

Juha Kamberg

KOSTEUDENHALLINTA KERROSTALORAKENTAMISESSA

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Tuotantopainoiteinen suuntautumisvaihtoehto  
2015

## KOSTEUDENHALLINTA KERROSTALORAKENTAMISESSA

Kamberg, Juha  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Maaliskuu 2015  
Ohjaaja: Uusitorppa, Mari  
Sivumäärä: 39  
Liitteitä: 5

Asiasanat: kosteudenhallinta, kuivatus, sääsuojaus

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli YIT Rakennus Oy:n Porin Riihikedon kerrostalotyömaiden kosteudenhallinnan kehittäminen. Opinnäytetyössä toteutettiin asuinkerrostalon rakennusvaiheen aikainen kosteudenhallintasuunnitelma ja varmistettiin rakenteiden kuivuminen päällystemateriaalien vaatimaan tasoon. Rakennustyömaan kosteudenhallinnan edellyttämiin käytännön toimenpiteisiin perehdyttiin sääsuojauksen ja rakenteiden kuivatuksen osalta. Lämpö- ja kosteusfysiikka olivat tärkeässä osassa opinnäytetyötä rakenteiden kuivumisen ymmärtämisen kannalta.

Opinnäytetyössä käsiteltiin työmaan kosteudenhallintaa sekä rakenteiden kuivatusta tuotannon jokaisessa vaiheessa. Kuivumista hidastavat tekijät identifioitiin ja niiden varalle kehitettiin korjausehdotus tai menetelmä vastaavien tilanteiden välttämiseksi. Opinnäytetyön tuotoksena laadittiin kosteudenhallintasuunnitelma Porin Riihiketoon seuraavana alkavalle kerrostalotyömaalle As Oy Porin Adjutanti II:lle.

# MOISTURE CONTROL IN HIGH-RISE CONSTRUCTION

Kamberg, Juha

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

March 2015

Supervisor: Uusitorppa, Mari

Number of pages: 39

Appendices: 5

Keywords: moisture control, drying, weather protection

---

The purpose of this thesis was to develop moisture control of high-rise construction sites of YIT Rakennus Oy in Riihiketo, Pori. In this thesis moisture control plan was carried out of the high-rise during construction work and it was made sure that the structures were dry enough for coating. Practical measures required by moisture control were orientated by weather protection and drying. Temperature and moisture physics were an important part of the thesis in order to understand drying of the structures.

This thesis deals with the moisture control of construction site as well as drying structures in every stage of production. The drying process bottlenecks were identified and correction proposition was made to avoid corresponding situations. Moisture control plan was made for the next starting high-rise construction site As Oy Porin Adjutantti II in Riihiketo, Pori as a result of this thesis.

## KÄSITTEET

Kastepiste	”Lämpötilaa, jossa ilmassa oleva vesihöyry muuttuu vedeksi, eli kondensoituu kutsutaan kastepisteeksi” (Siikainen 1996, 55).
Kondensoituminen	”Kondensoituminen tarkoittaa ilmiötä, jossa vesihöyry tiivistyy vedeksi” (Siikainen 1996, 57).
Kuivaketju	”Rakentamisessa otetaan käyttöön kuivaketju, joka varmistaa rakenteiden pysymisen kuivina koko rakennusprosessin ja käytön aikana” (Seppälä 2014, 6).
Rakennekosteus	Rakennekosteus tarkoittaa betonirakenteeseen fysikaalisesti sitoutunutta kosteutta, joka on peräisin betonin valmistukseen käytetystä vedestä (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 13).
Suhteellinen kosteus	”Rakennustekniikassa ilman kosteudesta yleisimmin käytetty suure suhteellinen kosteus ilmoittaa absoluuttisen (todellisen) kosteuden (vesihöyrynpaineen) ja kyllästekosteuden (kyllästepaineen) välisen suhteen” (Siikainen 1996, 55).
Tavoitekosteus	Päällystemateriaalin betonirakenteelle asettama suhteellisen kosteuspitoisuuden enimmäisarvo (Lumme & Merikallio 1997, 14).

# SISÄLLYS

KÄSITTEET .....	4
1 JOHDANTO.....	6
2 KOSTEUS .....	7
2.1 Lämpö- ja kosteusfysiikan perusteet.....	7
2.1.1 Lämmön siirtyminen .....	7
2.1.2 Kosteuden siirtyminen.....	8
2.2 Kosteus betonissa.....	10
2.3 Kuivuminen.....	12
2.4 Kuivumisajat .....	13
3 KOSTEUDENHALLINTA .....	16
3.1 Kosteudenhallintaprosessi.....	16
3.2 Kosteudenhallintasuunnitelma .....	17
4 KUIVANAPITO .....	18
4.1 Kosteuslähteet .....	18
4.2 Sääsuojaus .....	20
5 KOSTEUSMITTAUS .....	21
5.1 Mittausmenetelmät.....	21
5.1.1 Porareikämittaus .....	22
5.1.2 Pintakosteusmittaus .....	23
5.2 Betonirakenteiden päällystäminen .....	24
6 KOHTEEN MÄÄRITTELY .....	25
6.1 As Oy Porin Tähtikulma .....	25
6.2 Opinnäytetyön tavoite .....	26
7 KUIVANAPITO .....	27
7.1 Vastaavan työnjohtajan haastattelu.....	27
7.2 Rakennusmateriaalin varastointi .....	29
7.3 Runkovaihe .....	30
7.4 Sisävalmistusvaihe .....	32
7.5 Kuivatus .....	33
8 YHTEENVETO .....	35
LÄHTEET .....	37
LIITTEET	

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä asuinkerrostalotyömaan kosteudenhallintaan, sekä kosteusvaurioiden ehkäisemiseen. Työssä pyritään löytämään keinoja, joilla voidaan vähentää kosteusvaurioitumiseen liittyviä riskitekijöitä ja panostaa kosteudenhallinnan kannalta keskeisiin toimenpiteisiin. Toteutustapoja ja työmenetelmiä tutkitaan materiaalin työmaalle saapumisesta projektin loppuun asti. Opinnäytetyössä edetään vaihe vaiheelta ja pyritään löytämään kosteudenhallinnan kannalta kriittiset vaiheet rakennustuotannossa sekä keinoja ehkäistä mahdolliset kosteusvauriot.

Rakenteen kosteustekninen toimivuus rakentamisen ja rakennuksen elinkaaren aikana otetaan huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Tuotantovaiheessa rakenteen kosteudensieto ja rakentamisen olosuhteet on otettava huomioon kuljetuksen, varastoinnin ja rakennusvaiheen suojausta sekä kuivatusta suunniteltaessa. Lyhentyneet rakennusajat asettavat haasteita rakennuksen kuivatukselle, minkä vuoksi kosteudenhallintaan on syytä panostaa entistä enemmän. Huolellisella suunnittelulla voidaan ehkäistä rakenteiden kuivumisen aiheuttamat ongelmat, kuten työvaiheiden viivästyminen.

Opinnäytetyössä tarkastellaan YIT Rakennus Oy:n rakentaman betonirunkoisen asuinkerrostalon As Oy Porin Tähtikulman kosteudenhallintaa ja kuivatusta. As Oy Porin Tähtikulma valmistui Porin Riihikedon kaupunginosaan vuoden 2015 tammi-kuussa. Opinnäytetyöhön on haettu kirjallisuudesta tietoa, jota on sovellettu käytännön kokemusten sekä rakennustyömaan työnjohtajien haastattelujen perusteella. Opinnäytetyöhön kerättyä aineistoa hyväksi käyttäen laadittiin YIT Rakennus Oy:n seuraavan Riihiketoon vuonna 2016 valmistuvan asuinkerrostalon As Oy Porin Adju-tantti II:n kosteudenhallintasuunnitelma. Opinnäytetyön on tarkoitus toimia kosteudenhallintaoppaana rakennustyömaan työnjohdolle.

## 2 KOSTEUS

### 2.1 Lämpö- ja kosteusfysiikan perusteet

#### 2.1.1 Lämmön siirtyminen

Rakennusfysikaalinen osaaminen on tärkeää kosteudenhallintaan liittyvien ilmiöiden hallinnassa. Rakennuksen kuivatus ja kosteudenhallinta perustuu hallittuihin rakennusfysikaalisiin ilmiöihin. Näiden ilmiöiden käytännön sovellutusten hyödyntäminen edellyttää rakennusfysiikan perusteiden osaamista. (Niemelä 2014, 28.)

Lämmön siirtymistä voi tapahtua kolmella eri tavalla. Johtumalla, säteilemällä tai konvektion avulla. Johtuminen eli konduktio vaatii aineen, jossa lämpö pyrkii tasaantumaan molekyylien liike-energian välityksellä ympäröiviä olosuhteita vastaaviksi. Johtumista voidaan kutsua lämmön siirtymisen vuoksi myös lämmön virtaukseksi. (Björkholtz 1997, 12) Käytännön esimerkkinä johtumisesta voidaan ottaa seinärakenteen lävistävä metallinen sideteräs. Metallisen sideteräksen lämpötila pyrkii rakennuksen sisäpuolelta tasoittumaan sisälämpötilaa vastaavaksi ja rakennuksen ulkopuolelta ulkolämpötilaa vastaavaksi. Metallinen sideteräs toimii rakenteessa kylmäsiltaan, jossa lämpö siirtyy johtumalla. Johtuminen voidaan todeta lämpökamerakuvauksella, jossa kylmäsilta näkyy kylmänä pisteenä rakennuksen sisäpuolella tai vastaavasti ympäröivää rakennetta lämpimämpänä kohtana rakennuksen ulkopuolella. (Niemelä 2014, 28.)

Säteilyssä energian siirtyminen tapahtuu sähkömagneettisen aaltoliikkeen välityksellä valon nopeudella. Kaikki kappaleet, joiden lämpötila on absoluuttisen nollapisteen yläpuolella, lähettävät eli emittoivat säteilyä. Säteilyn osuessa materiaalin pintaan, se osittain heijastuu ja osittain sitoutuu eli absorboituu. Läpäisevissä pinnoissa kuten lasissa osa säteilystä menee vielä pinnan läpi. Emissiviteetti tarkoittaa materiaalin pinnalle ominaista tapaa säteillä lämpösäteilyä. Mitä suurempi emissiviteetti on, sitä enemmän pinta emittoi eli heijastaa lämpöä. Suurin emissiviteetti on täysin mustalla kappaleella. (Björkholtz 1997, 12.) Käytännön esimerkki lämmön säteilemisestä on

työmaalla betonin kuivatuksen tehostamiseksi käytetty säteilylämmitin. Lämpö siirtyy säteilemällä ja lämmittää kohdistetusti ympäristöä ja betonirakenteen pintaa.

Konvektio vaatii välittäjäaineen, kuten kaasun tai nesteen, jonka virtauksen mukana lämpö siirtyy. Konvektio voi olla pakotettua, jossa kaasu tai neste liikkuu jonkin ulkopuolisen voiman vaikutuksesta tai luonnollista, jossa liikkeen aiheuttaa lämpötilaeroista johtuvat tiheyserot. Rakenteissa esiintyvät konvektiot ovat yleensä molempien yhdistelmiä. Ulkopuolella ensisijainen pakotetun konvektion aiheuttaja on tuuli. (Björkholtz 1997, 13.) Yleensä rakennuksissa lämpöä siirtävä kaasu on ilma, joka esimerkiksi kylmän ikkunapinnan läheisyydessä voi jäähtyä huonelämpötilaa alhaisemmaksi. Jäähtyneen ilman tiheyden kasvaessa se muodostaa kylmän ilmavirran painuessaan kohti lattian pintaa. Ilman virtaus aiheuttaa vedon tunnetta, joka voidaan korjata sijoittamalla lämpöpatteri ikkunan alapuolelle. Patteri lämmittää lämpösäteilyn välityksellä ikkunan edessä olevaa ilmaa, jolloin virtaus nousee ylöspäin. Konvektiota voivat aiheuttaa myös muun muassa ilmanvaihdon puhaltimet. Rakenteissa konvektiota tapahtuu erityisesti ilman epätiivelyskohtien kautta, mikä voi aiheuttaa esimerkiksi epätiivissä höyrynsulkukerroksessa kondenssiveden tiivistymistä tai lämmityskustannusten kasvamista. (Niemelä 2014, 29.)

### 2.1.2 Kosteuden siirtyminen

Kosteus voi esiintyä rakenteissa ja rakennuksissa näkyvänä vetenä, näkymättömänä vesihöyrynä tai rakenteisiin sitoutuneena kosteutena. Kosteuden siirtyminen tapahtuu pääsääntöisesti vesihöyrynä tai nesteenä. Kosteuden ja veden siirtymiseen tarvitaan potentiaali eli voima. Esimerkkejä veden siirtymiseen tarvittavista potentiaaleista ovat siirtyminen painovoimaisesti, kapillaarisesti, konvektiolla ja diffuusiolla. (Siikainen 1996, 52.)

Englantilainen kemisti ja fyysikko John Dalton (1766-1844) keksi vuonna 1802 ns. kaasujen osapainelain, jonka mukaan epämääräisesti jakautuneessa kaasuseoksessa kaasumolekyylit pyrkivät liikkumaan siten, että syntyy tasaisesti jakautunut kaasuseos. Tätä ilmiötä kutsutaan diffuusioksi. Käytännössä diffuusio tarkoittaa kosteuden siirtymistä vesihöyryn osapaine-erojen vaikutuksesta alemman pitoisuuden suun-



taan. Yleensä diffuusion suunta on lämpimämmästä tilasta kylmempään päin. Diffuusion aiheuttamien kosteusvaurioiden ehkäisemiseksi seinärakenteet suunnitellaan siten, että lämmöneristeen ja lämpimän sisätilan väliin tulee vesihöyrytiivis kerros, jonka tehtävänä on estää haitallisen vesihöyryn kulkeutuminen rakenteen lämpimän ja kylmän puolen välillä. Höyrynsulkukerroksen toimivuuden kannalta tärkeää on sen eheys. Esimerkiksi asennusaikana aiheutuneet reiät voivat lisätä diffuusiota sekä toista kosteuden siirtymisen muotoa konvektiota. Konvektio tarkoittaa ilmanpaineeroista aiheutuvaa vesihöyryn siirtymistä. Vesihöyryn konvektio tapahtuu samalla periaatteella kuin aiemmin esitetty lämmön konvektio. (Siikainen 1996, 56.)

Esimerkiksi vajovetenä maahan painunut sadevesi voi aiheuttaa rakennuksen perustuksille kapillaarista kosteusrasitusta. Kapillaarinen veden liike vaatii huokoisen aineen, joka on kosketuksissa esimerkiksi sadeveden, pohjaveden tai valumaveden kanssa. Kosteuserot pyrkivät tasoittumaan veden siirtyessä rakenteen huokosissa nesteinä. Vesi voi kapillaarivoimien vaikutuksesta liikkua kaikkiin suuntiin. Kosteuden kapillaarinen siirtyminen maaperästä voidaan estää esimerkiksi kapillaarisuuden katkaisevalla sora- tai sepelikerroksella. Soran tai sepelin on oltava rakeisuudeltaan sellaista, että se katkaisee kosteuden kapillaarisen nousun. (Siikainen 1996, 53.)

Kosteaa ilmaa voi tiivistyä vedeksi joutuessaan kosketuksiin sellaisen pinnan tai huokosseinämän kanssa, jonka lämpötila alittaa ilman kastepistelämpötilan. Tällöin on kyse kondensoitumisesta. (Björkholtz 1997, 64.) Kondensoitumista voi tapahtua esimerkiksi seinärakenteen höyrynsulussa olevien reikien vuoksi. Reikä höyrynsulussa mahdollistaa vesihöyryn ja lämmön konvektiovirtauksen sisäilmasta ulos. Lämmin sisäilma viilenee nopeasti ja saavuttaa kastepisteen, jolloin vesihöyry tiivistyy seinärakenteen sisään aiheuttaen kosteusvaurioriskin. (Siikainen 1996, 57.)

## 2.2 Kosteus betonissa

Kovettunut betoni sisältää aina kosteutta. Betonin sisältämä kosteus on pääosin peräisin betonimassan valmistuksessa käytetystä vedestä. Veden tehtävänä on muodostaa sementin kanssa sementtiliima, joka sitoo runkoaineen eli kiviainekset toisiinsa. Osa betonin valmistuksessa käytetystä vedestä sitoutuu kemiallisessa reaktiossa, hydrataatiossa, sementin kanssa betonin kovettuessa. Täydellisessä hydrataatiossa kemiallisesti sitoutuneen veden määrä on 25 painoprosenttia sementin massasta, mutta tavallisesti kuitenkin vain noin 20 %. Esimerkiksi normaalin lattiabetonin valmistukseen käytetään  $200 \text{ kg/m}^3$  vettä ja  $250 \text{ kg/m}^3$  sementtiä. Alkuperäisestä vesimäärästä noin  $50 \text{ kg/m}^3$  sitoutuu kemiallisesti ja loppu vesi sitoutuu betonin huokosrakenteeseen fysikaalisesti. Fysikaalisesti sitoutunut vesi on haihtumiskykyistä vettä, jota poistuu betonirakenteen kuivuessa, kun taas kemiallisesti sitoutunut vesi ei poisturakenteesta. Fysikaalisesti sitoutunut vesi esiintyy betonihuokosten pintaan kiinnittyneenä, sekä huokosten ilmatilassa vesihöyryinä. (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 13.)

Valtaosa veden kemiallisesta sitoutumisesta tapahtuu muutamassa päivässä. Betoni siis kovettuu nopeasti riippuen sementtilaadusta ja loppulujuutensa saavuttaessaan voi silti olla hyvin kostea. Kosteus johtuu betonin huokosiin fysikaalisesti sitoutuneesta vedestä. Betonin varsinainen kuivuminen alkaa vasta, kun fysikaalisesti sitoutunutta vettä poistuu betonirakenteesta haihtumalla. Betonin huokosten ilmatilan suhteellinen kosteus pyrkii tasoittumaan ympäröivän ilman kanssa. Betonirakenteen huokosten suhteellisen kosteuden ollessa sama kuin ympäröivän ilman, on betoni saavuttanut hygroskooppisen tasapainotilan ympäristön kanssa. Kuivunut betoni voi myös huokoisena materiaalina imeä kosteutta ilmasta, jos ympäröivän ilman suhteellinen kosteus on suurempi kuin betonin huokosten ilmatilan. (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 14.)

Betonin suhteellinen kosteus ei kerro, miten paljon betonissa on kosteutta betonikuutiota kohden. Suhteellisella kosteudella tarkoitetaan betonin huokosten ilmatilan suhteellista kosteutta, jossa huomioidaan ainoastaan huokosten ilmatilassa vesihöyrymuodossa oleva kosteus. Lisäksi huokosten seinämissä on fysikaalisesti sitoutuneita eli absorboituneita vesimolekyylejä. Nämä yhdessä muodostavat betonin kosteussi-

sällön, joka voidaan ilmoittaa kilogrammoina betonikuutiota kohden. Betonin kosteussisältö voidaan laskea kertomalla betonin kosteuspitoisuus ja tiheys. Betonin kosteuspitoisuus voidaan ilmoittaa painoprosentteina eli kuinka monta prosenttia betonin kuivapainosta on vettä. Painoprosenttikosteus määritetään kuivatus-punnitusmenetelmällä, missä betonikoekappale punnitaan ensin kosteana ja toisen kerran kuivatettuna 105 celsiusasteen lämpötilassa. (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 15.)

Vesi-sementtisuhte vaikuttaa betonin kosteuspitoisuuden lisäksi myös betonirakenteen ominaisuuksiin, kuten puristuslujuuteen ja betonimassan työstettävyyteen. Betonirakenteen lujuus kasvaa vähennettäessä veden määrää suhteessa sementtiin. Samalla haihdutettavissa olevan fysikaalisesti sitoutuneen veden määrä vähenee. Betonimassan valmistusvaiheessa käytettävän veden määrän vähentyessä betonista tulee myös jäykempää ja sen työstettävyys heikkenee. Betonimassan ominaisuuksiin ja työstettävyyteen voidaan vaikuttaa lisäaineilla. (Orantie 1988, 11.)

Yleisimpiä betonimassan valmistusvaiheessa käytettyjä lisäaineita ovat notkistimet, joilla parannetaan betonimassan työstettävyyttä vesi-sementtisuhdetta muuttamatta. Notkistimien avulla voidaan myös vähentää betonin valmistuksessa käytettävän veden määrää pidettäessä notkeus ennallaan. Muita lisäaineita ovat mineraaliset seosaineet ja huokostimet. Mineraaliset seosaineet vaikuttavat muun muassa betonimassan valmistuksessa tarvittavan veden määrään ja niitä käytetään usein notkistimien yhteydessä. Huokostimet aiheuttavat betoniin ilmakuplia, jotka ovat läpimitaltaan noin 0,1-1 mm. Ilmakuplien tarkoitus on parantaa betonirakenteen pakkasenkestävyyttä antamalla rakenteessa olevalle vedelle tilaa, kun vesi laajenee jäätyessään. Ilmakuplat siis parantavat betonirakenteen kestävyyttä, kun se joutuu alttiiksi toistuvien jäätymis- ja sulamisvaiheiden aiheuttamille rasituksille. (Orantie 1988, 11.) Lisäaineilla voidaan siis vähentää betonimassan valmistuksessa käytettävän veden määrää, mutta notkistamisen aiheuttama vesi-sementtisuhteen pieneneminen myös tiivistää betonia. Betonin ollessa tiiviimpää sen läpäisevyys alenee ja veden haihtuminen hidastuu. (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 15.)

Rakennusaikainen kastuminen, vesivahingot ja kostea sisäilma lisäävät betonirakenteen kosteutta. Hygrooskooppisena materiaalina betoni pyrkii tasapainokosteuteen sitoen itseensä ilmasta vesihöyrymuodossa olevaa kosteutta tai luovuttaen sitä ilmaan.

Betoni voi sitoa kosteutta myös nestemäisessä muodossa eli vetenä kapillaarisesti ollessaan kosketuksissa vapaaseen veteen tai märkään materiaaliin. Kapillaarista kosteuden siirtymistä kutsutaan kastumiseksi. Betonin huokosrakenne vaikuttaa sen kykyyn sitoa ja siirtää kosteutta. Betonirakenteessa on kapillaarihuokosia sitä enemmän, mitä suurempi betonin vesi-sementtisuhde on ja mitä nuoremasta betonista on kyse. (Merikallio 2007, Niemi & Komonen, 18.) Kapillaarihuokokset ovat valuvaiheessa vielä täynnä vettä ja tästä johtuen esimerkiksi betoniholvin runsas kastuminen viikon sisällä valupäivästä ei oleellisesti hidasta holvin kuivumista. Kastuminen on sitä haitallisempaa mitä myöhemmässä vaiheessa betonirakenteet kastuvat. Tämä pitää huomioida etenkin elementtirakentamisessa, sillä betonielementit on yleensä valmistettu jopa kuukausia ennen asennusajankohtaa. (Niemelä 2014, 55.)

### 2.3 Kuivuminen

Betonin kuivuminen tarkoittaa betonissa olevan kemiallisesti sitoutumattoman vapaan huokosveden poistumista. Kuivumiseen vaikuttaa betonin koostumus, rakenteen paksuus sekä ympäristön olosuhteet. Myös betonin maksimirakekoko, lisäaineet ja vesi-sementtisuhde sekä betonirakenteen lämpötila vaikuttavat kuivumisnopeuteen. Betoni saavuttaa ajan kuluessa tasapainokosteuden ympäristön kanssa, mutta rakennusvaiheessa tavoitekosteuden asettavat päällyste- ja pinnoitemateriaalit. (Merikallio 2007, Niemi & Komonen, 20.)

Betonin kuivuminen voidaan jakaa sitoutumiskuivumiseen ja haihtumiskuivumiseen. Betonin ominaisuudet vaikuttavat eri kuivumismuotojen osuuksiin. Esimerkiksi nopeasti kuivuvien erikoisbetonien kuivuminen perustuu niiden suuren sementtimäärän aiheuttamaan sitoutumiskuivumiseen. Haihtumiskuivumiseen vaikuttavat betonin koostumus, rakenteen paksuus ja ympäristöolosuhteet. Haihtumiskuivumisessa betonissa oleva kosteus siirtyy kapillaarisesti huokosia pitkin kohti rakenteen pintaa, josta se haihtuu ympäröivään ilmaan. Rakenteen pinnan kuivuminen tapahtuu kuitenkin suhteellisen nopeasti, minkä jälkeen kosteuden kapillaarinen siirtyminen pintaosissa estyy ja ainoaksi kosteuden siirtymismuodoksi pintaosissa jää diffuusio eli kosteuden siirtyminen vesihöyrymuodossa. Betonin haihtumiskuivuminen voidaan siis vielä jakaa kahteen vaiheeseen. Ensimmäisessä vaiheessa kuivuminen on nopeaa kapillaar-

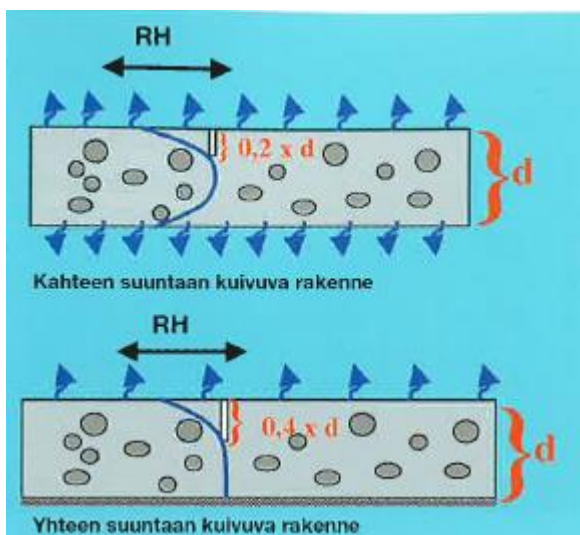
rista kuivumista, mutta rakenteen suhteellisen kosteuden laskiessa alle 97 % kuivuminen muuttuu hitaammaksi diffuusiokuivumiseksi. Diffuusiokuivumisen nopeuteen vaikuttaa betonin laatu, kosteus ja lämpötila. Mitä alhaisempi betonin vesisementtisuhde on eli mitä tiiviimpää betoni on, sitä hitaammin se läpäisee vesihöyryä. Tiiveys hidastaa myös kapillaarista kosteuden siirtymistä. Betonin kosteuspiitoisuuden nousu puolestaan lisää vesihöyrynläpäisevyyttä ja nopeuttaa kosteuden siirtymistä rakenteessa. Betonin lämpötilan nosto on tehokas kuivatustapa, sillä lämpötilan nousu nostaa betonin huokosten ilmatilan vesihöyrynpainetta ja siten edesauttaa kosteuden siirtymistä. (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 20-21.)

Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen vuonna 1988 tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin betonin lujuuden, kiviaineen raekoon, huokostuksen, notkistimen, kivisen betonimassan ja lentotuhkan vaikutusta kuivumisaikaan. Tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella kuivumisaikoihin vaikuttavia tekijöitä energiataloudellisesta näkökulmasta. Kuivatuksen nopeuttamisen merkittävimmät hyötynäkökohdat ovat rakennusajan lyheneminen, työmaanaikaisen lämmitystarpeen- ja reklamaatioiden väheneminen. Tutkimus suoritettiin määrittämällä betonin kuivumisnopeus koekuutioilla sekä laattojen kuivatuskokeilla. Tutkimuksessa havaittiin, että betonin lujuus ei vaikuta merkittävästi betonirakenteen kuivumisaikaan. Betonin sementtimäärän kasvaessa myös kemiallisesti sitoutuneen veden osuus kasvaa ja rakennekosteus vähenee. Betonista tulee tällöin kuitenkin tiiviimpää, mikä hidastaa kuivumista. Ainoastaan betonin suurimman raekoon kasvattaminen ja betonin huokoistaminen lyhensivät kuivumisaikaa. Huokoisessa betonissa kosteus siirtyy tehokkaammin ja nopeuttaa siten kuivumista. (Orantie 1988, 37.)

## 2.4 Kuivumisajat

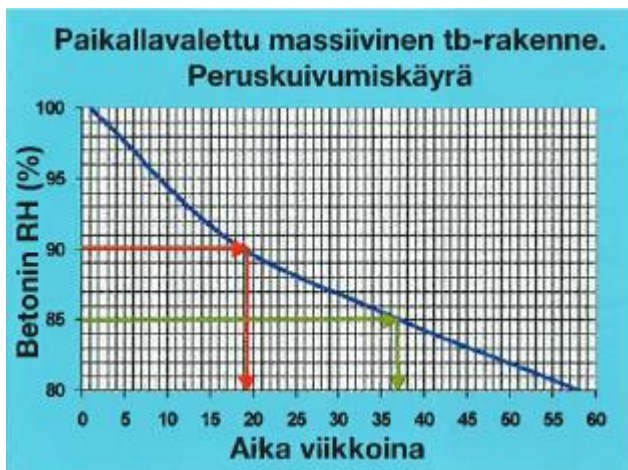
Rakennustyömaan yleisaikataulussa merkittävä aikataulua tahdistava tekijä on rakenteiden kuivuminen päällyste- ja pinnoitemateriaalien edellyttämään tasoon. Rakennustyön tehtävien aloitushetkien optimoinnissa on ensiarvoisen tärkeitä huomioida rakenteiden kuivuminen ja oikeat työjärjestykset, sillä kuivumisaika määrittää kunkin siitä riippuvan tehtävän aloitusajankohdan. (Niemelä 2014, 37.)

Betonirakenteiden kuivumisen arviointiohjeiston avulla voidaan yleisimmille sisätiloihin rajoittuville betonilattia- ja seinärakenteille laatia kuivumisaika-arviot. Seuraavassa on käsitelty teräsbetonisen välipohjalaatan kuivumisaajan laskentaa. Kuivumisen arviointiohjeiston lähtötietoina tarvitaan rakenne- ja tavoitekosteus. Tavoitekosteuden mittaussyvyys on rakenteen kuivumissuunnista riippuen 0,2 tai 0,4 kertaa rakenteen paksuus  $d$ , kuten kuvassa 1 on esitetty. (Merikallio 2002, 38.)



Kuva 1. Teräsbetonilaatan leikkauskuva (Merikallio 2002, 41).

Peruskuivumiskäyrän lukemista varten tarvitaan betonirakenteen suhteellinen kosteus, jonka perusteella saadaan tavoitekosteuteen kuivumisen kesto viikkoina (Kuva 2). Kuivumisaikaan vaikuttaa merkittävästi rakenteen vesisideainesuhde, paksuus, kastumisajankohta ja kuivumisolosuhteet. Nämä tekijät korjataan kuivumisaikaan kuvasta 3 saatavilla korjauskertoimilla. (Merikallio 2002, 38)



Kuva 2. Peruskuivumiskäyrä (Merikallio 2002, 41).

Vesisideainesuhde (v/s)	Kerroin
0,7	1,0
0,6	0,7
0,5	0,5
0,4	0,2

Rakenteen paksuus (mm)	Vesisideainesuhde (v/s)			
	0,7	0,6	0,5	0,4
200	0,7	0,7	0,7	0,8
230	0,9	0,9	0,9	0,9
250	1,0	1,0	1,0	1,0
280	1,3	1,1	1,1	1,1
300	1,6	1,4	1,3	1,2

Kuivumisuunta	Vesisideainesuhde (v/s)			
	0,7	0,6	0,5	0,4
Kahteen suuntaan	1,0	1,0	1,0	1,0
Yhteen suuntaan	3,2	2,6	2,3	2,0

Olosuhteet				
RH (%)	Lämpötila (°C)			
	10	18	25	30
35	1,2	0,8	0,7	0,6
50	1,2	0,9	0,7	0,6
60	1,3	1,0	0,8	0,7
70	1,4	1,1	0,8	0,7
80	1,7	1,2	1,0	0,9

Kastuminen	Vesisideainesuhde			
	0,4	0,5	0,6	0,7
Kuivassa	1,0	0,9	0,9	0,8
kosteassa yli 2 viikkoa	1,0	1,0	1,0	1,0
kastunut yli 2 viikkoa	1,1	1,2	1,3	1,5

Kuva 3. Korjauskertoimet (Merikallio 2002, 41).

Tuloksena saadaan betonirakenteen arvioitu kuivumisaika viikkoina kuvan 4 laskentakaavan mukaan. Kuivumisaika-arviot ovat suuntaa-antavia ja tarkoitettu käytettäväksi rakennusaikaisen kuivatuksen ja aikataulutuksen suunnitteluun. Todellinen varmuus rakenteen kosteustilasta saadaan vain mittaamalla betonin kosteus. (Merikallio 2002, 38.) Betonin työmaalla tapahtuvaan kosteudenmittaukseen yleisimmin käytetyt menetelmät on esitetty opinnäytetyön kappaleessa 5.



Kuva 4. Kuivumisajan laskentakaava (Merikallio 2002, 41).

Liitteessä 1 on esitetty esimerkkinä 200 mm paksun teräsbetonisen välipohjalaatan kuivumisajan laskenta. Erilaisten betonirakenteiden kuivumista voidaan arvioida myös Betoniyhdistyksen laatiman ohjelman BY 1021 avulla. BY 1021 kuivumisaika-arvioiden laskenta perustuu Betonikeskuksen vuonna 2002 julkaisemaan DI Tarja Merikallion kirjaan Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi.

### 3 KOSTEUDENHALLINTA

#### 3.1 Kosteudenhallintaprosessi

Rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta on määritelty maankäyttö- ja rakennuslaissa (Ympäristöministeriön www-sivut 2014). ”Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei siitä aiheudu sen käyttäjille tai naapureille hygienia- tai terveystarpeita kosteuden kertymisestä rakennuksen osiin tai sisäpinnoille” (Suomen RakMK C2 1998, 3). Nämä määräykset käsittelevät rakennuksen kosteusteknistä toimintaa, rakenteiden kuivumista sekä laitteistojen ja putkien suunnitteluperiaatteita



(Suomen RakMK C2 1998, 3). Näiden edellytyksien täyttämässä tärkein työkalu on työmaakohtainen kosteudenhallintasuunnitelma, joka on osa koko rakennushankkeen kosteudenhallintaprosessia.

Kosteudenhallintaprosessi on rakennushankkeen laadunhallintaprosessi, jolla hallitaan rakennuksen kosteusteknistä suunnittelua sekä rakennusaikaisia kosteusrasituksia. Kosteudenhallintaprosessin tavoitteena on varmistaa käyttöönotossa laadukas, terve ja kosteusteknisesti oikein toimiva rakennus projektinhallinnon suunnittelun, toteutuksen, ylläpidon ja käytön keinoin. (RIL 250-2011, 19-20.) Kosteudenhallintaprosessi alkaa jo suunnitteluvaiheessa ja jatkuu rakennuksen valmistuttua muun muassa käytön opastuksella (Kuva 5).

Hankkeen vaihe	Hankesuunnittelu	Suunnittelu	Tuotannosuunnittelu	Työn suunnittelu ja toteutus
Tekijä	Rakennushankkeeseen ryhtyvä, rakennuttaja	Suunnittelijat, pääraakenne-suunnittelija koordinoi	Paatoteuttaja, pääraakenne-suunnittelija avustaa	Paatoteuttaja ja urakoitsijat
Toimenpide	<p>Päätös vaaditusta kuivanapidon tasosta</p> <p>Budjettivaraus toteutukselle</p> <p>Rakentamisen aikataulu</p>	<p>Rakenteiden rakentamis- ja käytönaikaisen toimivuuden suunnittelu</p> <p>Kosteudentorjunnan tavoitteet ja ohjeet suunnitelmiin</p> <p>Riskien arviointi</p> <p>Suunnitelmien kosteustekninen tarkastus Tarvittaessa ulkopuolinen asiantuntija</p> <p>Hyvät, selkeät suunnitelmat</p>	<p>Kosteuden torjunnan suunnittelu osana koko työmaan toteutus-suunnittelua</p> <p>Kosteuden valvontasuunnitelma</p> <p>Tehtäväsuunnitelmat</p> <p>Yleisaikataulu</p> <p>Kuivanapito suunnitellaan erikseen jokaiseen rakennusvaiheeseen mm. materiaalien ja rakenteiden osalta</p>	<p>Vaatimukset aliurakoitsijoille sopimuksiin ja tarjouspyyntöihin sekä ohjeet työntekijöille</p> <p>Kuivanapidon toteutus, tarkastukset ja huolto</p> <p>Kuivanapidon käsittely kokouksissa ja palavereissa</p> <p>Olosuhteiden seuranta</p>

Kuva 5. Kuiva rakentaminen rakennushankkeen tavoitteena (Kemppainen, Lehtinen & Koskenvesa 2014).

### 3.2 Kosteudenhallintasuunnitelma

Hankkeen alussa asetettujen kosteudenhallinnan laatutavoitteiden ja kosteusteknisten riskien perusteella laaditaan kosteudenhallintasuunnitelma, joka perustuu laadittuun riskikartoitukseen, jossa kohteen kosteustekniset riskit ja kriittiset laatutekijät identifioidaan. Kosteudenhallintasuunnitelma on aina työmaakohtainen ja tärkeä osa koko

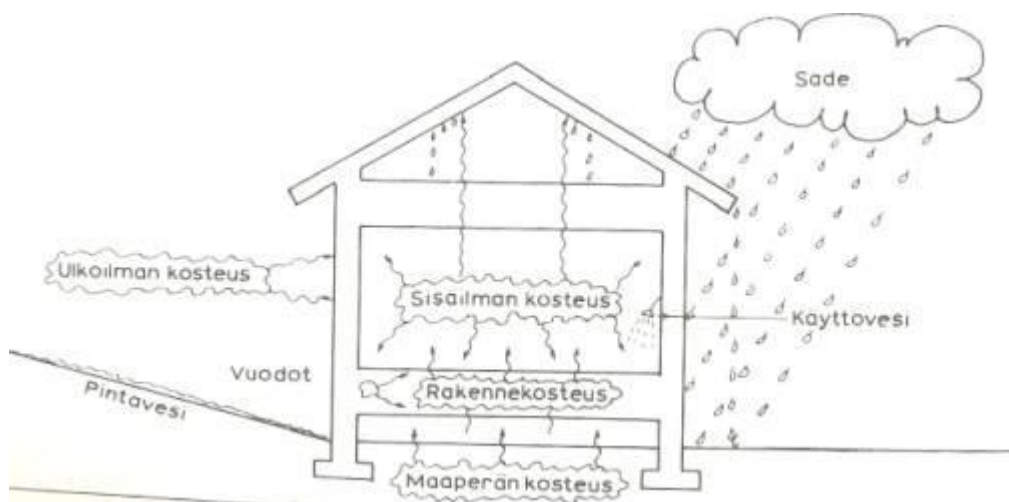
kosteudenhallintaprosessia. Kosteudenhallintasuunnitelman tulee sisältää muun muassa kohteen yleistiedot, kosteudenhallinnan laatutavoitteet, kosteusriskien kartoituksen, kuivumisaika-arviot, materiaalin ja rakenneosien suojauksen ja varastoinnin järjestämisen, erityisohjeet esimerkiksi märkätilojen rakentamisesta sekä valvonnan organisoinnin ja mittaussuunnitelman. (RIL 250-2011, 95-97.) Esimerkkinä kosteudenhallintasuunnitelmasta on As Oy Porin Tähtikulman työmaalle tehty kosteudenhallintasuunnitelma (Liite 2), johon on kirjattu mahdolliset kosteustekniset riskitilanteet työvaiheittain sekä niiden aiheuttamat toimenpiteet ja vastuuhenkilöt.

Ympäristöministeriöstä on tulossa asetus, joka vaatii sääsuojien käytön talonrakennustyömailla pakolliseksi. Ministeriössä arvioidaan vielä, missä rakennustyömaan vaiheissa tarkempaa sää- ja olosuhdeohjausta tarvitaan. Tekeillä oleva asetus kuitenkin edellyttää työmailta kosteudenhallintasuunnitelmaa, joka sisältää toimenpiteet materiaalin sääsuojauksen ja kuivumisen varmistamiseksi. Asetus edellyttää entistä tarkempaa perehtymistä urakkatarjousvaiheessa sää- ja olosuhdesuojaukseen varattuihin resursseihin sekä kosteudenhallinnasta aiheutuviin kustannuksiin. (Möisä 2014, 8.)

## 4 KUIVANAPITO

### 4.1 Kosteuslähteet

Rakenteeseen voi kulkeutua kosteutta sateesta, ilman vesihöyryn siirtymisestä, maaperästä tai vesivuodosta (Kuva 6). Kosteuslähteet voivat olla rakennuksen sisä- tai ulkopuolisia ja ne vaikuttavat rakenteisiin koko rakennuksen elinkaaren aikana. (Sisäilmäyhdistyksen www-sivut 2014.)



Kuva 6. Rakennuksen kosteuslähteet (Sisäilmäyhdistyksen www-sivut 2014).

Näkyvin rakennukseen kohdistuva kosteusrasitus on sade, joka voi esiintyä vetenä, räntänä tai lumena. Sade aiheuttaa eniten kosteusrasitusta rakennustyön runkovaiheessa siihen asti, kunnes rakennuksen ulkovaippa on saatu umpeen ja vesikatto vedenpitäväksi. Vesisade siirtyy pääsääntöisesti valumavetenä runkoa pitkin kohti maanpintaa. Lumi ja räntä taas jäävät pitkäksi aikaa vaikuttamaan tasaisille pinnoille, kuten rakennuksen holville. (Siikainen 1996, 52.) ”Sateen vaikutus voidaan jakaa ajallisesti kahteen jaksoon: rakentamisen aikaiseen ja sen jälkeiseen vaiheeseen” (Björkholtz 1996, 40). Tässä opinnäytetyössä keskitytään rakentamisaikaiseen vaiheeseen ja sen aiheuttamiin suojaustoimenpiteisiin ja -menetelmiin.

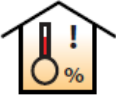




Muita rakennukseen vaikuttavia kosteuslähteitä sekä rakennusvaiheen, että käytön aikana ovat maaperän kosteus, sisäilman kosteus, rakennekosteus ja mahdolliset putkirikot. Maaperän kosteus ja pintavedet ovat pitkäkestoisimpia rakennuksia rasittavista tekijöistä. Maaperän kosteuteen vaikuttaa muun muassa pohjaveden korkeus, maanpinnan kallistukset sekä maakerrokset. Valmiin rakennuksen käytön aikana rakenteet ja sisäilma sisältävät aina jonkin verran kosteutta, joka ei kuitenkaan ole haitallista, kun rakenteet on suunniteltu oikein ja ilmanvaihto on toimiva. Vuotojen aiheuttajana on lähes aina rakenteellinen virhe ja ne ovat suurimpia syitä rakennuksen kosteusvaurioille, sillä putkistot ovat usein vaikeasti havaittavissa paikoissa rakenteiden sisällä. (Sisäilmäyhdistyksen www-sivut 2014.)

## 4.2 Säsuojaus

Säältä suojaaminen on tärkeä osa rakennustyömaan kosteudenhallintaa. Sään aiheuttama kastuminen on aina ylimääräistä kosteutta, jonka poistaminen aiheuttaa lisätyötä. Rakennuksen pysyminen kuivana koko rakennusprosessin ajan ja jokaisessa tuotannon vaiheessa on tärkeä osa kuivaketjua, jolla ehkäistään kosteus- ja homevaurioiden syntyminen. Rakentamisaikainen suojaus aiheuttaa kustannuksia, mutta kunnolliseen suojaukseen sijoittaminen on kannattavaa. Säsuojauksella runkovaiheen aikana tapahtuvien kosteusvaurioiden mahdollisuus saadaan minimoitua, mikä parantaa työn laatua, tehokkuutta sekä työturvallisuutta. Säsuojaus myös vähentää kuivatuksesta aiheutuvia lisätyötä sekä kosteusvaurioiden korjaamisesta aiheutuvia kustannuksia. (Niemi 2014, 52.)

Rakennusosien suojaaminen kosteudelta on aina tehokkaampaa kuin rakenteiden kuivattaminen. Rakenteiden suojaaminen sisältää valmistuvan rakennuksen riskialttiiden ja kosteudesta vaurioituvien rakenneseosten suojaamisen sekä varastoinninaikaisen materiaalien suojaamisen. Rakenteiden säsuojaus on oleellinen osa kuivaketjua, jossa riskirakenteet eivät kastu missään prosessin vaiheessa. Runkovaiheessa tehtävä koko rakennuksen kattava säsuojaus on kuitenkin toistaiseksi harvinaista Suomessa. Perinteisesti rakennuksista suojataan vain joitakin osia, riippuen niiden kosteuden- ja pakkasensietokyvystä. (Niemi 2014, 52.)

Rakennusmateriaalit ovat alttiina sääolosuhteille kuljetuksen, varastoinnin ja asennuksen aikana. Materiaalien ominaisuudet vaikuttavat niiden kosteudensietokykyyn ja siten varastointiolosuhteisiin. Kuvassa 7 on esitetty eri materiaalien varastointia koskevat vaatimukset ja niiden symbolit.

Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parketit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
			Laastit	
			Runkopuutavara	
			Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)	
			Metalli-ikkunat ja -ovet	
			Kuivabetoni	
			Lämmöneristeet	
			Metallikasetit	
			Puuelementit	
			Betonelementit	
			Keramiikka, tiilet ja laatat	
			Raudoitteet	
			Metallivarusteet	
			Maa-ainekset	
			Kattotiilet	
			Ulkovarusteet	

Kuva 7. Materiaalien säilytystä koskevat symbolit ja niiden selitykset (Ratu S-1232 2013, 10).

## 5 KOSTEUSMITTAUS

### 5.1 Mittausmenetelmät

Tavallisimpia kosteudenmittausmenetelmiä työmailla ovat suhteellisen kosteuden mittaaminen joko rakenteeseen poratusta reiästä tai betonista otetusta koepalasta sekä mittaaminen betonivaluun upotetulla mitta-anturilla (Lumme & Merikallio 1997, 23). Tässä opinnäytetyössä keskitytään As Oy Porin Tähtikulman työmaalla käytettyihin

mittausmenetelmiin, joita ovat rakenteeseen poratun reiän suhteellisen kosteuden mittaus ja pintakosteuden mittaus.

Betonirakenteen päällystemateriaalin ominaisuudet ja kosteudensietokyky asettavat tietyt vaatimukset betonin rakennekosteudelle. Betonirakenteiden pinnoitettavuutta arvioidaan kuivumisnopeuden arviointitapojen avulla ja ennen pinnoitusta suoritettavien mittausmenetelmin. Suhteellisen kosteuden mittauksella saadaan selville betonin huokosissa olevan ilman kosteus. Huokosissa olevan ilman kosteus on rakenteessa haitallista kosteutta, sillä se voi käyttöolosuhteissa liikkua ja aiheuttaa haittaa rakenteelle. (Nieminen & Rautiainen 1990, 7.)

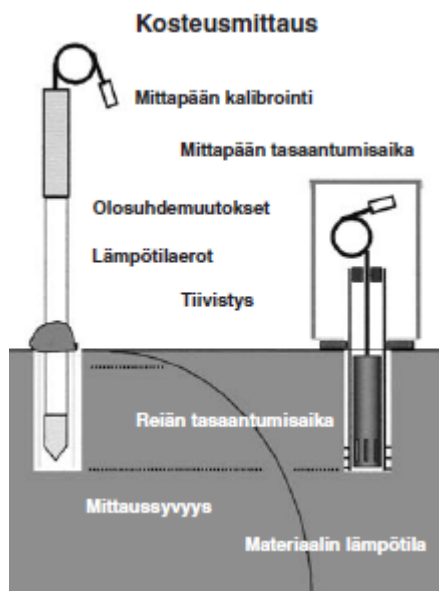
### 5.1.1 Porareikämittaus

Oikea betonirakenteen kosteuden mittaustapa on periaatteessa suhteellisen kosteuden mittaus rakenteeseen poratusta reiästä. Mittauksessa tutkitaan betonin huokosissa olevan ilman kosteutta, joka rakenteen käyttöolosuhteissa voi liikkua ja aiheuttaa haittaa. (Nieminen & Rautiainen 1990, 7.) Porareikämittaus on rakennetta rikkovaa ja varsin työlästä. Mittausmenetelmästä johtuen mittauskohtien määrä on rajallinen, joten mittajaan tulee ennen varsinaista mittausta selvittää ammattitaitoonsa perustuen mittauspisteet sekä kirjata ne suunnitelmaksi. (RT 14-10984 2010, 3.) Mittauspisteen sijaintiin vaikuttaa myös esimerkiksi märkätilojen lattialämmityskaapelit.

Suhteellisen kosteuden mittauksen vaiheet porareikämenetelmällä ovat poraus, puhdistus, tiivistys ja mittaus. Aluksi rakenteeseen porataan reikä haluttuun mittaussyvyyteen. (Lumme & Merikallio 1997, 23.) Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen vuonna 1990 tehdyssä laboratoriokokeessa ei löydetty selvää ohjetta mittaussyvyyden valitsemiseksi, mutta saatujen tulosten perusteella voidaan jo pitkään tunnettuja keskimääräisiä mittaussyvyyksiä 20 % välipohjan ja 40 % maanvaraisen laatan paksuudesta pitää vähintäänkin oikean suuntaisina (Nieminen & Rautiainen 1990, 11). Reiän porauksessa sen ympärillä olevan rakenteen pinta kuumenee, mikä aiheuttaa suhteellisen kosteuden kohoamista. Tämä tulee ottaa huomioon myös silloin, jos rakennetta on lämmitetty sen kuivattamiseksi. Porattu reikä puhdistetaan ja tiivistetään, jonka jälkeen suhteellisen kosteuden annetaan tasaantua, jotta mittauksista voidaan

saada luotettava tulos. Suhteellisen kosteuden tasaantumiseen voi kulua useita vuorokausia. Betonilaadusta riippuen suositellaan 3-5 vuorokauden kuivumisaikaa ennen mittausta. Mittauksessa tulee noudattaa mittalaitteen valmistajan ohjeita, jotta vältetään virheellisiltä tuloksilta. (Lumme & Merikallio 1997, 22-24.)

Betonirakenteen huokosissa olevan ilman suhteellisen kosteuden mittaaminen rakenteeseen poratusta reiästä aiheuttaa helposti virheitä työmaolosuhteissa. Oikean mittaustuloksen saaminen edellyttää virheelliseen tulokseen vaikuttavien tekijöiden tunnistamista (Kuva 8). Mittaustulosten luotettavuuteen vaikuttaa muun muassa ympäristön lämpötila ja kosteus sekä mittauksen suorittajan kokemus ja mittalaitteiden tuntemus. (Lumme & Merikallio 1997, 22.)



Kuva 8. Betonirakenteen suhteellisen kosteuden mittauksessa huomioitavia tekijöitä (Merikallio n.d.).

### 5.1.2 Pintakosteusmittaus

”Betonilaatan päällystettävyyssajankohtaa ei voida arvioida luotettavasti mittaamalla betonin kosteutta pintakosteusmittareilla” (Nieminen & Rautiainen 1990, 17). Pintakosteusmittaria sen sijaan voidaan käyttää suuntaa-antavana mittalaitteena porareikämittauksen ajankohdan ja kuivumisaikojen arviointiin (RT 14-10984 2010, 3). Pintakosteusmittarin mitaustulos voi kuitenkin vaihdella suuresti saman rakenteen eri kohdista mitatuissa pisteissä. ”Kahdella saman valmistajan kapasitiivisella pinta-

kosteusmittarilla saadut tulokset riippuivat voimakkaasti betonin kosteusjakaumasta, raudoituksesta sekä ilmeisesti myös betonin kiviaineksen raakoosta” (Nieminen & Rautiainen 1990, 17).

Pintakosteusmittari ei mittaa suhteellista kosteutta, vaan ilmaisee kosteuspitoisuuden mittaamaltaan syvyydeltä ja ilmoittaa kosteuspitoisuuden esimerkiksi painoprosenteina tai laskennallisena suhteellisena kosteutena. Suhteellisen kosteuden laskenta ja pintakosteusmittarin antama tulos perustuvat materiaalin sähköisiin ominaisuuksiin, jonka vuoksi mittaustarkkuus on yleensä alhainen. Pintakosteusmittaria voidaan sen vuoksi käyttää ensisijaisesti materiaalin kosteustilan muuttumisen seurantaan. (RT 14-10984 2010, 11.)

## 5.2 Betonirakenteiden päällystäminen

”Tavallisesti ennen betonin päällystämistä pyritään tiettyyn päällystekohtaiseen betonin kosteustilaan, niin sanottuun kriittiseen kosteustilaan tai sen alle” (Orantie 1988, 14). Kriittinen kosteustila tarkoittaa betonin kosteustilaa arviointisyvyydellä, jota pienempi kosteus ei ole haitallista betonirakenteen pinnoitemateriaaleille. Betonirakenteen kuivatuksen tarve riippuu siis pinnoitettavan materiaalin asettamasta suhteellisen kosteuden enimmäisarvosta. Esimerkiksi muovi-, linoleum-, tekstiili- sekä kumimattojen ja -laattojen kriittiset kosteusraja-arvot ovat yleensä 85–90 % RH (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 31). Kuivatuksen tarve määräytyy kuitenkin aina alimman kriittisen RH-arvon mukaan. Esimerkiksi useimpien liimojen kriittisenä suhteellisen kosteuden arvona pidetään 85 %:a, mikä tarkoittaa, että suhteellinen kosteus päällysteen alla liimatilassa ei saa nousta yli tämän arvon, vaikka pinnoitemateriaalin suhteellisen kosteuden kriittinen arvo olisi korkeampi (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 31). Kuivatuksessa ja pinnoitemateriaalien valinnoissa tulee huomioida myös betonirakenteeseen mahdollisesti imeytyvä kosteus esimerkiksi kapillaarisesti maaperästä.



Kosteusmittauksen tarkoitus on siis varmistaa, että betonirakenteen kosteus on pinnoitemateriaalin vaatimalla tasolla. ”Lattia- ja seinäpäällysteiden sekä pinnoitteiden valintaan vaikuttavat mm. kohteen käyttötarkoituksen ja ympäröivien olosuhteiden asettamat rasitusvaatimukset sekä esteettiset seikat” (Merikallio, Niemi & Komonen 2007, 45). Pinnoitemateriaalit valitaan jo suunnitteluvaiheessa, jolloin kuivumisaikoihin voidaan vaikuttaa yleisaikataulun suunnittelun osalta.

## 6 KOHTEEN MÄÄRITTELY

### 6.1 As Oy Porin Tähtikulma

As Oy Porin Tähtikulma on YIT Rakennus Oy:n rakentama järjestyksessä viides kerrostalo Porin Riihikedon kaupunginosaan. Kohde on kuusikerroksinen asuintalo (Kuva 9). Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevat asukkaiden irtaimistovarastot, yhtiön yhteiset varasto- ja tekniset tilat sekä autokatospaikat ja autotallit. Rakennus on kaksirappuinen. A-rapussa on kuusi kerrosta ja B-rapussa viisi. Huoneistoja rakennuksessa on yhteensä 55. (Rakennustyöselostus 2013, 3.)

Kohde on perustettu teräsbetonipaalujen varaan ja anturat ovat paikalla valettuja teräsbetonirakenteita. Perusmuurit ovat teräsbetonisia elementtirakenteita. Alapohja on paikalla valettu maanvastainen kantava teräsbetonilaatta. Rakennuksen kantavan pystyrungon muodostavat teräsbetoniset ulkoseinien sandwich-elementit sekä paikalla valetut huoneistojen väliset seinät. Väli- ja yläpohjarakenne on paikalla valettu teräsbetonilaatta. (Rakennustyöselostus 2013, 11-13.)



Kuva 9. As Oy Porin Tähtikulma.

## 6.2 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on toimia oppaana työsuunnitteluvaiheen aikana rakennustyömaan työnjohtolle. Tarkoituksena on löytää keinoja kehittää rakennustyömaan kosteudenhallintaa tuotantovaiheessa sekä tunnistaa mahdolliset toistuvat ongelmat ja jakaa tietoa. Opinnäytetyössä käsitellään As Oy Porin Tähtikulman rakennusvaiheessa vastaan tulleita kosteuden aiheuttamia haasteita sekä esitetään kosteudenhallintaan ja kuivatuksen käytetyt keskeisimmät toimenpiteet ja menetelmät. Kosteudenhallinnan ja kuivatuksen aiheuttamat toimenpiteet on esitetty kappaleessa 7.

Opinnäytetyössä perehdytään YIT Rakennus Oy:n viimeisimpien asuinkerrostalojen rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan vastaavan työnjohtajan haastattelun kautta. Haastattelussa saatua tietoa verrataan As Oy Porin Tähtikulman kosteudenhallinnallisiin toimenpiteisiin ja pyritään selvittämään tehokkaimmat keinot rakenteiden kuivatukseen ja ylimääräisen kosteuden poistamiseen. Opinnäytetyössä käsitellään pääosin As Oy Porin Tähtikulman kosteudenhallinnan ja kuivatuksen aiheuttamia käytännön toimenpiteitä, joiden pohjalta on laadittu As Oy Porin Adjutantti II:n kosteudenhallintasuunnitelma (Liite 5).

## 7 KUIVANAPITO

### 7.1 Vastaavan työnjohtajan haastattelu

YIT Rakennus Oy on aikaisemmin rakentanut Porin Riihikedon kaupunginosaan neljä kerrostaloa, jotka ovat As Oy Porin Adjutantti, As Oy Porin Amiraali sekä As Oy Porin Kommodori A ja As Oy Porin Kommodori B. Opinnäytetyötäni varten haastattelin näiden neljän kerrostalotyömaan vastaavana työnjohtajana toiminutta Juha Kartastenpäättä, joka nykyään toimii MVR-Yhtymä Oy:n vastaavana työnjohtajana. Haastattelun tavoitteena oli selvittää aikaisempien rakennusten kuivatuksen tarvetta ja kuivatusmenetelmiä, kosteuden aiheuttamia haasteita sekä mahdollisia tyyppivikoja koko rakennusprosessin aikana. Haastattelukysymykset on esitetty opinnäytetyön liitteessä 3.

Haastattelussa kävi ilmi, että aikaisempia taloja ei ole jouduttu ilmankuivaimien kanssa kuivaamaan, toisin kuin As Oy Porin Tähtikulmassa. Kartastenpään (henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2014) mukaan aikaisemmissa taloissa kuivuminen on alkanut jo runkovaiheessa, kun kerroksia on lämmitetty ilmanpuhaltimilla. Ainoastaan As Oy Porin Amiraalissa kosteus aiheutti haasteita. Keväällä ulkokuorielementistä taloa lämmitettiin kerroksissa olevilla lämminilmapuhaltimilla. Lämmin sisäilma ja eristämätön ulkoseinä aiheuttivat kosteuden tiivistymistä ulkoseinän ulkopintaan. Kosteus saatiin kuitenkin kuivatettua puhaltimien avulla.

YIT Rakennus Oy:n Riihiketoon rakentamien talojen runkotyöt ovat sijoittuneet pääosin talviaikaan. Tällöin rakennuksia on jouduttu lämmittämään puhaltimilla runkovaiheen aikana. As Oy Porin Tähtikulman runkovaiheen aikana kerroksia ei kuitenkaan lämmitetty leudon talven ja vähäisen lumimäärän vuoksi. Yhdessä pohdittiin, onko runkovaiheen aikaisella lämmityksellä merkitystä rakennekosteuden ja kuivatuksen tarpeen kannalta. Kartastenpään mukaan runkovaiheen aikainen lämmitys vaikuttaa rakennuksen kosteuteen, mutta rakennus voidaan kuivata myös sisävalmistusvaiheen aikana. Ilman lämmittäminen ja ulkoa tuleva kuiva pakkasilma siirtävät tehokkaasti betonirakenteesta haihtuvaa kosteutta ulkoilmaan. As Oy Porin Tähtikulmassa kerrosten lämmitys kuitenkin olisi ollut taloudellisesti kannattamatonta kostean ja leudon ulkoilman vuoksi. Voidaan siis todeta, että kuivatusmenetelmiin ja rakennuksen kuivumiseen vaikuttavat merkittävästi myös vuodenaika ja sääolosuhteet. (Kartastenpää henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2014)

Haastattelussa keskusteltiin myös ontelolaatan ja valetun holvin mahdollisista kosteusteknisistä eroista. Valettu holvi on tiiviimpi kuin ontelolaattavälipohja, mutta se ei silti Kartastenpään mukaan suojaa alempia kerroksia kastumiselta sen tehokkaammin. Ontelolaattavälipohjan etuna on, että se on kuiva asennettaessa. Toisaalta työmaalla tehtävät kylpyhuoneiden lattioiden kallistusvalut joudutaan kuivattamaan. Märkätilojen kuivuminen ei kuitenkaan ole aiheuttanut ongelmia tai viivästyksiä. Myöskään ontelolaattojen onteloihin jääneellä vedellä ei ole ollut vaikutusta rakenteen kuivumisen kannalta. Paikallavalu- ja ontelolaattavälipohjalla ei siis ole merkittävää eroa kosteudenhallinnan näkökulmasta. (Kartastenpää henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2014)

Kosteudenhallintasuunnitelma on jokaiselle työmaalle tehty, mutta se ei kuitenkaan aina palvele sen varsinaista tarkoitusta. Kosteudenhallintasuunnitelma on As Oy Porin Tähtikulman työmaalla tehty samalle pohjalle kuin edellisillä työmailla. Haastattelussa pohdittiin, että kosteudenhallintasuunnitelmasta tulee helposti rutiininomainen kaavake, joka laaditaan saman mallin mukaan. Jotta kosteudenhallintasuunnitelmasta olisi hyötyä, olisi se hyvä käydä aina huolellisesti läpi työn alkuvaiheessa. Suunnitelmassa tulisi kartoittaa mahdolliset riskialttiit työvaiheet ja menetelmät sekä nimetä kosteudenhallinnasta vastaava. (Kartastenpää henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2014)

Kartastenpään (henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2014) mukaan kosteuden kannalta riskialteimmat työvaiheet ovat runkovaiheen aikana, jolloin rakennus on alttiina sääolosuhteille. Valtioneuvostolta on tulossa rakennustyömaan kosteudenhallintaan sekä sää- ja olosuhdesuojaukseen liittyvä asetusluonnos, jonka tavoitteena on parantaa rakennustyömaiden sääsuojauksia sekä vähentää kosteuden aiheuttamia home- ja sisäilmaongelmia (Valtioneuvoston www-sivut 2014). Kartastenpään mielestä pakollinen sääsuojaus olisi työmaan kannalta hyvä muutos, vaikka se aiheuttaakin kustannuksia.

Haastattelussa käytiin vielä läpi mahdollisesti työmailla toistuneita kosteuden aiheuttamia ongelmia. YIT Rakennus Oy:n Riihiketoon rakennettuihin kerrostaloihin ei ole jouduttu tekemään kosteusvaurion aiheuttamia korjaustöitä, vaikka Kartastenpään mukaan tällaisia korjauksia yleisesti tehdään. Kartastenpää painottaa haastattelussa kosteusmittausten tärkeyttä. Mittauksia tulee tehdä kattava määrä ja niistä on oltava hyväksytyt raportoinnit. Kosteusmittauksen ajankohdan ja kuivumisaikojen arviointiin vaikuttavat kokemus ja ammattitaito. Kartastenpään mukaan kosteus ei ole ongelma, jos siihen reagoidaan ajoissa. Kosteudenhallinnassa ja kuivatuksessa hän korostaa suunnitelmallisuutta ja kuivatuksen aiheuttamien toimenpiteiden tiedostamista. (Kartastenpää henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2014)

## 7.2 Rakennusmateriaalin varastointi

As Oy Porin Tähtikulman työmaan logistiikka sekä materiaalien välivarastointi toimi hyvin ja työmaalla oli varastotilaa riittävästi. Työmaalla oli aluesuunnitelmaan selkeästi merkityt varastointialueet ja niitä noudatettiin. Kaikki sääsuojattavat rakennusmateriaalit suojattiin välivarastoinnin aikana kevytpeitteillä siten, että ne olivat kuormalavojen päällä tai muilla tavoin irti maanpinnasta. Tällä tavoin vältyttiin mahdollisten kosteus- ja homeongelmien syntymiseltä. Kevytpeitteiden käyttö on kuitenkin hidasta, huolellisuutta vaativaa ja vaikeuttaa materiaalien kulutuksen seurainta. As Oy Porin Tähtikulman työmaalla rakennusmateriaalien siirtoon käytettiin torninosturin lisäksi kurottajaa, joten kevytpeitteiden käytön sijaan voitaisiin myös pystyttää varastointialueelle tilapäinen sääsuojattu varastohalli. Varastohalli aiheuttaa lisäkustannuksia, mutta helpottaa välivarastoinnin järjestämistä.

Työmaan logistiikan ja varastotilan järjestyksen kannalta tärkeää oli materiaalien saapuminen työmaalle oikeaan aikaan. Materiaalitilausten toimitus sovittiin siten, että materiaalit saatiin mahdollisuuksien mukaan siirrettyä suoraan asennuspaikalle. Välivarastointia pyrittiin välttämään ja sääsuojauksessa hyödynnettiin mahdollisimman paljon rakennuksen valmiita rakenteita. Esimerkiksi kipsilevyjen toimitus jaettiin useampaan erään, jolloin levyt voitiin jakaa suoraan kerroksiin, joissa ne olivat säältä suojassa.

### 7.3 Runkovaihe

Runkovaihe on kosteuden kannalta haastavin työvaihe, sillä silloin rakennus on alttiina sääolosuhteille. Runkovaiheen töiden sujuvuuden kannalta merkittävin tekijä on sää. As Oy Porin Tähtikulman runkovaihe sijoittui talviaikaan, mutta leudon ja vähälumisen talven vuoksi työt sujuivat suunniteltua nopeammin ja lähes keskeytyksettä.

As Oy Porin Tähtikulmassa tavoitteena oli saada runko mahdollisimman nopeasti valmiiksi ja vedenpitäväksi sekä talon oma lämmitys päälle. Runkotyöt sujuivat nopeasti ja rutiininomaisesti. Ikkunat ja parvekeovet asennettiin kerroksiin runkotöiden edetessä, näin estettiin sadeveden pääsy sisätiloihin. Autotallien ovet ja muut suuremmat aukot peitettiin väliaikaisesti rakennusmuovilla. Haasteita aiheutti ylimmälle holville makaamaan jäänyt sadevesi. Ulkoseinäelementit ulottuivat ylimmän holvin yläpintaa korkeammalle, mikä yhdessä tasaisen yläpohjan kanssa aiheutti veden kerääntymisen holville. Ylimmälle holville sataneen sadeveden poistamiseksi yläpohjaan tehtiin vesiuria ja porattiin reikiä, joita pitkin sadevesi johdettiin viemäriin tai ulos rakennuksesta. Lisäksi ulkoseinän sandwich-elementtien villatilat suojattiin rakennusmuovilla veden valumisen estämiseksi. Alempaan kerrokseen ja hissikuilujen pohjille lammikoiksi kerääntynyt sadevesi poistettiin vesi-imurilla.

YIT Rakennus Oy:n vastaavan työnjohtajan Jarmo Ruohosen (henkilökohtainen tiedonanto 22.1.2015) mukaan veden valuminen ylimmältä holvilta alempiin kerroksiin voitaisiin estää asentamalla jatkossa kaivot yläpohjaan. Yläpohjaan tehtäisiin tällöin valuvaiheessa loivat kallistukset rakennuksen keskelle päin, millä saadaan sadevesi ohjattua yläpohjaan sijoitettuihin kuivakaivoihin. Kuivakaivot tulisi sijoittaa kylpy-

huoneiden kohdalle, jolloin sadevesi saadaan runkovaiheen aikana ohjattua viemäriin ja vesikaton valmistuttua väliaikainen yläpohjan kaivo jää piiloon märkätilan alaslasketun katon taakse. Kattotuolipukit asennetaan yläpohjan päälle puukiilojen avulla.

Loppukesän rankat ukkossateet aiheuttivat haasteita sääsuojaukselle. Sadevesi pääsi muutamaan huoneistoon sisälle parvekeovien alta. Parvekelaattojen reunoilla kulki vesikouru, jonka tarkoitus oli kuljettaa sadevesi rakennuksen seinän puoleisella sivulla olevaan syöksytorveen ja siitä sadevesikaivoon. Vesikouruihin oli kuitenkin kerääntynyt sahanpuruja sekä hiontajätettä, mikä tukki syöksytorvet. Sadevesi jäi makaamaan parvekelaatan päälle ja kulkeutui sisälle huoneistoon. Sadevedenpoistojärjestelmä saatiin kuitenkin nopeasti puhdistettua. Huoneistoon kulkeutunut vesi poistettiin vesi-imurilla ja vastaavat tilanteet estettiin jatkossa parvekelaattojen säännöllisen siivouksen ja puhdistuksen avulla.

Vesikaton puurunkotyöt aloitettiin kesäkuussa. Työ saatiin suoritettua yleisaikataulun mukaan sadepäivistä huolimatta. Vesikaton puurunko tehtiin maassa elementteinä, jotka nostettiin paikalleen. Katolla tehtiin villoitustyö sekä katteen aluslaudoitus. Pohjahuopa asennettiin sitä mukaa, kun villoitus- ja aluslaudoitustyö eteni. Näin ollen säästyttiin turhalta sääsuojaukselta ja saatiin katto nopeasti vedenpitäväksi. Vesikattotyössä tärkeää on kartoittaa ja suojata valmistuvan rakennuksen riskialttiit kohdat, joista sadevesi voi mahdollisesti päästä kastelemaan rakenteita. Tällaisia paikkoja ovat esimerkiksi tuuletusaukot ja läpiviennit. As Oy Porin Tähtikulmassa suojaukseen käytettiin kevyt- ja kestopeitteitä sekä rakennusmuovia.

As Oy Porin Tähtikulman hidaskuivuminen runkovaiheen aikana johtui ulkoilman korkeasta kosteuspitoisuudesta. Kuivumista kuitenkin tapahtui, kun runkotyö eteni suunniteltua nopeammin ja alemmat kerrokset saatiin sääsuojaan nopeasti. Betonirakenteiden kuivumista tehostettiin varhaisessa vaiheessa aloitetulla betonipintojen hionnalla, sillä betonin pinnassa olevan tiiviin sementtiliimakerroksen hionta nopeuttaa haihtumiskuivumista (Merikallio 1997, 19).

#### 7.4 Sisävalmistusvaihe

As Oy Porin Tähtikulman kuivatus alkoi käytännössä vasta sisävalmistusvaiheessa, kun ulkovaippa oli saatu umpeen. Kuivatus toteutettiin ilmankuivaimilla, ilmanpuhaltimilla sekä tuulettamalla rakennusta parvekeovien kautta. Sisävalmistusvaiheessa rakennuksen kosteudenpoisto oli ongelmallista johtuen kosteasta ulkoilmasta. Talvella ulkoilman suhteellinen kosteus on suurempi kuin kesällä, mutta alhaisen kastepisteen takia ilman vesipitoisuus on kuitenkin pieni (Ilmatieteen laitoksen [www-sivut](http://www.sivut)). Lämpimään sisätilaan päästessään kylmä pakkasilma lämpiää. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lämpimämpään ilmaan mahtuu enemmän kosteutta, joten suhteellinen kosteus pienenee ja ilman kapasiteetti vastaanottaa kosteutta rakenteista kasvaa. Ilmanvaihdon avulla voidaan siten kuivata rakennusta tehokkaasti talviaikaan. As Oy Porin Tähtikulman sisävalmistusvaiheen aikana pelkkä tuuletus ei riittänyt tiukan aikataulun puitteissa kuivaamaan rakennusta tarpeeksi tehokkaasti. Tuuletuksen ja sisäilman vaihtumisen tehostamiseksi kerroksissa käytettiin ilmanpuhaltimia sekä ilmankuivaimia. Ilmankuivaimia käytettiin lähinnä märkätilojen kuivatukseen ja niistä kerrotaan tarkemmin kappaleessa 7.5.

Lisähaasteita sisävalmistusvaiheen kuivatukseen tuli rakennustyön aikaisista kosteuslähteistä. Pintalattiatyöt ja tasoitetyöt toivat rakennukseen lisäkosteutta, joka täytyi haihduttaa ulkoilmaan. Jos sisäilman suhteellinen kosteus pysyy pitkään korkeana, betonirunkorakenne pyrkii tasapainokosteuteen ympäristön kanssa ja absorboi kosteutta vesihöyrynä sisäilmasta pidentäen kuivumisaikaa. Eniten kostea sisäilma hankaloitti tasoitetyötä. Tasoitteen kuivuminen hidastui ja sisäilman kosteus nousi entisestään. Ongelma ratkaistiin siirrettävien ilmanpuhaltimien avulla. Puhaltimia hankittiin kolme kappaletta, ja ne kierrättivät tasoitetyön alla olevan huoneiston sisäilmaa. Puhaltimet jätettiin työpäivän jälkeen päälle ja sisäilman kosteus laski selvästi.

Pintalattiatyöt ja tasoitetyöt vaikuttivat rakenteiden kuivumiseen myös muilla tavoin. Pintalattiatyöt aloitettiin vasta, kun betonivälipohjat olivat riittävän kuivia. Kuivumisen arviointiin vaikuttaa jo aikaisemmin mainittu kokemus ja ammattitaito. Pohjusteaineen levityksen jälkeen kosteuden siirtyminen kapillaarisesti ylöspäin loppuu ja rakenteen kuivuminen hidastuu. Kuivumista hidastava tekijä oli myös tasoitetöistä lattiapinnoille kulkeutunut hiontapöly, josta on maininta ensimmäisistä kosteusmitta-



uksista tehdyssä kosteusmittausraportissa (Liite 4). Kuivumista voidaan nopeuttaa helposti kiinnittämällä erityistä huomiota pölynhallintaan ja pölyisyyden seurantaan esimerkiksi työturvallisuusmittausten yhteydessä. Siivousvastuu ja varastoalueet tulee selvittää heti urakkasopimuksessa ja työaloituspalaverissa varmistetaan osapuolten yksimielisyys.

## 7.5 Kuivatus

As Oy Porin Tähtikulmassa märkätilojen kuivatus aiheutti haasteita. Märkätilojen pinnoitus päätettiin suorittaa A-talossa kerroksittain alhaalta ylöspäin ja B-talossa ylhäältä alaspäin. Ensimmäisenä pinnoitettavien märkätilojen seinien ja lattian kosteus mitattiin aluksi porareikämenetelmällä. Mittauksesta saatujen tuloksien mukaan seinissä oli lievästi kohonnut kosteusarvo ja lattiat olivat liian kosteat pinnoitustöitä varten (Liite 4). Märkätilojen kuivatus aloitettiin sijoittamalla kylpyhuoneisiin ilmanpuhaltimet, joiden tarkoitus oli kierrättää ilmaa ja kuivattaa seiniä ja lattiaa. Ilman kierrättäminen ei kuitenkaan ollut riittävän tehokasta johtuen kosteasta sisä- ja ulkoilmasta. Ilmankuivaimet päätettiin vaihtaa DehuTech 250 -merkkisiin (Kuva 10) itsenäisesti toimiviin sorptiokuivaajiin (Dehuthermin [www-sivut](http://www.dehuthermin.com) 2014). Kuivaimia varten kylpyhuoneiden oviaukot suljettiin mahdollisimman tiiviisti rakennusmuovista valmistetuilla väliaikaisilla ovilla. Kuivaimet asennettiin A-talon 2. kerroksen märkätiloihin siten, että niiden poistoilmaletku kiinnitettiin wc-istuimen viemärointiin. Kosteuden oli tarkoitus siirtyä vesihöyrynä viemäroinnin tuuletusputken kautta ulkoilmaan. Katolla sijaitsevan tuuletusputken päästä tuli käsin tunnusteltaessa selkeästi lämmintä ilmaa.



Kuva 10. DehuTech 250 (Dehuthermin [www-sivut](http://www.dehuthermin.com) 2014).

Viikon kuivatuksen jälkeen pintakosteusmittarilla mitattaessa todettiin, että kuivausmenetelmä ei ollut toiminut. Ainoastaan yhdessä kylpyhuoneessa väliseinästä mitattu kosteus oli laskenut muutaman prosenttiyksikön. Ilma myös tuntui selvästi kostealta kylpyhuoneissa. Ilmankuivaimet vaihdettiin kondenssiveden kerääviin REMKO AMT 55-E -kosteudenerottimiin (Kuva 11), jotka kierrättävät huonetilan ilmaa ja erottavat ilmassa olevan kosteuden. Laitteen toiminta perustuu puhaltimeen, joka puhaltaa kostean ilman ensin suodattimen läpi. Tämän jälkeen ilma johdetaan jäähdytyskennostoon. Ilman kosteus tiivistyy kennostossa vedeksi, joka johdetaan vesisäiliöön tai viemäriin. (Ramirentin www-sivut 2014)



Kuva 11. REMKO AMT 55-E (Ramirentin www-sivut 2014).

Ensimmäisen illan ja yön aikana vettä oli tiivistynyt noin 4 - 10 litraa kylpyhuonetta kohti, ja muutamassa päivässä ilma tuntui selvästi kuivemmalta. Kuivausta jatkettiin siten, että kosteudenerottimet olivat työpäivän ajan kylpyhuoneissa muoviovet suljettuna, jolloin ne kuivasivat vain kylpyhuoneita. Lisäksi parvekeovet olivat auki, jolloin ilma kiersi kerroksissa poistaen kosteutta. Yöksi kosteudenerottimet jätettiin päälle siten, että kylpyhuoneiden muoviovet avattiin ja parvekeovet suljettiin, jolloin kosteudenerottimet kuivasivat koko taloa. Lisäksi A-talon seuraavassa kerroksessa ja B-talon viidennessä kerroksessa oli kosteudenerottimet, jotka kuivasivat koko kerrosta. Talon oma lämmitys laitettiin myös yöksi päälle, sillä ympäristön lämpötilan nostaminen parantaa myös kosteudenerotustehoa (Ramirentin www-sivut 2014).

Kosteudenerottimia kierrätettiin märkätiloissa pinnoitustyön suoritusjärjestyksen mukaan. Kosteudenerottimien kierto kerroksesta toiseen nopeutui, sillä ilma kuivui myös seuraavissa kerroksissa tehokkaasti, kun ulkovaippa oli saatu umpeen ja talon oma lämmitys päälle.

## 8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa asuinkerrostalon rakennusvaiheen aikainen kosteudenhallintasuunnitelma ja varmistaa rakenteiden kuivuminen päällystämateriaalien edellyttämään tasoon ennen päällystetöiden aloittamista. Tavoitteena oli selvittää kosteusvaurioiden syntymisen kannalta riskialttiit työvaiheet ja mahdolliset toistuvat ongelmat. Opinnäytetyöhön kerätyn materiaalin perusteella laadittiin kosteudenhallintasuunnitelma YIT Rakennus Oy:n seuraavalle Porin Riihiketoon rakennettavalle asuinkerrostalolle As Oy Porin Adjutantti II:lle (Liite 5).

Kuivumisen ja kosteudenhallinnan kannalta tärkeintä oli estää rakenteisiin kohdistuva ylimääräinen kosteusrasitus sekä järjestää kuivumisen kannalta otolliset ympäristön olosuhteet. Tärkeimmät vaiheet rakennuksen kosteudenhallintaa suunniteltaessa ovat rakennuksen ulkovaipan umpeen saattaminen, vesikaton valmistuminen ja talon oman lämmityksen päälle saaminen. Tuulettamalla ja sisäilmaa kierrättämällä ilmanpuhaltimien avulla saatiin suurin osa kosteudesta poistettua sisävalmistusvaiheen aikana. Märkätilojen kuivatusta tehostettiin ilmankuivaimien avulla. Ilmankuivaimet kuitenkin osoittautuivat tehottomiksi ja ne vaihdettiin kosteudenerottimiin. Kosteudenerottimet todettiin toimivaksi kuivatusmenetelmäksi märkätiloihin, mutta ne edellyttivät pienestä kuivauskapasiteetista johtuen kuivattavan tilan huolellista tiivistämistä ja erottamista muista tiloista. Kuivumista seurattiin pintakosteusmittareilla ja varsinainen kosteusmittaus suoritettiin mittaamalla rakenteen suhteellinen kosteus porareikämenetelmällä ennen päällystetöitä.

Kosteudenhallinnan kannalta riskialtteinnaiseksi vaiheeksi osoittautui rungon valmistumisen ja vesikaton valmistumisen välinen aika. Rakennuksen kerroksissa sadevesi saadaan johdettua viemäreihin, mutta yläpohjassa sadeveden poisto on toteutettava muilla keinoin. Tässä opinnäytetyössä esitettiin yksi vaihtoehto yläpohjan sadeveden poistamiseen rakennusvaiheen aikaisten kuivakaivojen avulla.

Tärkeää on reagoida rakennuksen kuivatukseen ajoissa ja saada kuivuminen käyntiin jo runkovaiheen aikana. Runkovaiheen aikana säällä on suuri merkitys kosteuden ja kuivumisen kannalta. Sisävalmistusvaiheessa on ensisijaisesti keskityttävä ilmanvaihtoon ja tuuletukseen, millä varmistetaan rakenteiden jatkuva kuivuminen ja työvaiheista aiheutuvan kosteuden poisto. Muita sisävalmistusvaiheessa huomioitavia asioita ovat esimerkiksi siisteys ja järjestys, mitkä voivat vaikuttaa huomattavasti rakenteiden kuivumisaikoihin. Kosteudenhallinnan ja kuivumisen kannalta pienillä teoilla on suuri merkitys ja jokainen teko on tärkeä osa suurempaa kokonaisuutta kosteudenhallintaprosessissa.

## LÄHTEET

Dehuthermi www-sivut. 2014. Viitattu 27.12.2014. <http://www.dehutherm.fi>

Ilmatieteen laitoksen www-sivut. 2015. Viitattu 2.1.2015.  
<http://www.ilmatieteenlaitos.fi>

Kartastenpää, J. 2014. Vastaava työnjohtaja, MVR-Yhtymä Oy. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 12.12.2014.

Kemppainen, J., Lehtinen, R., & Koskenvesa, A. 2014. Tampereen teknillinen yliopisto. Kosteudenhallinnan opetusdiagrammi.

Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011. Suomen Rakennusinsinööriliitto RIL ry.

Lumme, P., Merikallio, T. 1997. Betonin kosteuden hallinta. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

Merikallio, T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

Merikallio, T. n.d. Rakennustyömaan kosteudenhallinta. Humittest Oy.

Merikallio, T., Niemi, S. & Komonen, J. 2007. Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

Merikallio, T., Niemi, S. & Komonen, J. 2007. Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet. Helsinki: Suomen Betonitieto Oy

Möisä, S. 2014. Suomessa käytetään eniten sääsuojia Euroopassa. Rakennuslehti 28.11.2014, 8.

Niemelä, T. 2014. Kosteusvaurioiden ehkäiseminen rakennustuotannossa. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy

Nieminen, J. & Rautiainen, L. 1990. Betonirakenteiden kosteudenmittaus työmaolosuhteissa ja päällystettävyyksivaatimukset. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Orantie, K. 1988. Betonin rakennuskosteuden hallinta ja kuivatuksen nopeuttaminen. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Rakennustyöselostus As Oy Porin Tähtikulma. 2013. Arkkitehtitoimisto Küttner Ky

Ramirentin www-sivut. 2014. Viitattu 27.12.2014. <http://www.ramirent.fi>

Ratu S-1232. Rakennustyömaan sääsuojaus. 2013. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 19.12.2014. [www.rakennustieto.fi/kortistot/](http://www.rakennustieto.fi/kortistot/)

RT 14-10984. Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. 2010. Helsinki: Rakennustieto. Viitattu 19.12.2014. [www.rakennustieto.fi/kortistot/](http://www.rakennustieto.fi/kortistot/)

Ruohonen, J. 2015. Vastaava työnjohtaja, YIT Rakennus Oy. Pori. Henkilökohtainen tiedonanto 22.1.2015.

Seppälä, P. 2014. Kuivaketju rakentamiseen. Ry Rakennettu Ympäristö 2/2014, 6-9.

Sisäilmayhdistyksen www-sivut. 2014. Viitattu 19.12.2014.  
<http://www.sisailmayhdistys.fi>

Suomen RakMK C2. 1998. Kosteus. Määräykset ja ohjeet 1998. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto ja rakennusosasto.

Valtioneuvoston www-sivut. 2014. Viitattu 13.12.2014.  
<http://valtioneuvosto.fi/ajankohtaista/tiedotteet/tiedote/fi.jsp?oid=410898>

Ympäristöministeriön www-sivut. 2014. Viitattu 19.12.2014. <http://www.ym.fi>

## LIITTEET

LIITE 1 VÄLIPOHJALAATAN KUIVUMISAJAN LASKENTAESIMERKKI

LIITE 2 AS OY PORIN TÄHTIKULMAN  
KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

LIITE 3 VASTAAVAN TYÖNJOHTAJAN HAASTATTELUN KYSYMYKSET

LIITE 4 AS OY PORIN TÄHTIKULMAN KOSTEUSMITTAUSRAPORTTI

LIITE 5 AS OY PORIN ADJUTANTTI II:N  
KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

## VÄLIPOHJALAATAN KUIVUMISAJAN LASKENTA

Esimerkkilaskuna on 200 mm paksun teräsbetonisen välipohjalaatan kuivumisajan laskenta. Lähtötiedot: betoni K30 (C25/30), vesi-sementtisuhte 0,7; rakenne on kastunut yli 2 viikkoa, kuivatuksen aloittamisen jälkeen lämpötila on 25 °C ja suhteellinen kosteus 50 %. Päällystemateriaalina käytettävän muovimaton asettama tavoitekosteus on 85 %.

Esimerkin välipohjarakenne on kahteen suuntaan kuivuva, joten tavoitekosteuden mittaussyvyys on  $0,2 * 200 \text{ mm} = 40 \text{ mm}$ . Peruskuivumisaika on peruskuivumiskäyrän vihreän viivan mukaan katsottuna 37 viikkoa. Laskennallinen kuivumisaika saadaan kuitenkin vasta korjauskertoimilla korjatusta peruskuivumisajasta.

Vesi-sementtisuhtekerroin on 1,0; paksuuskerroin 0,7; kuivumissuuntakerroin 1,0; olosuhdekerroin 0,7 ja kastumiskerroin 1,5. Laskennallinen kuivumisaika on siis  
 $37 \text{ viikkoa} * 1,0 * 0,7 * 1,0 * 0,7 * 1,5 \approx 27 \text{ viikkoa}$



# TYÖMAAN KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

 Kohde: As. Oy Porin Tähtikulma

 Työnumero: 23364

 Vastaava mestari: Juha Kartastenpää

 Työpäällikkö: Jali Silfver

1. TOIMITUS	Toimenpiteet	Vastuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
Toimitusten oikea-aikaisuus (JOT)	Aikatauluseuranta ja yhteydenpito tavarantoimittajiin, logistiikkasuunnitelma.		
Varastointi- ja käsittelyohjeet	Materiaalit tilataan suojattuina ja peitetään tarvittaessa.		
Suojaukset kuljetuksen aikana	Tilataan peitettyinä.		

2. SUOJAUKSET	Ratkaisut	Vastuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
<b>2.1 MATERIAALI</b>			
Varastointipaikat	Työmaasuunnitelmassa / erityissuunnitelmassa on merkitty varastointipaikat.		
Suojaus ulkona	Kipsilevyt, villat ja laastit varastoidaan irti maasta ja peitettyinä.		
Suojaustarvikkeet	Kevyt/raskaspeitteet, trukkilavat, 50x100 puutavara.		
Siirrot työmaalla	Torninosturi, siirtoja ei suoriteta sateella suojaamattomina.		
<b>2.2 KESKENERÄISET RAKENTEET</b>			
Väliaikaiset suojaukset	Suojausmateriaalit ajoissa. Mestarit tarkistavat omien töidensä suojaukset.		
Ulkoseinien aukot	Ulkokuoren aukot suojataan väliaikaisilla suoilla, kunnes ovet ja ikkunat on asennettu.		
Ulkoseinien yläreuna	Julkisivuvilloitusten yläpää suojataan esim. routamatoilla tai rakennusmuovilla.		
Ylimmän kerroksen holvi	Kertynyt lumi poistetaan holvilta mekaanisesti.		
Sadeveden poisto holvilta	Yhdistetään viemärit mahd. nopeasti. Holville kertynyt vesi imuroidaan tai pumpataan pois.		
Suojaustarvikkeet	Kevytpelteet, rakennusmuovi, aluslavat, puutavara.		

3. RAKENTEIDEN KUIVATUS	Vaatimukset, ratkaisut ja toimenpiteet	Vastuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
Pinnoitteen alustalta vaatima kosteuspitoisuus (max kosteus-%)	Parketti 80%, vedeneriste 90%		
Sallitut kuivumisajat aikataulussa (minimi)			
Kuivumisen kannalta vaativin rakenne	Paikallavaluholvit 270mm		
Betonilaadun valinta	Nopeasti kovettava K30		
Jälkihoito	Betonipinta hiotaan aikaisessa vaiheessa		
Kuivatusolosuhteet (tavoite)	Lämpötila T (°C): 20 Suhteellinen kosteus RH (%): 50 - 65		
Rakenteiden kuivatusmenetelmä	Lämmitykseen käytetään kaukolämpö- ja sähköpuhaltimia		
Väliaikaiset lämmitys- ja kuivatusvälineet	Kaukolämpöpuhaltimet, sähköpuhaltimet, lämpölangat valussa		
Rakennuksen oman lämmitysjärjestelmän hyödyntäminen ja käyttöönotto	Lämmöt päälle mahd. aikaisessa vaiheessa.		
Kosteusmittaukset			
Reagointi poikkeamiin	Mittausten perusteella, kuivatuksen tehostaminen.		

4. TIEDOTTAMINEN JA KOULUTUS	Toimenpiteet ja tilaisuudet	Vastuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
Työntekijöiden asennekasvatus	Kosteudenhallinnan periaatteet ilmoitustaululle		
Työntekijöiden tiedottaminen	Kosteudenhallinnan periaatteet ilmoitustaululle		

5. ERITYISTÄ TÄLLÄ TYÖMAALLA	Toimenpiteet	Vastuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
Suojausten suunnittelu ja tarkastaminen	Tarkistetaan suojaukset kun mater. on tullut työmaalle		

## Kosteudenhallintasuunnitelman hyväksyntä

Vastaava mestari \_\_\_\_\_

Työmaan kosteusvastaava \_\_\_\_\_

Päiväys ja paikkakunta \_\_\_\_\_

## LIITE 3

### VASTAAVAN TYÖNJOHTAJAN HAASTATTELUKYSYMYKSET

1. Onko aikaisemmissa taloissa kuivatus/kosteus aiheuttanut ongelmia tai aikataulun venymistä?
2. Mihin vuodenaikaan rakennusten ulkovaipat on saatu umpeen?
3. Onko rakennusta lämmitetty runkovaiheessa?
4. Ontelolaatan ja valetun holvin erot kosteuden kannalta?
5. Onko kosteudenhallintasuunnitelma ollut käytössä?
6. Mitkä ovat kosteuden kannalta riskialteimmat työvaiheet?
7. Miten niitä voitaisiin kehittää
8. Onko kosteusvaurioista aiheutuneita korjauksia jouduttu tekemään takuuajana?



**ASUNTO OY PORIN TÄHTIKULMA**  
ITSENÄISYYDENKATU 40 28130 PORI

**Kosteuskartoitusraportti**

**PP-Paaken Korjaus ja Rakennustyö**

PP-Paaken Korjaus ja  
Rakennustyö  
Hiekkakatu 20 28130 Pori

Puhelin 044 9601612  
[paake.pauli@pp.inet.fi](mailto:paake.pauli@pp.inet.fi)  
Laskutusosoite

Y-tunnus: 2530037-6  
Hiekkakatu 20 28130 Pori



Tilaaaja	Työnsuorittaja	Pauli Penttilä 044 9601612
	Henkilösertifikaatti	Sertifikaatti Nro VTT-C-2617-24-08
	Työnumero	
YIT Rakennus Oy Talonrakennus Juha Kamberg	Kohde	<b>As.Oy Porin Tähtikulma</b> Itsenäisyydenkatu 40 28130 Pori
Itsenäisyydenkatu 40 28130 Pori	Vakuutusyhtiö	
	Vahinkonumero	
	Tarkastaja	
	Tarkastajan Puh.	Juha Kamberg 0442888139
	Tilaaajan Puh.	
	Tilaaajan Faksi	

Tietoa Kiinteistöstä	Rakennustyyppi Rakennusmateriaali Kattotyyppi	Kerrostalo Betoni / Kipsikartonkilevy Bitumikatto	Kerrosuku Rakennusala Rakennusvuosi	6  2013-2014
-------------------------	---	---	---	--------------------

Tekniikka	Asennettu	Materiaali	Kunto	Putkien sijainti
Lämpöjohdot	Vesikeskuslämmitys			Pinnassa / hormeissa
Käyttövesi	Kupari/muovi			
Viemärointi	Muovi			
Lattia / holvi	260 mm paikalla valettu betoniholvi			
Seinärakenne	Valettu betoni- ja levyseinä			
Lisätietoja	Saunoissa ja pesuhuoneissa, sekä wc lattialämmitys.			

**Tarkastuksen / mittauksen syy** Märkätilojen lattioiden kosteuskartoitusta. Mittauksen tarkoituksella on selvittää lattioiden kosteusjakaumaa ja kuivumisen edistymistä myöhemmin alkavia vesieriste- sekä laatoitustöitä varten.

**Yleistä** Aikaisemmin olin seurannut betonin kuivumista pintamittareilla. Sovittiin että tehdään porareikämittaus Mittaus tehtiin lattiassa pesuhuoneen seinän takaa, että ei rikota lattialämmityksiä. Märkätilojen seinän takaa huoneista, oli lattioihin vedetty plaano. Mikä nosti vielä pintakerroksien suhteellisen kosteuden arvoja. Talon oma lämpö oli saatu päälle ja osassa tiloja oli lisälämmittämiä Kuivumisen kannalta optimi lämpötila +20 ylittyi melkein kaikissa mittauspaikoissa.

**Muuta huomioitavaa** Plaanosta betoniin imeytyvä kosteus nosti pintakerroksien RH arvoja, koska pinnassa oli samat arvot, kuin arviointi syvyydestä putkitetuissa reijissäkin oli. Sisäilmassa oli myöskin korkea RH Lattioilla oli hiontapölyä, joka hidastaa myöskin kuivumista. Seinät, eivätkä lattiat ole vielä päälystettävissä vesieristeellä.

**Kosteuden levinneisyys** Pintamittari kartoituksissa ei ollut havaittavissa mitään suurempia kosteuseroja.

**Jakelu** Raportti on laadittu ainoastaan rakennusaikaisen kosteuden selvittämiseen ennen pinnoitustöitä, eikä sitä täten saa käyttää kiinteistön kunnon tai sen osan arvon määrittämiseen.

PP-Paaken Korjaus ja Rakennustyö Hiekkakatu 20 28130 Pori	Puhelin 044 9601612 <a href="mailto:paake.pauli@pp.inet.fi">paake.pauli@pp.inet.fi</a> Laskutusosoite	Y-tunnus: 2530037-6  Hiekkakatu 20 28130 Pori	Sivuja yhteensä 5
--	---	---	-------------------



Poraus pv	Mittaus pv	Tarkennettu mittauspaikka	Mittapaikan nro:	Mittauslaite	Mittapää	Mittauspiste		Mittaustulokset		
						Nro	Materiaali	Syvyys	Arvo RH	T (°C)
11.7.14	13.7	Pohjakuvassa		Vaisala HMI 41	HMP 41/45	6	Ulkoilma		55,8	24,2
						6	Sisäilma		74,3	21,3
	13.7.14	L-21	21	Vaisala HMI 41	HMP 44	1	Betonilaatta 260 mm	A	95,7	20,1
		L-21	21		HMP 44	2		0,4 x A	96,9	20,2
		L-21	21		HMP 44	3		pinnasta	97,7	20,3
		L-22	22		HMP 44	1		A	96,9	20,0
		L-22	22		HMP 42	2		0,4 x A	96,9	20,1
		L-23	23		HMP 44	3		A	99,5	20,7
		L-23	23		HMP 42	5		0,4 x A	98,3	41871,0
		S-24	24		HMP 44	1	Betoniseinä 160 mm	A	91,3	20,6
		S-24	24		HMP 44	4		0,4 x A	84,8	20,9
		S-25	25			4		A	90,4	20,4
		S-25	25		HMP 42	5		0,4 x A	84,1	20,7

## Pohjakuvaan merkittyjen värien selitykset

	Kohonnut arvo		Lievästi kohonnut arvo		Normaali arvo		Vuotopaikka
--	---------------	--	------------------------	--	---------------	--	-------------

## KÄYTETTY MITTAUSKALUSTO

Vaisala HMI41 / HMP42	Mittausalue Tarkkuus + 20°C	0 ... 100%RH ± 2 %RH (0 ... 90%RH) ± 3 %RH (90... 100%RH)
Vaisala HMI41 / HMP44	Mittausalue Tarkkuus + 20°C	0 ... 100%RH ± 2 %RH (0 ... 90%RH) ± 3 %RH (90... 100%RH)
Vaisala HMI41 / HMP45	Mittausalue Tarkkuus + 20°C	0 ... 100%RH ± 2 %RH (0 ... 90%RH) ± 3 %RH (90... 100%RH)

Gan Hydromette Compact B Pintakosteusmittari on suuntaa-antava Mittaus-syvyys n.10- 35 mm. Mittari on tarkoitettu materiaalien kosteuserojen mittaamiseen rakenteita rikkomatta.

Tähän HMI41 näyttölaitteeseen on tallennettu jokaisen mittapään yksilölliset kalibroitukertoimet valmiiksi,

Mittaukset tehty porareikämenetelmällä tasaantumisaika putkitetuilla porareijillä vähintään 3 vrk. mittapää vähintään tunti, sekä kosteuskartoitusta pintamittarilla.

Alusbetonin suhteellisen kosteuden (RH %) enimmäisarvoja päällystyshetkellä tasoite / vesieriste

A:n (on arviointisyvyys) mikä on mm. rakenteen paksuudesta ym. riippuvainen. Vesieriste alle ±90 %RH  
Muovimatto tai lautaparketti alle ±85 %RH

Pintaosissa 0,4 x A kosteuden enimmäisarvo alle ± 75 %RH

Rakenteen pinnasta tehtävällä kosteusmittauksella varmistetaan, että pinnalla on kapasiteettia ottaa vastaan päällystemateriaalin kiinnittämiseen käytettävän liiman kosteutta. (esim. muovimatto tai kosteus-sively)

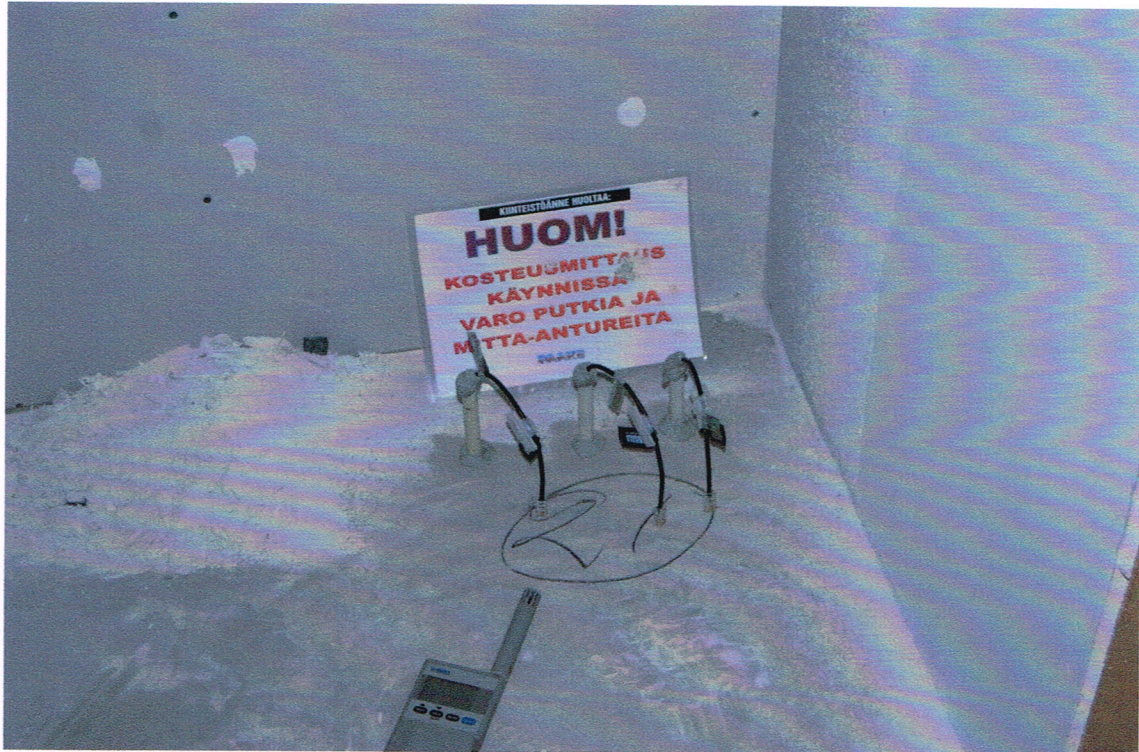
Raportin laatija Pauli Penttilä Sähköposti [paake.pauli@pp.inet.fi](mailto:paake.pauli@pp.inet.fi)

PP-Paaken Korjaus ja Rakennustyö  
Hiekkakatu 20 28130 Pori

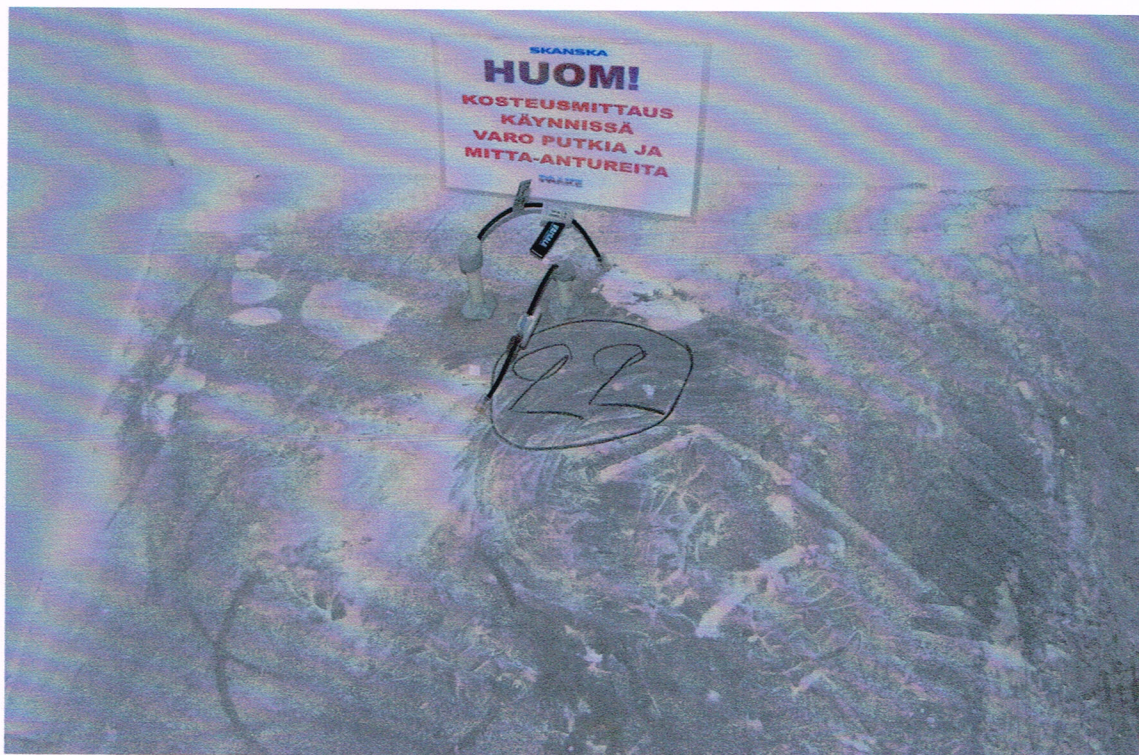
Puhelin 044 9601612 Y-tunnus: 2530037-6  
Laskutusosoite Hiekkakatu 20 28130 Pori



Mittauspaikka 21 lattia

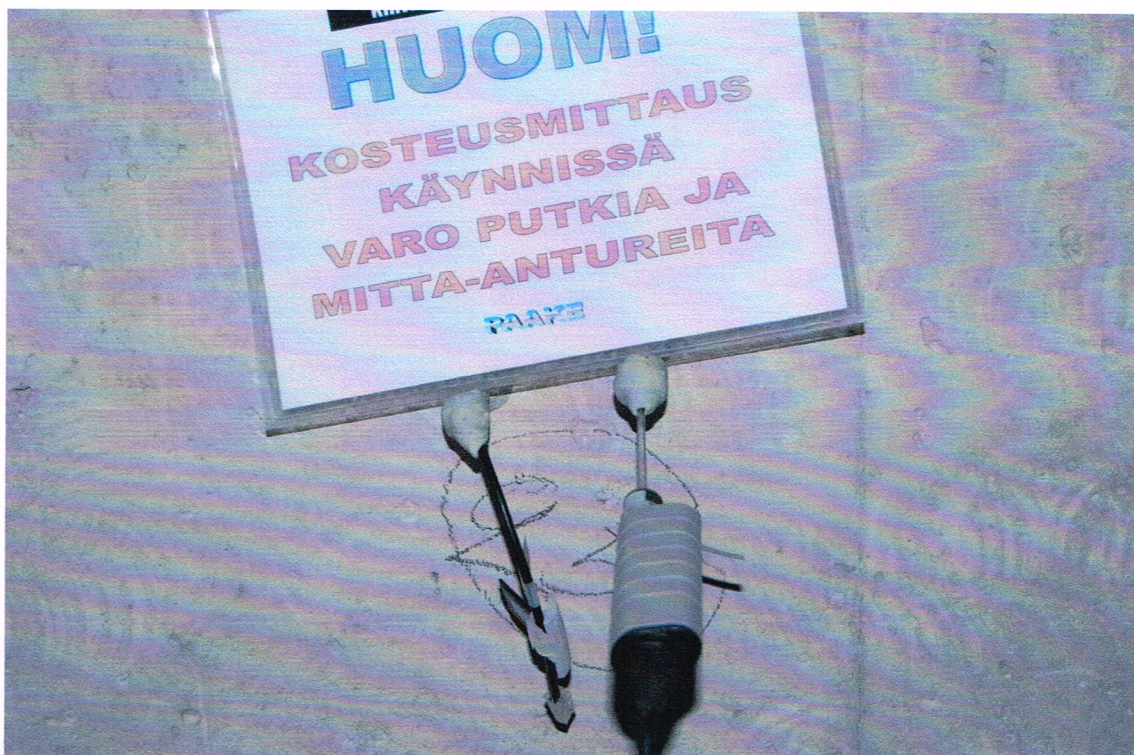


Mittauspaikka 22 lattia





Mittauspaikka 25 pesuhuoneen seinä



Mittauspaikka 23 lattia



# TYÖMAAN KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

**Kohde:** As. Oy Porin Adjutantti II
**Työnumero:** \_\_\_\_\_

**Vastaava mestari:** \_\_\_\_\_

**Työpäällikkö:** \_\_\_\_\_

1. TOIMITUS	Toimenpiteet	Vastuuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
Toimitusten oikea-aikaisuus (JOT)	Aikatauluseuranta ja yhteydenpito tavarantoimittajiin, logistiikkasuunnitelma.		
Varastointi- ja käsittelyohjeet	Materiaalit tilataan suojattuina ja peitetään tarvittaessa.		
Suojaukset kuljetuksen aikana	Tilataan peitettynä.		

2. SUOJAUKSET	Ratkaisut	Vastuuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
<b>2.1 MATERIAALI</b>			
Varastointipaikat	Työmaasuunnitelmassa / erityissuunnitelmassa on merkitty varastointipaikat.		
Suojaus ulkona	Kipsilevyt, villat ja laastit varastoidaan irti maasta ja peitettynä.		
Varastointi sisällä	Väliseinämateriaalit ja tasoitteet varastoidaan irti lattiasta.		
Suojaustarvikkeet	Kevyt/raskaspeitteet, trukkilavat, 50x100 puutavara.		
Siirrot työmaalla	Torninosturi, siirtoja ei suoriteta sateella suojaamattomina.		
<b>2.2 KESKENERÄISET RAKENTEET</b>			
Väliaikaiset suojaukset	Suojausmateriaalit ajoissa. Mestarit tarkistavat omien töidensä suojaukset.		
Ulkoseinien aukot	Ulkokuoren aukot suojataan väliaikaisilla suojilla, kunnes ovet ja ikkunat on asennettu.		
Ulkoseinien yläreuna	Julkisivuvilloitusten yläpää suojataan esim. routamatoilla tai rakennusmuovilla.		
Ylimmän kerroksen holvi	Kertynyt lumi poistetaan holvilta mekaanisesti.		
Sadeveden poisto holvilta	Yhdistetään viemärit mahd. nopeasti. Holville kertynyt vesi imuroidaan tai pumpataan pois. Yläpohjaan asennetaan sadeveden poistotarkoitukseen kuivakaivot.		
Parvekkeiden vedenpoisto	Parvekelaatat puhdistetaan säännöllisesti toimivan vedenpoiston varmistamiseksi.		
Suojaustarvikkeet	Kevytpeitteet, rakennusmuovi, aluslavat, puutavara.		

3. RAKENTEIDEN KUIVATUS	Vaatimukset, ratkaisut ja toimenpiteet	Vastuuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
Pinnoitteen alustalta vaatima kosteuspitoisuus (max kosteus-%)	Parketti 80%, vedeneriste 90%		
Sallitut kuivumisajat aikataulussa (minimi)			
Kuivumisen kannalta vaativin rakenne	Paikallavaluholvit 270 mm		
Betoni laadun valinta	Nopeasti kovettuva K30		
Jälkihoito	Betonipinta hiotaan aikaisessa vaiheessa		
Kuivatusolosuhteet (tavoite)	Lämpötila T (°C): 20      Suhteellinen kosteus RH (%): 50 - 65		
Rakenteiden kuivatusmenetelmä	Lämmitykseen käytetään kaukolämpö- ja sähköpuhaltimia		
Väliaikaiset lämmitys- ja kuivatusvälineet	Kaukolämpöpuhaltimet, sähköpuhaltimet, lämpölangat valussa, kosteudenerottimet		
Rakennuksen oman lämmitysjärjestelmän hyödyntäminen ja käyttöönotto	Lämmöt päälle mahd. aikaisessa vaiheessa.		
Kosteusmittaukset	Kosteusmittausuunnitelma.		
Reagointi poikkeamiin	Mittausten perusteella, kuivatuksen tehostaminen: tavoitekuivatusolosuhteiden varmistaminen väliaikaisilla lämmitys- ja kuivatusvälineillä.		
Pölynhallinta	Pöly poistetaan lattiapinnoilta säännöllisesti.		

4. TIEDOTTAMINEN JA KOULUTUS	Toimenpiteet ja tilaisuudet	Vastuuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
Työntekijöiden asennekasvatus	Kosteudenhallinnan periaatteet ilmoitustaululle		
Työntekijöiden tiedottaminen	Kosteudenhallinnan periaatteet ilmoitustaululle		

5. ERITYISTÄ TÄLLÄ TYÖMAALLA	Toimenpiteet	Vastuuhenkilö	Hoidettu Kuittaus Pvm.
Suojausten suunnittelu ja tarkastaminen	Tarkistetaan suojaukset kun mater. on tullut työmaalle		

**Kosteudenhallintasuunnitelman hyväksyntä**