

# TOIMET

<b>Kuivatus</b>	<b>2</b>
Rakenteiden kuivumisaika-arvion laatiminen	3
Kuivumisajan huomioiminen aikataulussa	3
Kuivatuksen suunnittelu ja toteutus	4
Yleisiä kuivatukseen liittyviä asioita	5

## KUIVATUS

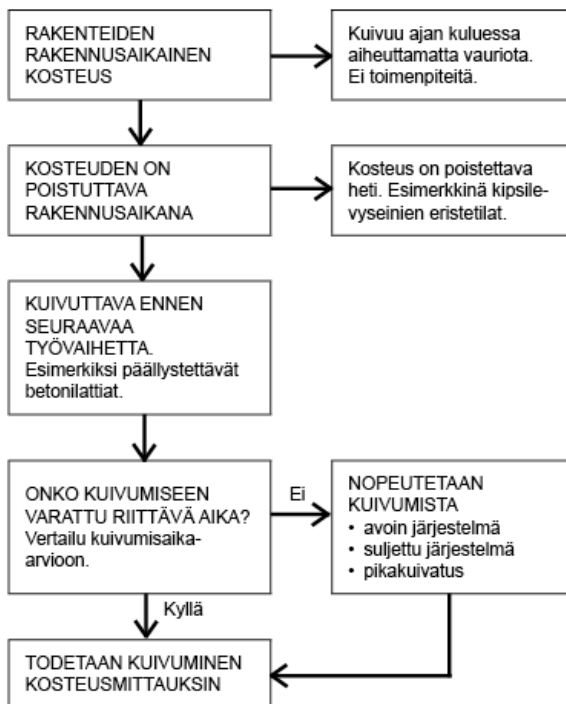
Suuri osa rakenteista sisältää ylimääräistä kosteutta ns. rakennuskosteutta. Rakennuskosteuden lähteitä ovat rakennusmateriaalin valmistuksessa käytetty vesi, rakennusaikainen sade sekä rakentamisen aikainen vedenkäyttö. Rakenteiden kuivatustarve riippuu siitä aiheuttaako rakenteessa oleva kosteus kosteusvaurioita rakenteelle ja poistuuko vesi rakenteesta tarpeeksi nopeasti. Alla olevassa kuvassa on esitetty rakenteen kuivatustarpeen arviointiprosessi.

Tyypillisiä kuivattavia rakenteita ovat päällystettävät tai pinnoitettavat betonirakenteet, joiden tulee kuivua päällystemateriaalin edellyttämän kriittisen kosteusarvon alapuolelle ennen päällystystyötä. Tarve kuivatukselle syntyy, kun rakenteen kuivumisaika-arvio on suurempi kuin rakentamisaikataulussa varattu aika.

Kun työvaihe, esimerkiksi tasoitustyö, tuo työmaalle kosteutta on se kuivattava tai tuuletettava pois. Myös vesivahingot ja puutteellinen suojaaminen voivat aiheuttaa kuivatustarpeen.

Kuivatustapoja ovat ilmanvaihtoon perustuva avoin järjestelmä, ilman kuivatukseen perustuva suljettu järjestelmä sekä rakenteiden pienialaiseen lämmittämiseen perustuva pikakuivatus. Kuivatuksessa tulee aina varmistaa, että sisäilmassa on riittävä kapasiteetti vastaanottaa kosteutta rakenteista. Toisin sanoen sisäilman tulee olla riittävän lämmin ja kuiva.

Rakenteiden kuivattaminen vie aikaa ja energiaa ja siitä aiheutuu kustannuksia, joten kuivatustarvetta pienennetään ensisijaisesti suojauksin ja materiaalivalinnoilla. Rakenteiden järkevällä kuivattamisella voidaan kuitenkin saavuttaa kustannussäästöjä, jotka muodostuvat rakennusajan lyhenemisestä, myöhemmin tapahtuvien kosteusvaurioiden vähenemisestä sekä kuivatukseen käytetyn kokonaisenergiämäärän pienentymisestä.



## **RAKENTEIDEN KUIVUMISAIKA-ARVION LAATIMINEN**

Rakenteen kuivumiseen vaikuttaa rakenteen ominaisuuksista rakenteen koostumus, materiaalit, paksuus sekä lämpötila. Lisäksi rakenteen kuivumiseen vaikuttaa kuinka moneen suuntaan rakenne pystyy kuivumaan sekä kuivumisolosuhteet. Kuivumisaika-arvio laaditaan, jotta rakenteen kuivumisaika voidaan huomioida työmaa-aikataulussa ja rakenteen pinnoittamisen ajankohta voidaan määrittää.

Sekä puu että betoni ovat hygroskooppisia materiaaleja, eli materiaaleissa olevien ilma-huokosten suhteellinen kosteus pyrkii tasapainoon materiaaleja ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden kanssa. Esikuivattu puutavara asettuu tasapainokosteuteen ympäristönsä kanssa parissa viikossa. Betonirakenteiden kuivuminen tasapainokosteuteen ympäristön kanssa voi kestää jopa vuosia. Betonirakenteiden ei kuitenkaan tarvitse saavuttaa tasapainokosteutta rakennusaikana.

Kosteuserkillä materiaaleilla päällystettävien tai pinnoitettavien betonirakenteiden tulee kuivua päällystemateriaalille asetetun kriittisen kosteusraja-arvon alapuolelle. Kriittisiä kosteusraja-arvoja on määritelty materiaalivalmistajien ohjeissa sekä esitetty julkaisuissa (SisäRYL 2000, by 45/BLY 7) ja ne ovat usein välillä 80–90%. Ensisijaisesti tulee käyttää materiaalivalmistajan ilmoittamia arvoja.

Betonirakenteiden kuivumisajan arvioimista on ohjeistettu julkaisussa Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Kuivumisaika-arvion laadinnan avuksi on edellä mainitun julkaisun pohjalta tehty laskuri by 1021.

Rakenteen kuivumiseen vaikuttaa

- rakenteen koostumus
- rakenteen materiaalit
- rakenteen paksuus
- rakenteen lämpötila
- rakenteen kuivumissuunnat
- kuivumisolosuhteet (lämpötila, suhteellinen kosteus)

## **KUIVUMISAJAN HUOMIOIMINEN AIKATAULUSSA**

Rakenteiden kuivumisaika määrittää kunkin siitä riippuvan tehtävän aloitusajankohdan. Pitkä kuivumisaika aiheuttaa tehtävien päällekkäisyyttä esimerkiksi pinnoitusajankohdan myöhäisestä ajankohdasta johtuen. Rakenteiden kuivumisen kannalta merkittäviä ajankohtia ovat:

- rakennusvaipan ja vesikaton valmistuminen veden- ja lämmöneristeineen ja saumoineen
- lämmitysjärjestelmän käyttöönotto
- kosteusrasitusta aiheuttavat työvaiheet kuten valut, tasoite- ja pintalattiatyöt sekä muuraus.

### **Kuivumisaika-arvio**

Aikataulussa on otettava huomioon ne toimenpiteet, jotka vaikuttava rakenteiden teoreettiseen kuivumisaika-arvioon. Kuivumisaika-arvio antaa teoreettisen ajankohdan, jolloin rakenteiden kosteudenmittaaminen kannattaa aloittaa. Mittaamisella varmistetaan, etteivät tosiasiallisesti kuivumisaikaan vaikuttavat, teoreettista kuivumisaikaa pidentävä tekijät pääse vaikuttamaan haitallisesti rakenteen toimintaan, ja rakenne voidaan pinnoittaa.

### **Rakenteiden kuivatustarve**

Kuivumisaika-arvioita verrataan suunniteltuun toteutusaikatauluun, ja siitä laskettuun rakenteen kuivumisaikaan ennen päällystystyöhön ryhtymistä. Kuivumisaika-arvioiden ja aikataulun perusteella voidaan määrittää, millaiset olosuhteet on luotava, jotta tarvittava kuivuminen tapahtuu aikataulun puitteissa.

Rakenteiden kuivuminen viivästyy edellä mainittujen työvaiheiden viivästyessä, tai jos rakenne pääsee kastumaan kuivumisaikana. Kuivumisen viivästymisen vaikutusta aikatauluun voidaan pienentää:

- kuivumisolosuhteilla parantamalla
- betonilaadun valinnalla (pienentämällä vesi/sementti suhdetta)
- päällystysmateriaalin vaihtamisella paremmin kosteutta kestäväan materiaaliin
- kastumisen estotoimien tehostamisella
- sementtiliiman poistolla sekä
- muuttamalla työjärjestystä, esimerkiksi siirtymällä seuraavaan osakohteeseen tai lohkon kuivumisen ajaksi.

### **KUIVATUKSEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS**

Rakennusmateriaalit pyrkivät kosteustasapainoon ympäristössään valitsevan kosteuden kanssa. Materiaalit kuivuvat mikäli niitä ympäröivä ilma on kuivempi kuin materiaali. Kuivatettaessa rakennetta kosteuden poistumista nopeutetaan:

- lämmittämällä rakennetta – rakenteen lämpötila aiheuttaa rakenteeseen paineen siirtää kosteutta pois rakenteesta)
- nostamalla rakennetta ympäröivän ilman lämpötilaa (ilman kyky vastaanottaa kosteutta kasvaa.
- aiheuttamalla ilmavirtauksia rakenteen ympärille (kosteus siirtyy ilmavirran mukana pois rakenteesta ja edelleen pois rakenteen läheltä)

Rakenteiden kuivattaminen perustuu kuivumisolosuhteiden parantamiseen, eli rakennetta ympäröivän tilan ilman lämpötilan pitämiseen vähintään 20 °C:ssa ja suhteellisen kosteuden RH korkeintaan 50 %:ssa.

Kuivattavan tilan ilman suhteellisen kosteuden pitämiseen riittävän alhaisena on kaksi vaihtoehtoa:

1. Avoin järjestelmä: Tilan ilmaa lämmitetään ja tilan ilmaa vaihdetaan absoluuttiselta kosteudeltaan matalampaan ulkoilmaan.
2. Suljettu järjestelmä: Ilmasta kerätään kosteus ilmankuivaajilla. Kuivattavan tilan täytyy olla tiivis.

Tehokkaimman ja taloudellisimman kuivatusjärjestelmän valinta riippuu ulkoilman kosteudesta. Sisäilman tavoitteelliset kuivumisolosuhteet saavutetaan lämpötilaltaan +20 °C:ssa ja ilmakosteudeltaan 50 % RH, jolloin sisäilman vesihöyrynpitoisuus on likimain 8 g/m<sup>3</sup>. Kesäkuukausina ulkoilmassa on enemmän kosteutta kuin 8 g/m<sup>3</sup>. Rakenteiden kuivattaminen ulkoilmalla ei tällöin onnistu koska ulkoilma ei kykene vastaanottamaan kosteutta. Tällöin joudutaan käyttämään ilmankuivaajia suljetussa järjestelmässä.

#### **Avoin järjestelmä**

Avoimessa järjestelmässä toteutetaan jatkuvaa konvektiota. Osastoidun tilan ilmaa lämmitetään ja tilaan järjestetään hallittu ilmanvaihto. Ilmanvaihto luodaan pienekköiden aukkojen kautta esimerkiksi talotekniikan varausaukkojen sekä ovien

kynnysrakojen kautta. Avonaisien parvekkeen ovien tai tuuletusikkunoiden kautta vaihtuu liikaa ilmaa.

Avoin järjestelmä soveltuu tiloihin joissa ilma sisältää epäpuhtauksia kuten pölyä tai kaasuja sekä tiloihin joissa kierrätysilman käyttö on hankalaa. Avoin järjestelmä soveltuu erityisesti kylmiin vuodenaikoihin, jolloin ulkoilma sisältää vähän kosteutta (g/m<sup>3</sup>).

### **Suljettu järjestelmä**

Suljetussa järjestelmässä kuivatettavasta tilasta sidotaan ilmankosteutta ilmankuivaajien avulla. Kuivattava tila on tehtävä mahdollisimman tiiviiksi, jotta kosteutta ei kerätä kosteasta ulkoilmasta. Tilan lämpötilan on oltava riittävä ilmankuivaimen käyttöohjeen esittämien käyttöolosuhteiden mukaisesti.

Ilmankuivaajat voidaan jakaa toimintatavaltaan kondenssi- ja adsorptiokuivaajiin. Kerätyn kosteuden poisto on tehtävä hallitusti tyhjentämällä kuivaajien vesisäiliöt tai ohjaamalla erotettu vesi suoraan rakennuksen viemäriin.

Suljettua järjestelmää käytetään, kun ulkoilman suhteellinen kosteus ei salli tilan kuivaamista avoimella järjestelmällä ja kuivattava tila pystytään rajaamaan ja tiivistämään. Suljettu järjestelmä soveltuukin parhaiten kuivatukseen kesän ja alkusyksyn aikana kun ulkoilma sisältää paljon kosteutta.

## **YLEISIÄ KUIVATUKSEEN LIITTYVIÄ ASIOITA**

### **Estä lisäkosteus**

Kosteuden tuominen kuivatettavaan tilaan aiheuttaa kuivumiseen kuluvan ajan pidentymisen. Lisäkosteutta rakennukseen tuovat mm. lumi, sade tai työvaiheeseen, kuten laastinsekoitukseen, tarvittavan veden joutuminen rakenteeseen. Lisäkosteus kannattaa poistaa aina ensisijaisesti mekaanisesti: lumitöin, lastoin ja imuroimalla.

### **Ontelolaattojen vesireikien poraaminen auki**

Ontelolaattojen vesireikien esteettömyys on tarkastettava ja tarvittaessa korjattava asennuksen yhteydessä. Laattoihin on porattava tarvittaessa lisäreikiä, jos vesi ei muuten pääse poistumaan ontelosta.

### **Varaudu vesivahinkoihin**

Työmaalla tulee varautua vesivahinkoihin torjuntakalustolla: suojapeittein, vesimureilla ja -pumpuilla, lastoilla, lämmittimillä ja kuivureilla. Myös torjuntavastuut ja toiminta eri tilanteissa tulee olla ennalta suunniteltu.

### **Tiivistä kuivattava tila**

Lämmitys ja kuivatus aloitetaan vasta, kun rakennuksen koko vaippa on ummessa, jolloin sisäolosuhteisiin on parhaat mahdollisuudet vaikuttaa. Kosteaa ilmaa pitää tuulettaa järjestelmällisesti pois kuivattavasta tilasta. Kuivatettava tila osastoidaan lämpimän ja kostean ilman kulkeutumisen estämiseksi rakennuksen sisällä. Mikäli tiivistystä ei tehdä, saattaa rakennuksen kylmiin osiin tiivistyä vettä. Myös aukot ja läpiviennit tiivistetään.

### **Nosta rakenteen lämpötilaa**

Rakenteen lämpötilan nostaminen on tehokkain tapa nopeuttaa rakenteiden kuivumista. Lämpötilan noustessa rakenteiden kosteutta siirtävä voima kasvaa ja ympäröivän ilman RH % laskee. Pelkkä lämmitys ei auta, ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden on oltava riittävän alhainen, ja kostea ilma on siirrettävä pois tilasta.

Lämmitys aloitetaan vasta, kun lämpötilan kohoaminen ja lämmön pysyminen rakennuksessa on mahdollista. Ensisijaisesti käytetään rakennuksen lopullista lämmitysjärjestelmää, jotta tilat saadaan lämmitettyä tasaisesti. Tarvittava lisälämmityslaitteisto varataan hyvissä ajoin ennen lämmitystarvetta.

Rakenteita kuivattaessa sisäilman lämpötilan tulee olla vähintään 20 °C. Lämpötilan noustessa yli 20 °C:een työskentelyolosuhteet muuttuvat tukalammiksi.

#### **Tarkasta ilman suhteellinen kosteus**

Kuivattaessa sisäilman suhteellisen kosteuden tulee olla korkeintaan 50 %. Mikäli suhteellinen kosteus nousee yli 60 % kuivuminen hidastuu merkittävästi. Silloin ilmanvaihtoa tulee tehostaa.

#### **Lisälämmittimien sijoitus**

Lämmittimet sijoitetaan niin, että lämmön katvealueilta vältetään. Useammalla pienellä lämmittimellä saadaan tasaisempi vaikutus kuin yhdellä suurella. Lämmön ja kosteuden siirtymistä tehostetaan apupuhaltimien käytöllä.

#### **Tilassa varastoitava materiaali**

Tilassa säilytettävät rakennusmateriaalit eivät saa estää kuivumista. Varastoitava materiaalmäärä tulee pitää mahdollisimman pienenä. Materiaali estää ilman kierron sekä kosteuden haihtumisen lattian pinnalta. Tarpeettomat materiaalit tulee poistaa kuivatettavasta tilasta ja tarpeelliset nostaa pukeille tai seinälle.

#### **Pidä työmaa siistinä**

Rakennusjäte ja lika sitovat kosteutta, ja estävät alapuolisten rakenteiden kuivumisen.

#### **Kuivatus tuulettamalla (konvektio)**

Kuivatus tuulettamalla toimii ainoastaan silloin, kun ulkoilma on kuivaa. Kuiva ulkoilma kuljetetaan sisälle tuuletuksen avulla. Tämä tehdään esimerkiksi avaamalla alimman kerroksen porraskäytävän ovet sekä ylimmän kerroksen parvekkeen ovet. Ilman vaihduttua aukot suljetaan ja sisätilaa lämmitetään. Kosteus sitoutuu lämmitettyyn ilmaan. Prosessia toistetaan kunnes kosteutta on saatu poistettua tarpeeksi.