poistumiseen rakenteista vaikuttaa merkittävästi lämpötila ja rakennetta ympäröivä ilman suhteellinen kosteus. Ilman suhteellisen kosteuden tulee olla riittävän alhainen, jotta rakennuksessa oleva ilma pystyy vastaanottamaan rakenteista poistuvaa kosteutta. Tämän lisäksi rakenteiden kuivumisnopeus riippuu rakenteissa käytettyjen materiaalien kosteudensiirto-ominaisuuksista.

## **Kuivatus**

Kuivatukseen liittyvät oleellisesti

- tavoiteolosuhteet
- ulkoilman olosuhteet ja niiden suhde kriittisiin työvaiheisiin, kuten ruiskutasoitetyöt, pintabetonilattiat ym.
- lisälämmityksen ja koneellisen kuivatuksen tarve
- alueellisen kuivatussuunnitelman tarve.

Kuivatuksen tarkoituksena on poistaa mahdollisimman paljon kosteutta mahdollisimman vähällä lisälämmittämällä. Tiloissa, joissa käytetään lämmittämiä kuivaamiseen, on oltava myös tehokas ilmanvaihto. Kuivatusprosessi koostuu kolmesta tekijästä: ilman suhteellisen kosteuden alentamisesta, rakenteen lämpötilan kohottamisesta sekä ilman liikkumisesta rakenteen pinnalla.

Lämpötilan nostaminen on tehokkain tapa nopeuttaa rakenteiden kuivumista, kuitenkin unohtamatta vuodenajan ja vallitsevien sääolosuhteiden vaikutusta kuivamiseen. Sisäilman lämpötilaa nostamalla saadaan ympäröivän ilman RH laskemaan ja samalla myös rakenteiden lämpötila nousemaan, jolloin niiden kosteutta siirtävä voima tehostuu. Rakenteita kuivattaessa sisäilman lämpötilan olisi hyvä olla vähintään +20 °C ja ilman RH korkeintaan 50 %.

### **Vuodenaikojen vaikutus**

Työmaan kuivatusta suunniteltaessa tulee aina ottaa huomioon vuodenaajat. Talvella rakenteet saa parhaiten kuivatettua nostamalla sisätilan lämpötilaa. Riittävä lämpö ajaa kosteutta pois rakenteista ja pitää sisäilman suhteellisen ilmankosteuden riittävän alhaisena. Loppusyksystä ja keväällä rakenteiden kuivumista edistää myös lämpötilan nosto, mutta tällöin olisi syytä tehostaa myös ilmanvaihtoa. Kesällä ja alkusyksystä ulkoilman ilmankosteus voi olla niin suuri, että ilman kuivuminen edellyttää erillisten kosteudenkerääjien käyttöä. Kosteudenkerääjien käyttö edellyttää kuitenkin huolellista osastointia, jotta kosteudenkerääjät eivät kerää ulkoilman kosteutta, vaan rakenteista vapautuvaa kosteutta.

### **Kuivatusmenetelmän valitseminen**

Kosteudenpoistajat tai säteilylämmittimet voivat olla toimivia yksittäisten pienialaisten alueiden kuivattamisessa tai kosteuden poistamisessa rakennuksen joistakin osista, mutta yleisesti ottaen rungon kuivattaminen näillä menetelmillä ei ole toteutusaikana järkevää. Mikäli rakennuksen runkoa halutaan kuivattaa on helpointa, että rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä otetaan käyttöön mahdollisimman nopeasti. Tällöin tarve väliaikaisten kuivatusjärjestelmien ja -laitteiden käytölle pidetään vähäisimpänä.

Kuivatusmenetelmää valittaessa on varmistettava, että

- sisäilmassa on riittävästi kapasiteettia vastaanottaa kosteutta rakenteista
- sisäilman lämpötila on riittävä
- sisäilma vaihtuu riittävän usein

Mikäli turvaudutaan lisälämmitysjärjestelmään, on se mitoitettava tehokkaammaksi kuin tarvittaisiin, koska rakenteilla olevassa rakennuksessa on vielä lämpövuotokohtia tai tarvittaessa lämpötilaa voidaan nopeasti nostaa käyttämättömän tahon avulla.

Ilmalämmitys on monipuolinen lämmitysmuoto. Ilmalämmitystä voidaan käyttää sekä lämmitykseen että ilmanvaihtoon. Lisäksi se soveltuu myös laajempien alueiden lämmitykseen huonekohtaisen lämmityksen ohella. Kosteudenpoisto ilmasta voidaan suorittaa menetelmällä, jossa ilma otetaan ulkoilmasta, lämmitetään ja puhalletaan kuivattavaan tilaan. Tämän jälkeen tila vielä tuuletetaan, jolloin kostea ilma saadaan

pois tilasta. Myös lämpösäteilyä voidaan käyttää hyväksi rakenteiden lämmittämisessä.

## **KOSTEUSMITTAUKSET**

### **Kosteusmittaussuunnitelma**

Oleellinen osa kosteusmittauksia on kosteusmittausten suunnittelu osana kosteudenhallintasuunnitelmaa. Kosteusmittaussuunnitelmassa määritellään mm. seuraavat asiat:

- kohteessa tehtävät mittaukset
- mittausmenetelmä ja käytetty kalusto
- mittauslaitteiden kalibrointi
- henkilösertifioitu kosteusmittaaja, jolla riittävästi kokemusta kosteuksien mittaamisesta
- mittausten aikataulu, laajuus ja missä tarvittavat mittauspisteet sijaitsevat

Kosteusmittaussuunnitelman laatii kosteudenhallinnasta vastaava taho, vastaava työnjohtaja tai asiantuntija, esimerkiksi sama henkilösertifioitu kosteusmittaaja, joka mittauksetkin suorittaa.

### **Mitä mitataan**

Kosteudenhallintaan ja kosteusmittauksiin liittyviä mittaustapoja ovat sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaukset sekä rakennekosteusmittaukset. Työmaan sisäilman lämpötila- ja kosteusmittaustuloksien perusteella voidaan tehdä päätös mahdollisesta sisälämpötilan nostamisesta tai laskemisesta. Mittaukset tukevat myös päätöksiä siitä tulisiko ilmanvaihtoa lisätä tai vähentää sekä mahdollisesti ottaa ilmankuivaajia käyttöön.

### **Mistä mitataan**

Kosteustarkastuskierroksilla rakenteissa havaitut kosteat kohdat tulee dokumentoida riittävällä tarkkuudella kosteusmittausten suunnittelun tueksi. Kosteusmittaukset tulisikin suorittaa juuri näistä kohdista. Kun mittaukset tehdään kohdista, joihin kosteutta on kertynyt eniten, voidaan varmistua tarpeeksi siitä, että myös rakenteen muut kohdat ovat riittävän kuivat. Oikeiden mittauskohtien valinta tuo siten lisävarmuutta kosteusmittausten tuloksiin.

Kosteuden mittaamiseksi rakenteeseen joudutaan poraamaan mittaussreikä tai ottamaan koepaloja. Tällöin rakenteeseen jää näkyviä jälkiä. Koska mittaukset rikkovat mitattavia rakenteita ja ovat suhteellisen vaativia, mittauspisteiden lukumäärä pidetään rajallisena. Mitattavat kohdat valitaan esimerkiksi pintakosteusmittausten, riskiarvioiden ja aistihavaintojen avulla. Lisäksi voidaan tehdä lisämittauksia tai perustaa mittauskohtien valinta täysin aiempien vastaavien rakenteiden mittauskokemuksille. Tavoitteena on kyetä valitsemaan rakenteen todellista kosteutta edustava mittauspiste.

### **Mittausajankohdat**

Ensimmäinen rakennekosteusmittaus tulisi tehdä heti, kun rakennuksen vaippa on saatu suljettua ja kohteeseen on saatu lämmöt päälle. Tällöin saadaan käsitys rakenteiden sen hetkisestä kosteustilasta ja mahdollisesta kuivatustarpeesta. Rakenteista tehtävien seurantamittausten avulla seurataan, onko rakenteiden kuivuminen edennyt toivotussa aikataulussa. Seurantamittaukset on syytä tehdä tapauksesta ja olosuhteista riippuen joko kaksi viikkoa ennen päällystämistöiden aloitusta tai tarvittaessa useamminkin. Viimeinen, kattavampi ja tarkempi, mittaus

ennen päällystystyön aloitusta viimeisteleä seurannan varmistamiseksi, että rakenne todellakin on kuiva ja päällystettävissä.

Rakennusaikana kosteusmittaukset tehdään betonirakenteille, mutta mittauksia voidaan tehdä muillakin materiaaleille. Yleensä betonirakenteet, joille tehdään kosteusmittaus, päällystetään tai pinnoitetaan. Betonirakenteiden tulee alittaa pinnoitusmateriaalin asettama alustan suhteellisen kosteuden yläraja, jotta pinnoitusmateriaali ei vaurioituisi, tai rakenteeseen syntyisi kosteusvauriota myöhemmässä vaiheessa. Betonin kosteuden mittauksessa tulee olla tarkka. Virheet mittauksessa voivat aiheuttaa turhaa odottelua tai johtaa kosteusvaurioon. Kosteusmittauksiin on hyvä ryhtyä hyvissä ajoin ennen pinnoitus- ja päällystystöitä.

#### **Mittausten suorittaminen**

Rakennekosteusmittaukset tehdään yleensä mittaamalla rakenteeseen poratusta mittausreiästä tai rakenteesta otetusta koepalasta suhteellinen kosteus. Mittaustyöhön tulee käyttää kalibroituja mittalaitteita ja mittaustyössä tulee olla erityisen huolellinen. Mittaajalla tulee olla riittävät tiedot mittalaitteen toimintatavoista, mittaustuloksiin vaikuttavista tekijöistä sekä mitattavan rakenteen tai materiaalin toimivuudesta ja ominaisuuksien vaikutuksesta mittaukseen.

#### *Pintakosteusmittari*

Pintakosteusmittarilla voidaan mitata materiaalin arvioitua kosteutta pintamateriaalia rikkomatta. Mittarin toiminta perustuu kuivan ja kostean materiaalin sähkönjohtavuuden eroihin. Mittauksia tehtäessä pintakosteudenmittarilla tulokset ovat vain suuntaa-antavia, koska rakenteen materiaalien, rakenteessa olevien raudoitteiden tai vesi- ja sähköjohtojen vuoksi materiaalin sähkönjohtavuus voi poiketa mittarin käyttämästä oletuksesta. Mittarin tulokset voivat osoittaa kosteampia tai kuivempia arvoja kuin mitä materiaali todellisuudessa on. Pintakosteusmittarilla suoritettavat mittaukset joudutaan vielä varmistamaan mittaustavoilla, jotka eivät ole yhtä häiriöherkkiä.

#### *Kuivatus-punnitusmenetelmä*

Kuivatus-punnitusmenetelmällä kohteesta otettu mahdollisimman häiriintymätön materiaalinäyte punnitaan. Punnituksen jälkeen materiaalinäyte kuivataan ja punnitaan uudelleen. Materiaalin absoluuttinen kosteuspitoisuus saadaan punnitustulosten erotuksena. Menetelmä on luotettavampi kuin kolme edellä esiteltyä menetelmää, mutta tulos ei kerro koepalan tai rakenteen suhteellista kosteutta.

#### *Laitteisto*

Suhteellisen kosteuden mittalaitteistoon kuuluvat mittauspää ja näyttölaite, sekä kaapeli, jolla mittauspää yhdistetään laitteeseen. Mittauspään sisällä on kosteus- ja lämpötila-anturit. Suhteellinen kosteus mitataan puhdistetuista ja tiivistetyistä mittausreiästä. Mittausreiät porataan mitattaviin kohtiin, reiät puhdistetaan ja reikiin asennetaan mittausputket. Mittausputken ja betonin sauma sekä mittausputken avoin pää tiivistetään. Reikien kosteuden annetaan tasaantua 3-7 päivää, jonka jälkeen mittauslaitteiston mittauspää asennetaan ja tiivistetään mittausputkiin. Mittausreikien kosteuden annetaan tasaantua vähintään puolen tunnin ajan. Tämän jälkeen mittauspää kytketään näyttölaitteeseen ja lukema kirjataan mittauspöytäkirjaan.

### **KOSTEUDENHALLINNAN DOKUMENTOINTI**

Yksi kosteudenhallinnan tärkeimmistä dokumenteista on mittauksista saatavat mittausraportit. Mittausraportit tulee säilyttää huolellisesti esimerkiksi kosteudenhallintasuunnitelman yhteydessä.

Mittaustulokset on esitettävä siten, että raportin lukija ymmärtää, millä menetelmällä, millaisesta rakenteesta, miltä syvyydeltä ja milloin mittaus on suoritettu. Raportissa tulee myös ilmetä mittauksen aikana vallinneet olosuhteet.

Mittausraportin tulee sisältää vähintään seuraavat tiedot:

- mittauskohdetiedot (työmaan osoite ja päätoteuttajan yhteyshenkilö yhteystietoineen)
- mittaajan yhteystiedot
- kohteen kuvauksen (hankkeen yleistiedot, rakenneratkaisu, betonilaatu, valupäivä jne.)
- piirroksen tai valokuvia mittauskohdista, joilla mittausten suorituskohta on jäljitettävissä myöhemminkin. Yksi tapa on piirtää pohjakuva, jossa on esitetty mittauspisteet etäisyyksineen ympäröivistä rakenteista
- käytetyt mittalaitteet (laitetyyppi ja kalibrointiaika)
- menetelmäkuvaus (porauspäivä, mittausreiän puhdistus- ja tiivistystoimenpiteet, mittapäiden asennushetki, tasaantumisasajat ja lukemien ottohetki)
- sisä- ja ulkoilman lämpötila ja suhteellinen kosteus
- mittaussyvytydet
- mittaustulokset (rakenteen suhteellinen kosteus, lämpötila, vesihöyrösisältö ja absoluuttinen kosteus)
- mittaustarkastelu (mittaukseen liittyvät mahdolliset virhetekijät)
- tulosten tulkinta
- johtopäätökset.

Mittaustulosten lisäksi dokumentointiin kuuluu kaikkien kosteudenhallintaan liittyvien dokumenttien, asiakirjojen ja ohjeiden säilytys ja niiden oleellisten osien kerääminen esimerkiksi rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeiden yhteyteen.