



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Kosteusmittaus

Tarja Merikallio, diplomi-insinööri
Toimitusjohtaja, Humittest Oy
tarja.merikallio@humittest.inet.fi

1 Kiinteistöjen kosteusmittaukset

Kiinteistöissä tehtävissä kosteusmittauksissa mitataan sisäilman tai rakenteiden kosteutta. Kosteusmittauksia tehdään sekä rakennusaikana että valmiista rakennuksista. Rakennusaikaisilla kosteusmittauksilla seurataan kuivumisolosuhteita sekä varmistetaan rakenteiden riittävä kuivuminen. Valmiissa rakennuksissa kosteusmittauksia tehdään lähinnä kuntoarvioiden ja -tutkimusten sekä kosteusvauriotutkimusten ja korjausten yhteydessä.

1.1 Rakennusaikaiset kosteusmittaukset

Rakennustyömaalla kosteusmittauksia tehdään erityisesti niistä rakenteista, jotka päällystetään kosteuserkällä materiaalilla. Ennen päällystystyöhön ryhtymistä alustana olevan materiaalin suhteellisen kosteuden on alitettava päällystämateriaalin edellyttämä raja-arvo. Koska rakennusmateriaalien kuivumisnopeudet riippuvat monesta tekijästä, riittävä kuivuminen voidaan varmistaa vain mittaamalla. Suhteellisen kosteuden mittausta vaatii erityistä huolellisuutta, sillä virheellinen mittausta voi helposti johtaa turhaan odotteluun tai myöhemmin syntyvään kosteusvaurioon. Koska runkorakenteiden, esimerkiksi betonin, kuivuminen tahdistaa työmaan sisävalmistusvaihetta merkittävästi, tulee kosteusmittauksiin ryhtyä ajoissa ennen päällystystyöhön ryhtymistä [1]. Mittauksilla voidaan seurata, kuivuuko rakenne suunnitellun aikataulun mukaisesti ja tarvittaviin lisäkuivatus toimiin voidaan ryhtyä ajoissa.

Paitsi päällystettävistä rakenteista rakennustyömaalla tehdään kosteusmittauksia rakennusaikana mahdollisesti kastuneista muista rakenteista, joihin kerääntynyt kosteus voi aiheuttaa kosteusvaurion. Tällaisia kohteita ovat mm. keroksellisten rakenteiden eristetilat (julkisivun eristetilä, väestösuojan kattorakenteen eristetilä, uivan lattiarakenteen eristetilä jne.).

Rakenteiden riittävä työmaa-aikainen kuivuminen edellyttää hyviä kuivumisolosuhteita. Rakennuksen eri tiloissa tehtävillä ilman lämpötila- ja kosteusmittauksilla varmistetaan kuivatuksen teho. Mittaustulosten perusteella voidaan päättää ilmanvaihdon tehon lisäämisestä tai vähentämisestä sekä mahdollisten ilman-kuivaajien käytöstä. Esimerkiksi betonin kuivuminen hidastuu, kun ilman suhteellinen kosteus on yli 50 %. Tällöin ilmanvaihtoa lisätään tai käytetään ilmankuivaajia. Jos arvo putoaa 20–30 %:iin, rakenteiden kuivuminen ei merkittävästi nopeudu. Tällöin ilmanvaihtoa voidaan supistaa, jolloin energiankulutus pienenee. [2].

1.2 Kiinteistön käytönaikaiset kosteusmittaukset

Rakennusten kuntoarvioiden ja erilaisten kosteuskartoitusten yhteydessä tehtävät kosteusmittaukset rajoittuvat yleensä ainetta rikkomatomiin pintakosteudenosoittimilla tehtäviin mittauksiin sekä sisäilman suhteellisen kosteuden mittauksiin. Myös pienimuotoiset rakenteiden sisältä tehtävät suhteellisen kosteuden mittaukset voivat joskus tulla kyseeseen.

Jos kuntoarvion yhteydessä löydetään normaalista poikkeavia kosteita kohtia, tutkimuksia joudutaan usein jatkamaan mahdollisen vaurion syyn ja laajuuden kartoittamiseksi. Jatko-tutkimukset vaativat yleensä ainetta rikkovia toimenpiteitä, kuten porareistä tai materiaalinäytteestä tehtäviä mittauksia.

Kosteusvauriotutkimuksen lähtökohtana voi myös olla näkyvä vaurio tai epäily terveyshaitta (mikrobit, emissiot). Rakenteista tehtävien kosteusmittausten lisäksi kosteusvauriotutkimuksiin kuuluu oleellisena osana sisäilman ja ulkoilman kosteusmittaukset.

Myös kiinteistöissä sattuneiden vesivahinkojen laajuus ja kuivatusarve selvitetään kosteusmittauksiin. Jos rakenteita joudutaan vesivahingon jälkeen kuivattamaan, kuivumisen etene-mistä seurataan ja lopuksi riittävästä kuivumisesta varmistutaan rakennekosteusmittauksiin.

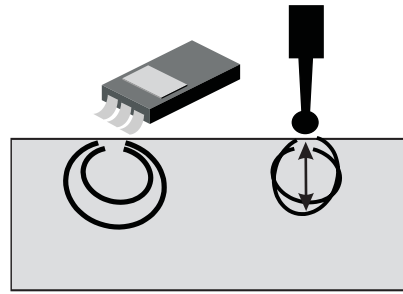
2 Kosteusmittauslaitteet ja niiden käyttö

2.1 Pintakosteudenosoittimet

Pintakosteudenosoittimet eli pintakosteusmittarit ovat ainetta rikkomattomia rakenteiden kosteustilan selvittämiseen tarkoitettuja laitteita. Pintakosteudenosoittimia on useita erityyppisiä. Laitteiden toiminta perustuu mitattavan materiaalin vesipitoisuuden muuttuessa tapahtuviin materiaalin sähköisten ominaisuuksien (sähkövastus, sähkönjohtavuus, kapasitanssi, dielektrisyys) muutoksiin. Valmistaja on yleensä asettanut mittalaitteisiin valmiiksi joidenkin materiaalien tiettyjä sähköisiä ominaisuuksia vastaavan kosteuspitoisuuden painoprosentteina. Mittalaitteiden toimintaperiaatteista sekä rakennusmateriaalin ominaisuuksien vaihtelun vuoksi mittaustuloksia voidaan pitää lähinnä suunta-antavina. Eri laitteiden välillä voi olla suuria eroja. Samannäköiset mittalaitteet voivat antaa samasta kohdasta mitattaessa eri lukuarvoja. Myös saman rakennusmateriaalityypin eri laatuojen ominaisuuserot voivat vaikuttaa merkittävästi mittaustulokseen. Esimerkiksi toiset muovimatot, tasoiheet ja betonit johtavat sähköä paremmin kuin toiset, mikä vaikuttaa mittalaitteen antaman kosteuslukeman suuruuteen. Rakenteiden pinnan läheisyydessä olevat raudotteet, vesiputket, sähköjohdot, vesieristemassojen vahvikekankaat yms. voivat lisääntyvän sähkönjohtavuuden vuoksi kasvattaa huomattavasti mittalaitteen antamaa kosteuslukemaa.

Pintakosteudenosoittimet soveltuvat tilanteeseen, jossa rakenteista haetaan mahdollisia kosteampia kohtia. Niillä voidaan esimerkiksi paikallistaa kylpyhuoneiden muovimaton tai tapetin alla mahdollisesti oleva normaalia suurempi kosteus. Nimensä mukaisesti laitteet määrittävät vain rakenteiden pintaosien ominaisuuksia. Ne eivät pysty havainnoimaan syvemmällä rakenteessa olevaa kosteutta eivätkä ilmoita, missä rakennekerroksessa kosteutta on. Esimerkiksi rakenteissa, joissa vedeneristeen päällä on laatoitus, pintakosteudenosoittimella ei voida todeta, onko kosteus vedeneristeen päällä vai alla. Myös rakenteissa olevat ilmaraot heikentävät mittalaitteen kosteuden löytökykyä merkittävästi. Mitattavan pinnan karheus ja epätasaisuus voivat suurentaa mittaustulosten hajontaa.

Pintakosteudenosoittimella ei voi määrittää todellisia kosteuspitoisuusarvoja, vaan epäilyttävissä tapauksissa tulee käyttää tarkempia tutkimusmenetelmiä tai avata rakenteita mahdollisen vaurion selvittämiseksi. Pintakosteudenosoittimella tehtyjen määritysten perusteella ei



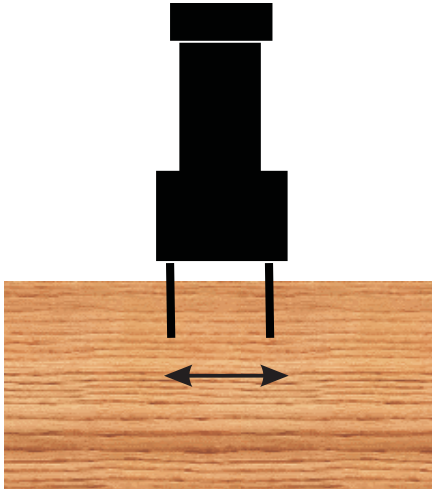
Kuva 1. Pintakosteudenosoittimien toiminta perustuu mitattavan materiaalin vesipitoisuuden muuttuessa tapahtuviin materiaalin sähköisten ominaisuuksien muutoksiin.

pidä tehdä rakenteiden purku- tai päällystettyvyyttä päätöksiä eikä seurata betonirakenteiden kuivumista.

2.2 Piikkimittari

Puun kosteusmittauksessa käytetään yleisesti menetelmää, jossa kosteusmittaus perustuu kahden puuhun lyötävän metallielektrodirin välisen konduktanssin mittaamiseen. Mittalaitteet antavat tuloksen yleensä painoprosentteina. Menetelmää voidaan pitää suhteellisen luotettavana mitattaessa rakentamisessa yleisesti käytettäviä puulajeja. Puu on selvästi homogeenisempi materiaali kuin esimerkiksi betoni, jolloin myös sen sähkövastuksen ja kosteuden välinen yhteys on helpompi määrittää. Mittaus tehdään niin, että piikit ovat mitattavan puun samassa syvyssä eli syyn suuntaisesti. Mittauksissa on kuitenkin otettava huomioon, että eri valmistajien mittalaitteiden välillä on eroja, jolloin samasta kohdasta eri laitteella mitattaessa voidaan saada erilaisia tuloksia. Lisäksi kaikki sähkönjohtavuuteen vaikuttavat tekijät, esimerkiksi suolat, kemikaalit ja metallit, voivat muuttaa tulosta.

Menetelmällä voidaan mitata myös muita materiaaleja. Kiviperäisiä materiaaleja (tiili, betoni, kevytbetoni jne.) mitattaessa elektrodeja varten tulee porata reiät sopivan välimatkan päähän toistaan. Betonin kosteutta mitattaessa ongelmana on mittaustulosten tulkinta, sillä eri betonilaatuojen suuri määrä ja betonin ominaisuuksien muuttuminen vaikeuttavat sähkövastuksen muuttamista betonin kosteuspitoisuudeksi. Lisäksi betonin lisäaineet ja rakenteessa olevat raudotteet voivat vaikuttaa mittaustulokseen.



Kuva 2. Puun kosteusmittauksessa yleisesti käytettävän piikkimittarin toiminta perustuu puuhun lyötävien metallielektrodien välisen konduktanssin mittaamiseen.

2.3 Kalsiumkarbidimittari

Kalsiumkarbidimittaria käytetään betonin kosteusmittaukseen. Menetelmässä betonista otetaan näytepaloja, jotka laitetaan metalliseen koepulloon yhdessä kalsiumkarbidijauhetta sisältävän lasiampullin kanssa. Koepulloon laitetaan lisäksi teräskuulia, jotka pulloa ravistettaessa rikkovat ampullin, jolloin kalsiumkarbidi pääsee reagoimaan betonissa olevan kosteuden kanssa. Pullon korkissa oleva painemittari mittaa pulloon syntyneen paineen. Taulukoista saadaan painetta vastaava betonin kosteuspitoisuus painoprosentteina. Menetelmää käytetään lähinnä betonin päällystettyyttä määrittäessä. Menetelmän etuna on nopeus. Ongelmana on kosteusarvon saaminen välillisesti paineen kautta painoprosentteina ja se, että tulosten tarkka tulkinta edellyttää betonin koostumuksen tuntemusta. Kaikille betonilaaduille ei ole olemassa muostotaulukoita. Lisäksi monet rakenteiden kosteuteen liittyvät raja-arvot ilmoitetaan nykyisin suhteellisena kosteutena (RH %). Painoprosenttien annettua kosteuskukeman muuttaminen erilaisten taulukoiden ja tasapainokosteusikäyrien avulla suhteellisen kosteuden arvoksi voi johtaa virheelliseen tulkintaan.

2.4 Kosteuspitoisuuden määrittäminen punnitus-kuivatusmenetelmällä

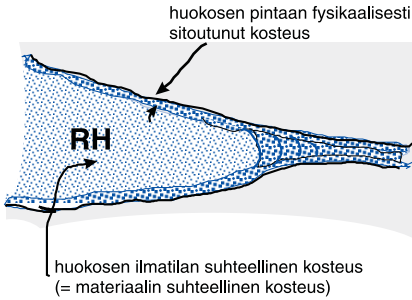
Useimmat materiaalin sähköisiä ominaisuuksia mittaavat kosteusmittarit (pintakosteudenosoit-

timet, piikkimittarit) antavat tulokseksi materiaalin kosteuspitoisuuden painoprosentteina. Tulos on kuitenkin välillinen ja se perustuu yleensä mittalaitteen valmistajan tietyille materiaaleille tekemiin tutkimuksiin. Materiaalin todellinen kosteuspitoisuus painoprosentteina saadaan ns. punnitus-kuivatusmenetelmällä, jolloin materiaalinäyte punnitaan kosteana, kuivataan (yleensä 105 °C) ja punnitaan kuivana. Kosteuspitoisuus saadaan kostean ja kuivan näytteen painojen erotuksen ja kuivan näytteen painon suhteena. Menetelmän käyttöön liittyy virhemahdollisuuksia lähinnä näytteenotossa, näytteiden säilytyksessä ja punnituksessa.

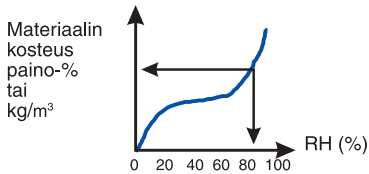
2.5 Kosteuspitoisuus painoprosentteina ja suhteellinen kosteus

Lähes kaikki rakennusmateriaalit ovat huokoisia. Huokoiset materiaalit pyrkivät hygroskoopipiseen tasapainokosteuteen ympäristön kanssa eli ne joko luovuttavat ympäristöön kosteutta tai vastaanottavat sitä ympäristöstä, kunnes materiaalin huokosten ilmatilan suhteellinen kosteus on sama kuin ympäristön. Materiaalin suhteellisella kosteudella (RH %) tarkoitetaan materiaalin huokosten ilmatilan suhteellista kosteutta (kuva 3). Huokosen ilmatilassa olevan kosteuden lisäksi huokosen pintaan on fysikaalisesti kiinnittynyt materiaalin kosteustilan mukaisesti eri määrä vesimolekyylejä. Koska erilaisilla materiaaleilla on erilainen huokosrakenne, niillä on myös erilainen kyky sitoa kosteutta. Miten paljon materiaalissa on kosteutta (kg/m^3 , paino-%) tietyssä tasapainotilassa (ilman RH %), saadaan selville punnitus-kuivatusmenetelmällä. Joillekin materiaaleille on laadittu hygroskoopipiset tasapainokosteusikäyrät (kuva 4), joista voidaan arvioida, paljonko materiaalissa on vettä (kg/m^3 , paino-%) tietyllä suhteellisen kosteuden arvolla ja päinvastoin.

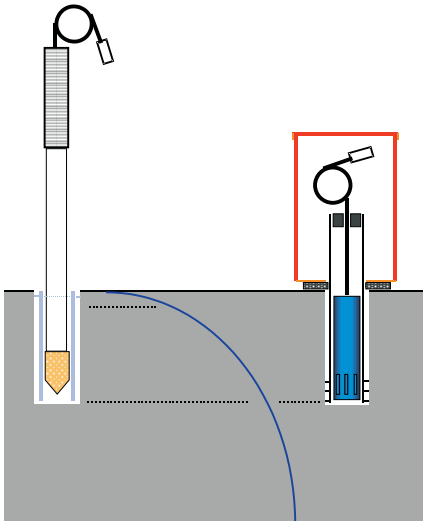
Hygroskoopipaisuudella tarkoitetaan materiaalin kykyä sitoa kosteutta ilmasta. Hygroskoopipiset tasapainokosteusikäyrät eivät ota huomioon materiaaliin esimerkiksi kapillaarisesti imeytyntä vettä. Siksi materiaalin todellista kosteuspitoisuutta (kg/m^3) on lähes mahdotonta määrittää muuttamalla materiaalin suhteellinen kosteus ja mittaamalla lukema kosteuspitoisuudeksi tasapainokosteusikäyrän avulla. Myös kosteuspitoisuuslukeman (paino-%, kg/m^3) muuttaminen tasapainokosteusikäyrien kautta suhteelliseksi kosteudeksi johtaa helposti virheelliseen lukemaan. Jos kosteusmittaustulokseksi halutaan materiaalin suhteellinen kosteus, mittaus on tehtävä suoraan esimerkiksi materiaaliin poratusta reiästä. Jos taas halutaan kosteuspitoisuus painoprosentteina, on mittaus tehtävä punnitus-kuivatusmenetelmää käyttäen.



Kuva 3. Huokoisessa materiaalissa haihtumiskykyistä kosteutta on sekä huokosen ilmatilassa että huokosen pintaan fysikaalisesti kiinnittyneenä.



Kuva 4. Periaatteellinen kuva huokoisen materiaalin hygroskooppisesta tasapainokosteuskäyrästä.



Kuva 5. Rakenteen suhteellisen kosteuden mittaus porareistä kapasitiivisilla mitta-antureilla.

Hygroskooppisia tasapainokosteuskäyriä voidaan käyttää vain antamaan tietoa materiaalien sisältämien vesimäärien suuruusluokasta sekä arvioitaessa esimerkiksi materiaalien kosteuskäyttäytymistä.

2.6 Yleisimmät suhteellisen kosteuden mittaamenetelmät

Ilman kosteus ilmoitetaan yleensä suhteellisenä kosteutena (RH) tietyssä lämpötilassa. Ilman suhteellisen kosteuden mittaamiseen on olemassa useita erilaisia ja eri valmistajien mittalaitteita. Yleensä mittaukset tehdään joko sähköisellä mittalaitteella tai hiushygrometrillä.

Perinteiset asuinhuoneiden seinällä olevat kosteusmittarit ovat ns. hiushygrometrejä, joissa mittalaitteen viisarin liike perustuu hiuksen muodonmuutoksiin kosteuden vaikutuksesta. Mekaanisessa hiushygrometrissä mittaustulos piiryy paperille, joka on vaihdettava mittaustuloksen jälkeen. Laitetyyppiin mukaan mittaustuloksen vuorokaudesta kuukauteen, minkä jälkeen koneisto on vedettävä. Laite soveltuu ilman suhteellisen kosteuden seurantaan ja esimerkiksi kuivumisolosuhteiden seurantaan. Hiushygrometrien etuna on yksinkertaisuus ja halpuus. Haittapuolena on kapea mittausalue (noin 20...70 % RH), epästabiilisuus sekä soveltumattomuus materiaalien kosteuden mittaamiseen.

Nykyisin suhteellista kosteutta mitataan pääsääntöisesti sähköisillä mittalaitteilla, jotka koostuvat yleensä mitta-anturista ja näyttölaitteesta. Anturityyppejä on useita, esimerkiksi kapasitiiviset mittaanturit, elektrolyytin sähköjohtavuuteen perustuvat anturit sekä kastepisteanturit. Anturit voivat olla kytkettyinä myös tiedonkeruulaitteeseen (loggeriin), jolloin mittaustulokset voi olla hyvinkin pitkiä.

Kapasitiiviset mittaanturit ovat yleisimpiä rakenteiden kosteusmittauksissa käytettävissä mittalaitteissa. Kapasitiivinen kosteusanturi koostuu kahdesta elektrodista ja niiden väliin sijoitetusta vesimolekyyleille herkästä materiaalista (muovi, polymeeri). Tämä materiaali sitoo kosteutta ympäröivästä ilmasta, mikä aiheuttaa kapasitanssin muutoksen. Kosteuden mukana tapahtuvat kapasitanssin muutokset johdetaan elektroniikalla laitteen näytölle. Antureiden etuna on niiden herkkyys, laaja mittausalue sekä stabiilisuus.

Suhteellisen kosteuden mitta-antureiden kalibrointi

Kosteusmittausanturit joutuvat usein vaihteleviin olosuhteisiin, mikä saattaa vaikuttaa niiden tarkkuuteen. Erilaiset kemikaalit, pöly ja lika voivat muuttaa anturin tarkkuutta huomattavasti. Mittauksen tarkkuuteen voidaan vaikuttaa

merkittävästi kalibroinnilla. Kalibroinnilla tarkoitetaan mittalaitteen näyttämän ja tunnetun vertailukosteuden eli referenssin eron määrittämistä. Referenssinä käytetään yleensä erilaisten suolojen kylläisten liuosten yläpuolista ilman tasapainokosteutta. Kalibroinnin tarkkuuteen vaikuttaa merkittävästi liuosten kunto sekä erityisesti lämpötila. Kalibroinnin jälkeen mittalaitte voidaan säätää kohdalle tai sille voidaan laskea korjauskertoimet. Joissakin mittalaitteissa anturin yksilölliset korjauskertoimet voidaan tallettaa näyttölaitteen muistiin.

Mittalaitteiden valmistajat suosittelevat yleensä, että anturit kalibroidaan pari kertaa vuodessa. Kalibrointiväliin vaikuttaa kuitenkin merkittävästi mittausten lukumäärä ja se mitä materiaalia on mitattu. Varsinkin betonin kosteusmittauksia tehtäessä anturit olisi hyvä kalibroida suosituksia useammin. Tarkoissa tutkimuksissa kalibrointi tulisi suorittaa ennen ja jälkeen jokaisen mittauksen.

3 Rakenteiden suhteellisen kosteuden mittaaminen

Rakenteista tehtävillä suhteellisen kosteuden mittauksilla saadaan selvitettyä rakenteen kosteusteknistä käyttäytymistä sekä rakenteen kosteuskauamaa, josta voidaan mm. arvioida, mihin suuntaan kosteus rakenteessa liikkuu. Mittaustulosten perusteella voidaan myös arvioida, onko rakenteessa ympäristöön nähden ylimääräistä kosteutta ja ovatko kosteuskurvat rakenteen toiminnan kannalta kriittisen korkeita. Tulosten perusteella voidaan myös arvioida kosteusvaurion syytä ja laajuutta sekä kuivatus-tarvetta.

Rakenteiden sisältä tehtävät kosteusmittaukset ovat yleensä ainetta rikkovia. Mittaukset tehdään joko rakenteeseen poratusta reiästä tai rakenteesta otetuista materiaalinäytepalloista. Koska mittaukset ovat ainetta rikkovia sekä yleensä aikaa vaativia, mittauspisteiden lukumäärä on usein rajallinen. Mittauskohdan valinnassa voidaan käyttää apuna esimerkiksi pintakosteusmittauksia, riskiarviota, aistihavaintoja ja mikrobiotutkimuksia.

Mikäli kohteessa vasta epäillään olevan kohonneita kosteuksia esimerkiksi pintakosteusmittausten tai hajuhaitan perusteella ja kohde on normaalissa käytössä, on mittauspisteiden valinnassa otettava huomioon mittausrakenteiden mahdollisimman siisti paikkausmahdollisuus. Myös selvissä vauriotapauksissa on mittauspistettä valittaessa otettava huomioon reikien paikkausmahdollisuus varsinkin, jos tiloissa oleskellaan mittauksen ja mahdollisen korjauksen välinen aika. Esimerkiksi mikrobivaurioituneessa koh-

teessa on varmistettava, ettei mittausräistä pääse epäpuhtauksia huoneilmaan.

Mittausreikää tehtäessä on varottava poraamasta sähkö- ja vesiputkiin. Mittausreikä ei myöskään saa rikkoo rakennetta siten, että se myöhemmin vaurioituu. Esimerkiksi vedeneristeen tai höyrynsulun läpi tehty mittaus voi aiheuttaa suuriakin vahinkoja, jos mittausräikää ei mittauksen jälkeen paikata huolellisesti. Kosteusvaurion syyn selvittäminen vaatii usein mittauksia rakenteen eri syvyyksiltä, jolloin tulosten perusteella voidaan arvioida kosteuden kuluuuntaa. Rakenteen suhteellista kosteutta mitattaessa on aina mitattava myös lämpötila. Tulosten analysointia varten mitataan myös sisä- ja ulkoilman kosteus ja lämpötila. Esimerkiksi tuuletetun rakenteen osan ilmatilan ja ulkoilman kosteuspitoisuuksia vertaamalla voidaan päätellä, onko rakenteessa ylimääräistä kosteutta.

3.1 Tuuletettujen ja ilmatilallisten rakenteiden kosteusmittaus

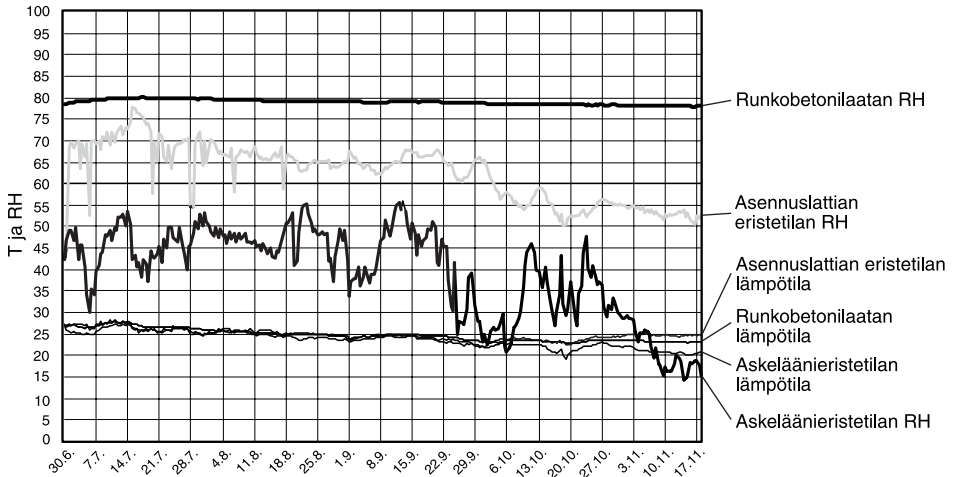
Lämpötila vaikuttaa suhteelliseen kosteuteen merkittävästi. Ilman vesimäärän (g/m^3) ollessa vakio suhteellinen kosteus laskee lämpötilan noustessa ja nousee lämpötilan laskiessa. Kun tutkitaan rakenteita, joiden lämpötila ei ole vakio (esimerkiksi julkisivujen lämmöneristeen, ryömintätilat, yläpohjat) kosteusmittausten tulee olla pitkäaikaisia ja suhteellisen kosteuden lisäksi on aina mitattava lämpötila. Lyhytkestoinen mittaus esimerkiksi julkisivun lämmöneristeenstä voi johtaa virheelliseen johtopäätökseen, sillä jo vuorokauden aikana yhden mittauspisteen kosteuskurva voi vaihdella useita kymmeniä prosentyksikköjä.

Pitkäaikainen mittaus voidaan helpoimmin suorittaa liittämällä kosteus- ja lämpötila-anturi tiedonkeruulaitteeseen, joka halutuin ajanjaksoin tallettaa kosteus- ja lämpötila-arvot. Tallettut tiedot voidaan myöhemmin purkaa esimerkiksi tietokoneella.

Sisätiloihin rajoittuvista kevyistä rakenteista voidaan tehdä lyhytkestoisia mittauksia. Mittauksissa on lähinnä huomattava mittalaitteen vaatima tasanumisaika. Tulosten analysointia varten on rakennemittausten yhteydessä aina mitattava sekä ulko- että sisäilman lämpötila ja kosteus.

3.2 Massiivisten rakenteiden kosteusmittaus

Massiivisen rakenteen, kuten betoni- tai tiilirakenteen, suhteellista kosteutta mitattaessa mitataan itse materiaalin huokosten ilmatilan suhteellista kosteutta. Mittaus tehdään yleensä materiaaliin poratusta reiästä. iossa kosteus tietyn



Kuva 6. Kiinteistön eri rakenteista tehdyistä pitkäaikaisista kosteusmittauksista havaitaan, että suhteellisen kosteuden arvot muuttuvat ympäristöolosuhteiden vaikutuksessa eri rakenteissa eri tavoin.

ajan kuluessa asettuu tasapainoon ympäröivän materiaalin kanssa. Massiivisista rakenteista mittauksia tehdään eri syvyyksiltä ja kosteuden lisäksi on aina mitattava lämpötilä.

Kosteus ja lämpötilä massiivisen rakenteen sisällä eivät muutu niin nopeasti ympäristöolosuhteiden vaikutuksesta kuin keveissä rakenteissa, joten massiivisissa rakenteissa kosteustilanne saadaan usein selvitettyä lyhytkestoisella mittauksella [kuva 6]. Mittauksissa on kuitenkin otettava huomioon porareian tasaantumisaika sekä mittausanturin vaatima tasaantumisaika. Betonimittauksissa porareian tasaantumisaika on 3–7 vrk ja mittalaitteen vaatima tasaantumisaika 1–8 tuntia mittarityyppiin mukaan. Muissa kiviperäisissä materiaaleissa (tiili, kevytsora-harkko, kevytbetoni, kalkkihiiekkatiili) porauksen ei ole havaittu vaikuttavan merkittävästi mittausreiän kosteustasapainoon, vaan näissä tapauksissa mittaus voidaan tehdä pian porauksen jälkeen. Myös mittalaitteet tasaantuvat näissä materiaaleissa nopeammin kuin betonissa. Jos mittalaitte, jonka vasteaika on lyhyt, laitetaan porareikään välittömästi porauksen ja puhdistamisen jälkeen, voidaan kosteusarvo lukea jo noin tunnin kuluttua porauksesta.

Materiaalin suhteellinen kosteus on mitattava rakenteen käyttölämpötilassa. Lämpötilä vaikuttaa merkittävästi massiivisten rakenteiden suhteelliseen kosteuteen ja mittaukseen. Pienikin lämpötilan muutos mittauksen aikana voi aiheuttaa useiden prosenttiyksiköiden muutoksen

suhteellisessa kosteudessa. Huokaisen materiaalin suhteellista kosteutta mitattaessa lämpötilan nousu aiheuttaa usein suhteellisen kosteuden nousua päinvastoin kuin ilmassa. Materiaalin lämpötilan muuttuessa kosteustasapaino huokosen pintaan kiinnittyneiden vesimolekyylien irtoamisen, jolloin huokosen ilmatilan suhteellinen kosteus nousee. Jos mittaus tehdään normaalitilasta huomattavasti poikkeavassa lämpötilassa, voi mittaus tuloksessa olla useiden prosenttiyksiköiden virhe. Tällaiset mittausvirheet ovat erittäin yleisiä, kun mittauksia tehdään rakenteista, joita kuivataan lämmittämällä.

Myös lämpötilaero mittausanturin ja mitattavan materiaalin välillä voi aiheuttaa mittausvirheen. Esimerkiksi 1 °C:n lämpötilaero mitattavan materiaalin ja anturin välillä voi aiheuttaa 5 %-yksikön virheen. Tällaisen lämpötilaeron voi saada aikaan esimerkiksi ulko-oven avaamisen johtuva anturin jäähtyminen mittauksen aikana tai kylmän anturin asentaminen mittausreikään. Erityisen vaativia mittauskohteita ovat ulkona olevat rakenteet, kuten julkisivut.

Kohteissa, joissa lämpötila muuttuu mittauksen aikana merkittävästi, voidaan massiivisen rakenteen suhteellinen kosteus mitata näytepalamenetelmällä. Materiaalista otetaan näytepaloja, jotka laitetaan yhdessä kosteusmittausanturin kanssa tiiviisti suljettuun koeputkeen. Tämän yhdistelmän annetaan tasaantua vakioilämpötilassa [1].

4 Mitä kosteusmittaajalta edellytetään

Kosteusmittaustuloksen perusteella tehdään usein taloudellisesti hyvinkin merkittäviä päätöksiä. Tuloksen perusteella päätetään mm. rakenteiden päällystymisestä, kuivattamisesta ja jopa purkamisesta. Siksi on ensiarvoisen tärkeää, että mittaajalla on hyvät tiedot mittalaitteestaan, mittaustyön suorittamisesta sekä mittaustulosten tulkintaan liittyvistä tekijöistä.

Kosteusmittaajalla tulee olla perustietämys kosteuden käyttäytymisestä ilmassa, erilaisissa materiaaleissa ja rakenteissa. Mittaustulosten oikea tulkinta edellyttää rakenteiden toimintaperiaatteiden hyvää tuntemusta ja rakennusfysiikan hallintaa. Luotettavan mittaustuloksen saaminen edellyttää, että mittaaja tuntee mittalaitteensa hyvin. Mittaaja tietää, miten käytössään olevat mittalaitteet toimivat, miten ne soveltuvat eri tilanteisiin, materiaaleihin, rakenteisiin ja olosuhteisiin. Mittaajan on myös tiedostettava mittalaitteiden rajoitukset ja mahdolliset virhetekijät.

Mittaustulokset tulee dokumentoida niin, että muutkin ymmärtävät mittauksen suoritustavan ja tulokset yksiselitteisesti. Mittausraportista tulee ilmetä ainakin mittauskohde, ajankohta, tekijä, tarkka kuvaus mittausmenetelmistä ja laitteista sekä mittaustulokset.

KIRJALLISUUTTA

- [1] Lumme, P., Merikallio, T. Betonin kosteuden hallinta. Kestävä kivialoprojekti. Suomen Betonitieto. 1997
- [2] Björkholtz, D. Rakennuksen kuivattaminen. Suomen Rakennusteollisuusliitto r.y., Oy Dick Björkholtz Consulting Ab ja Rakentajain Kustannus Oy 1990
- [3] Nevander, L.E., Elemarsson, B., Fukt-handbok, praktik och teori. AB Svensk Byggtjänst. Stockholm, 1994
- [4] Ympäristöministeriö. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Kuntotutkimuksen suunnittelu ja toteutus. Vaurioitumisen arviointiperusteet ja korjaustavan valinta. 1997
- [5] RT 14-10675. Ohjetiedosto, lokakuu 1998. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Rakennustietosäätiö, Rakennustieto Oy