



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KOSTEUDENHALLINTA PIENTALOTYÖMAALLA

TEKIJÄ: Niko Kolari

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Rakennusmestarin tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Niko Kolari	
Työn nimi Kosteudenhallinta pientalotyömaalla	
Päiväys	21.5.2019
Sivumäärä/Liitteet	24
Ohjaaja(t) Savonia-ammattikorkeakoulu	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Rakennuspalvelu N.Kolari	
Tiivistelmä	
<p>Opinnäytetyön aiheena oli omakotitalon rakentamisen aikainen kosteudenhallinta ja kosteudenhallintasuunnitelman toteuttaminen käytännössä. Suomen rakennuskannassa on paljon kosteusvaurioiden aiheuttamaa korjaustarvetta. Vauriot syntyvät kosteudenhallinnassa tapahtuvien virheiden ja vääränlaisen suunnittelun seurauksena. Rakentamisen aikana kosteutta tulee myös materiaalien mukana, tämä kosteus joudutaan myös poistamaan, jotta rakennustyö voi edetä ja rakennus ottaa käyttöön. Kosteudesta aiheutuvat vahingot pystytään estämään huolellisella suunnittelulla, rakentamisella ja oikeaoppisella rakennuksen käytöllä. Työn toimeksiantajana oli Rakennuspalvelu N.Kolari. Yritys rakentaa omakotitaloja avaimet käteen periaatteella. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten kosteusvauriot voidaan estää rakentamisen aikana. Tavoitteena oli myös tehdä kaikki työt käytännössä kohdetyömaalla.</p> <p>Tietoa etsittiin kirjallisista lähteistä sekä käyttämällä oman kokemuksen mukana tuomaa tietoa. Tietoa haettiin rakennusalan julkaisuista, ohjeista ja tilastoista. Konkreettinen työ tehtiin voimassa olevia määräyksiä noudattaen ja hyviä rakennustapoja käyttäen. Kosteusvaurioiden estäminen voidaan toteuttaa helposti huolellisella suunnittelulla ja rakentamisella.</p> <p>Työn pohjalta tilaaja saa valmiin pohjan pientalon kosteudenhallintasuunnitelman tekoon ja tietoa rakentamisen aikaiseen kosteudenhallintaan perustusten teosta alkaen.</p>	
Avainsanat Pientalo, kosteudenhallinta, kosteudenhallintasuunnitelma	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Construction Management			
Author(s) Niko Kolari			
Title of Thesis Moisture Control of the Site of a Low-Rise Building			
Date	May 27, 2019	Pages/Appendices	24
Supervisor(s) Savonia University of Applied Sciences			
Client Organisation /Partners Rakennuspalvelu N.Kolari			
<p>Abstract</p> <p>The topic of this final project was managing moisture during the building process of a house and implementing a moisture managing plan. The project was commissioned and carried out with the construction company Rakennuspalvelu N. Kolari. The company builds houses that are handed over to the customer when they are completed. The purpose of the project was to find out, how the damage caused by moisture can be avoided during the building phase. Another purpose was to do all the work in practice on the construction site in question.</p> <p>Information for the theoretical background of the project was searched in literature, including industry publications, instructions and statistics. Knowledge was also gathered from own experiences. The thesis and the practical part were made according to valid instructions and by using common construction practices. The damage originating from moisture can easily be evaded with careful planning and building.</p> <p>The thesis will serve the commissioner as a complete framework of managing moisture during the building process of a house. The project will also provide information on moisture management throughout the building phase.</p>			
Keywords moisture damage, moisture managing, construction			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	TYYPILLISET PIENTALOJEN RAKENTEET SUOMESSA.....	6
2.1	Puurunko .....	7
2.2	Alapohja.....	7
2.3	Yläpohja.....	8
2.4	Märkätilat .....	10
3	KOSTEUS RAKENTEISSA .....	11
3.1	Sisäinen kosteus .....	12
3.2	Ulkoinen kosteus.....	12
4	RAKENTAMISEN AIKAINEN KOSTEUDENHALLINTA JA KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA.	13
4.1	Materiaalit .....	14
4.2	Sääsuojaus .....	14
4.3	Kosteuden poistaminen .....	15
4.4	Tuuletus.....	16
4.5	Lämmitys .....	17
5	LAADUNVARMISTUS JA MITTAUKSET .....	18
5.1	Kosteudenhallintasuunnitelma.....	18
5.2	Kosteusmittaustavat.....	21
5.3	Mittausajankohdat .....	22
6	POHDINTA.....	23
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	24

# 1 JOHDANTO

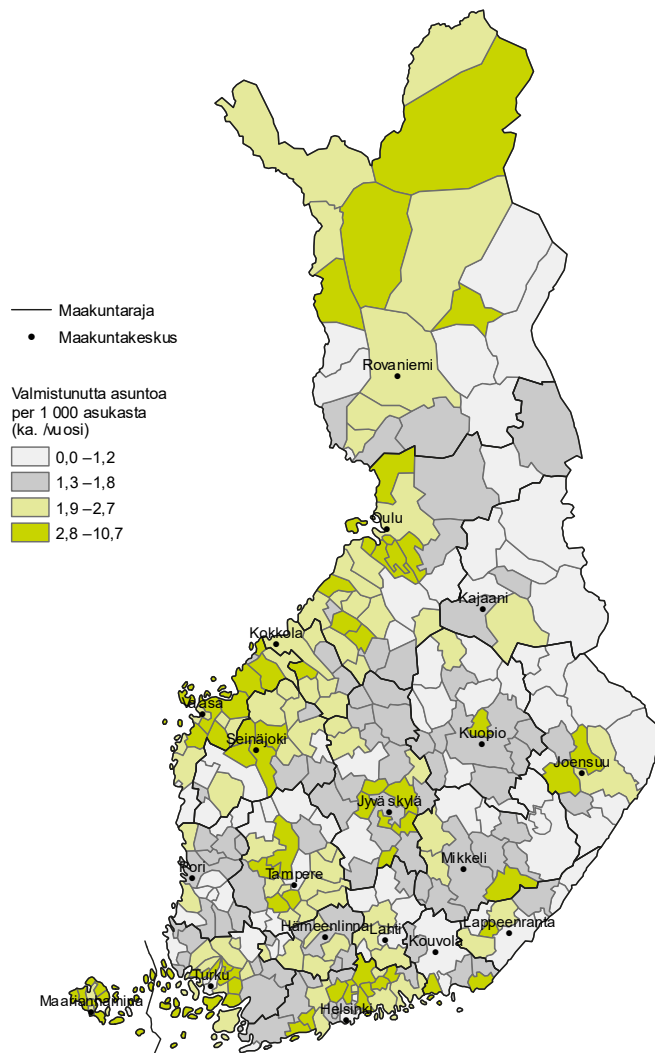
Suomen rakennusmassassa on paljon kosteuden aiheuttamaa korjaustarvetta. Vauriot syntyvät työmaan kosteudenhallinnan, suunnittelun ja huollon puutteiden seurauksena. Kosteudesta aiheituvat ongelmat voidaan estää hyvällä suunnittelulla ja oikeaoppisella rakentamisella. Opinnäytetyössä tutkitaan pientalotyömaan rakentamisen aikana tapahtuvaa kosteudenhallintaa. Työn toimeksiantajana on Rakennuspalvelu N.Kolari. Yritys rakentaa omakotitaloja avaimet käteen -periaatteella puurunkoisista suurelementeistä.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, miten kosteusvaurioita voidaan estää rakentamisen aikana. Rakenteisiin tulee kosteutta ulkoisesti ja sisäisesti. Rakentamisen aikana kosteutta tulee rakenteisiin myös rakennustarvikkeiden matkassa. Kaikki tuotu kosteus joudutaan myös poistamaan rakenteista, jotta rakentaminen voi edetä ja rakennus ottaa käyttöön. Rakenteisiin jäänyt kosteus aiheuttaa sisäilmaongelmia. Rakenteiden ja materiaalien oikeaoppinen suojaaminen ja käsittely takaa sen, että kosteutta ei rakenteisiin pääse rakentamisen aikana eikä sen jälkeen. Rakennusmateriaalien mukana tulevan kosteuden oikeaoppinen ja oikea-aikainen kuivatus on ensiarvoisen tärkeää hyvän lopputuloksen saamiseksi. Opinnäytetyön tavoitteena on myös kerätä aineistoa, jonka pohjalta voidaan laatia ohjeet pientalotyömaan kosteudenhallintaan.

Opinnäytetyössä keskitytään tilaajan työmaahan Joensuun Karhumäessä. Työmaana on suurelementeistä tuleva puurunkoinen omakotitalo. Tarkoituksena on seurata työmaata alusta loppuun asti ja dokumentoida työmaan kaikki rakennusvaiheet perustuksista viimeiseen listaan. Lisäksi perehdytään suojausten ja kosteusmittausten suunnitteluun ja oikeaoppiseen toteutukseen. Opinnäytetyö tehdään perehtymällä rakennusmääräyksiin sekä ohjeisiin. Lisäksi osallistututaan talon rakentamiseen.

## 2 TYYPILLISET PIENTALOJEN RAKENTEET SUOMESSA

Suomessa rakennuslupia myönnettiin 2017 marras–tammikuun aikana 14,9 prosenttia vähemmän kuin samaan aikaan edellisenä vuonna. Lupia kertyi yhteensä 7,5 miljoonaa kuutiometriä. Rakennuslupien määrät pienenivät kaikissa muissa rakennustyypeissä paitsi julkisissa palvelurakennuksissa. Tyypillinen pientalo on luonnollisesti omakotitalo ja niitä valmistuu eniten kaupunkien liepeille. (kuva1). Vuonna 2017 omakotitalojen osuus valmistuneista pientaloasunnoista oli noin 78 prosenttia. Paritalo asuntoja oli melkein 22 prosenttia. Omakotitalojen koot ovat pienentyneet vuodesta 2000 vuoteen 2017 keskimäärin 8,5 prosenttia 140 m<sup>2</sup> noin 125 m<sup>2</sup>. Suosituin julkisivumateriaali on puu joka, kasvattaa suosiotaan vuosi vuodelta. Myös muiden julkisivumateriaalien suosio on kasvanut noin 10 prosenttiin (betoni ja kivi) tiilen suosio on enää 5 prosentin luokkaa.(stat.fi.)



Kuva 1. Tyypillinen pientalo on luonnollisesti omakotitalo ja niitä valmistuu eniten kaupunkien liepeille (Stat.fi).

## 2.1 Puurunko

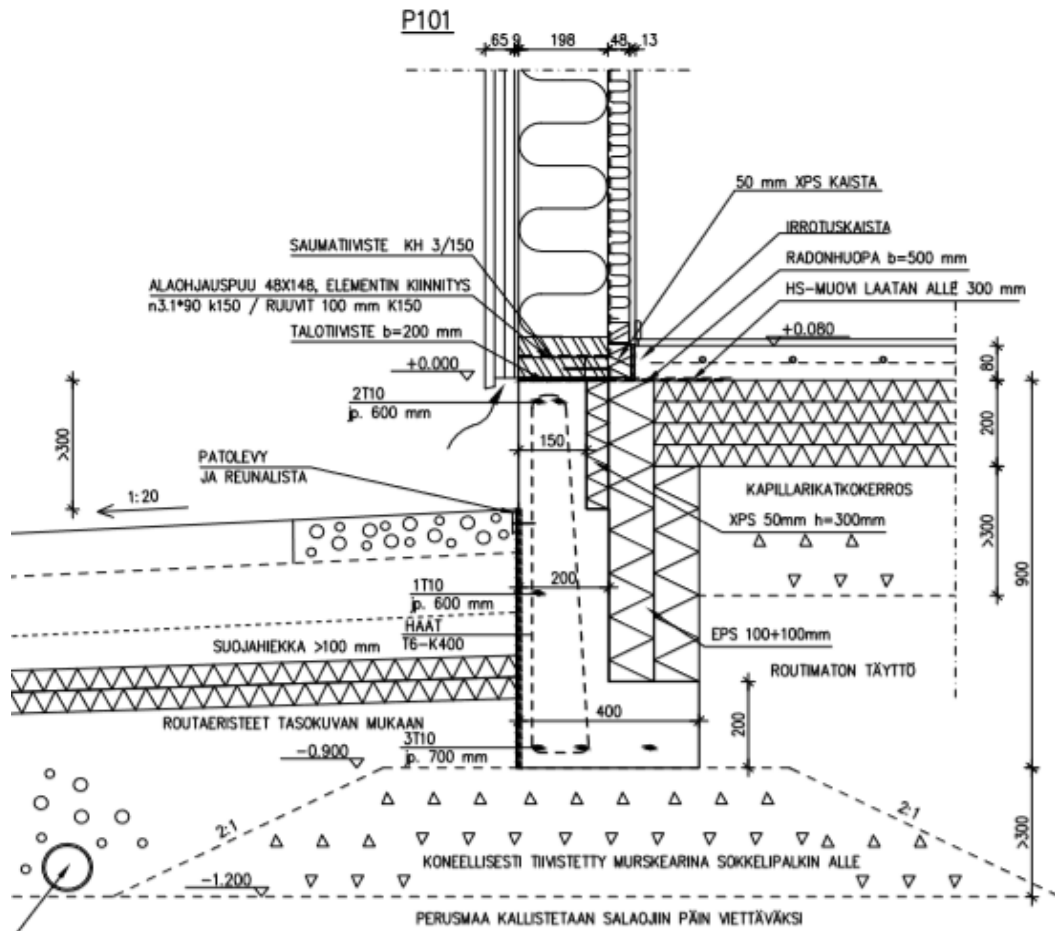
Suomalaisella puurakentamisella on pitkät perinteet, jotka ovat saaneet alkunsa hirsirakentamisesta. 1940-luvulta alkaen puurakentamisessa tapahtui iso muutos hirsirakentamisesta pitkästä tavarasta tehtäviin puurunkoihin. Kantavavissa ulkoseinissä käytetään runkotavarana yleensä mitallistettua massiivipuuta. Sokkelin päälle asennetaan alasidepuu, jonka päälle runkotolpat asennetaan ja naulataan kiinni. Runko kiinnitetään perustuksiin pulttaamalla tai Hilti-panosnaulaimella ampumalla. Puurunkoisen ulkoseinän rakennekerrokset ovat sisäverhous, höyrynsulku, lämmöneriste, tuulensuoja, tuuletusväli ja ulkoverhous. Höyrynsulun paikka voi vaihdella riippuen runkotolpista ja lisäkoolausten määrästä. Sisäverhouksena yleisin materiaali on tänä päivänä kipsilevy. Levyjen saumat tasoitetaan ja levyt maalataan haluttuun väriin. Höyrynsulkuna käytetään muovikalvoa, joka sijaitsee heti kipsilevyn tai muun pintalevyn takana tai lämmöneristeen sisällä yleensä 50 mm päässä sisäverhouksesta. Jos höyrynsulku sijaitsee 50 mm päässä sisäverhouksesta on rakentamisen aikana huolehdittava riittävästä lämmityksestä, että vettä ei pääse kondensoitumaan höyrynsulun pintaan. Puurunkoisissa seinissä käytetään yleensä pehmeitä mineraalivilloja. Seinien eristepaksuus on 250 mm, runko 200 mm ja lisäkoolaus sisäpuolella 50 mm. Nykyään markkinoilla on useita erilaisia tuulensuojamateriaaleja. Kosteus ja lämpöteknisesti parhaita levyjä ovat säänkestävät huokoiset kuitulevyt. Kohdetyömaassa on käytetty 9 mm Gyprok-tuulensuojalevyä. Tuuletusvälin tehtävänä on johtaa pois sisältä tuleva kosteus ja sadeveden mukana ulkoa päin tuoma kosteus. Kohdetyömaassa tuuletusriimana on käytetty 48 x 48 rimaa, jonka päälle ulkoverhouspaneeli on asennettu. (Siikanen 2008, 260.)

## 2.2 Alapohja

Suomessa käytettävät alapohjat ovat yleensä maanvarainen alapohja ja ryömintätalallinen alapohja "rossipohja". Maanvaraisessa alapohjassa lattiarakenteet ovat suoraan kantavan maakerroksen päällä. Maanvarainen alapohja on ollut käytössä Suomessa 1950-luvulta lähtien. Maanvarainen teräsbetoni-laatta on yleisin alapohjarakenne tänä päivänä. Siinä kantavan kapillaarikatkokerroksen päälle laitetaan tasaushiekka, jonka päälle lattiaeristeet asennetaan. (Siikanen 2008, 219.)

Kohdetyömaalla käytettiin 2 x 100 mm eps-lattiaeristettä. Sen päälle valettiin 80 mm teräsbetoni-laatta. (kuva 2.) Lattiassa käytettiin lujuusluokaltaan C25/30 betonia.

80 mm valu on hyvissä kuivumisolosuhteissa pinnoituskuiva 3 kk valusta ja pientalotyömaalla siitä mitataan silloin ensimmäisen kerran suhteellinen kosteus. Lattian betonointi voidaan myös toteuttaa NP betonilaadulla joka kuivuu 2 kertaa nopeammin verrattuna tavalliseen betoniin. NP betoni on hyvä vaihtoehto jos lattia pitää aikataulun takia saada nopeasti pinnoitettua. (Lattiamies.fi.)



Kuva 2. Kohdetyömaan perustusleikkaus maanvaraisesta lattiasta (Kolari 2019)

Ryömintätalallinen alapohja tehdään pilareiden tai perusmuurin päälle. Pilariperustusta käytetään yleensä pienemmissä kohteissa esim. varastot yms. Perusmuuriperustuksen käyttö sopii kaikkeen puurakentamiseen. Ryömintätalaisia alapohjia on kahta eri mallia lämmin ja kylmä ryömintätila. Molemmissa malleissa tuuletuksen oikeaoppinen järjestäminen takaa rakenteen oikean toiminnan. Kylmä ryömintätila on hyväksi todettu ratkaisu. Ryömintätilan korkeus on 0,4 m - 1 m ja se tehdään yleensä betoni tai harkkoperustusten päälle. Tärkeintä on että perustukset on tehty liikkumattomiksi ja pohjaan on hyvä tuuletus. Ryömintätilaan tulee kosteutta maaperästä kapillaarisesti ja diffuusion muodossa. Maasta nousevaa kosteutta estetään kapillaarikatkolla ja salaojituksella pohjassa. Ryömintätilan tuuletukselta varten perusmuuriin tehdään tuuletusaukkoja. Yleisimmin käytetään luonnollista tuuletukselta, jossa ilma kiertää perusmuuriin tehtyjen aukkojen kautta. Luonnollisessa tuuletuksessa riittää kun ilmaa vaihtuu 0,3l sekunnissa neliometriä kohden. (Siikanen 2008, 219.)

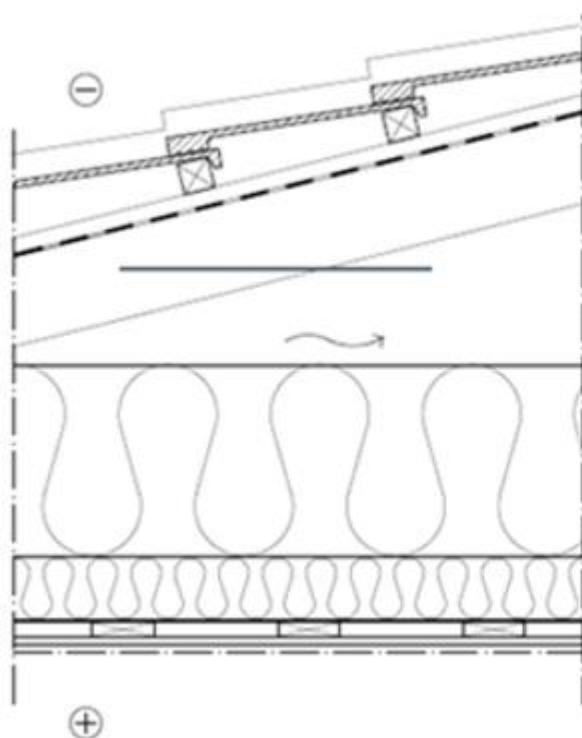
### 2.3 Yläpohja

Vesikatto ja yläpohja muodostavat toiminnallisen kokonaisuuden. Yläpohjarakenteelta edellytetään riittävää lämmöneristävyyttä, tiiveyttä ja kantavuutta. Yläpohjan rakenteelliset kerrokset ovat: sisäkattoverhous, höyrynsulku, lämmöneriste ja kantava rakenne, tuuletukselta, aluskate, ruoteet ja kate. Sisäkattoverhous on omakotitaloissa yleensä puu paneeli/mdf-paneeli. Höyrynsulkuna käytetään



yleensä höyrinsulkumuovia, jonka saumat teipataan tiiviiksi höyrinsulkuteipillä. Läpiviennit tiivistetään niille tarkoitetuilla läpivienti kappaleilla. Yläpohjan ja seinien höyrinsulun pääasiallinen tehtävä on toimia ilmansulkuna. Siksi kuivissa tiloissa sulun tiiveys on kosteusteknisen toiminnan kannalta tärkeämpää kuin diffuusiotiiveys. Yläpohjan tiiveyden varmistamiseksi sisäkattoverhouksen ja höyrinsulun välissä on hyvä olla 50 mm koolaus sähköputkien vetoja varten. Omakotitaloissa yläpohjan kannatuksissa yleensä käytetään kattoristikoida, jotka asennetaan 900 mm jaolla. Kattoristikot nostetaan ulkoseinien päälle. Muita vaihtoehtoja ovat massiivipalkit, liimapuupalkit, viilupuupalkit ja kevennetyt uumapalkit. Yläpohjat eristetään yleensä 100 mm pehmeällä villalla jonka päälle puhalletaan 400 mm puhallusvilla. Puhallettavilla puukuitueristeillä on hyvä kosteuskapasiteetti, ne imevät ja luovuttavat hyvin kosteutta ja näin tasaavat tuuletusvälin ja ullakon kosteutta. Kattoristikoiden väliin asennettiin kohdetyömaalla pahiset tuulenohjaimet, että räystäältä tuleva ilma ei pääse sotkemaan puhallettua villaa ja ilma kiertää hyvin ullakolla. Yläpohjan riittävä tuuletus pitää varmistaa, kohdetyömaalla talon päätykolmio elementteihin oli asennettu tehtaalla tuuletus ritalät. Aluskate asennetaan ristikoiden päälle ja aluskatteen päälle tulee tuuletusrima ja ruode. Ruoteen päälle asennetaan kate, yleisimpiä omakotitalojen kate materiaaleja ovat pelti ja tiili. (Siikanen 2008, 246.)

Vesikattotyövaiheen aikainen suojaaminen kohdetyömaalla ei aiheittanut toimenpiteitä, elementit ovat hyvin suojattuja tehtaalta tullessaan. Rakennus oli sateelta suojassa 3 vuorokautta elementtien tulosta työmaalle. Syksyllä ruoteiden päälle voi laittaa kevytpeitteen, että mahdollinen vesi/lumi ei pääse jäätymään ruoteisiin kiinni. Jos katto jostain syystä joutuu olemaan pitempiä aikoja auki ennen aluskatteen asennusta ja seiniä pitää suojata kastumiselta. Ristikoiden päälle voidaan laittaa suojapeite joka vedetään kireälle, että vesipusseja ei pääse syntymään. Suojapeitettä otetaan aluskatteen asennuksen edetessä irti ja katto pysyy koko ajan suojattuna.



#### Rakenne ulkoa sisälle:

Vesikate

Aluskate

Kantava rakenne

Tuulettuva yläpohja

Paroc BLT 6-puhallusvilla 310 mm

Kattotuolin alapaarre + Paroc eXtra  
mm

Höyrinsulku

Harvalaudoitus

Sisäverhouslevy

Kuva 3. Tyypillinen omakotitalon yläpohjarakenne (Paroc.fi)

## 2.4 Märkätilat

Märkätilalla tarkoitetaan huonetta, jonka lattiapinta joutuu vedelle alttiiksi ja seinille voi roiskua vettä (esim. kylpyhuone ja sauna). Märkätilat tulee vesieristää kauttaaltaan seinien ja lattian osalta. Erityisen tarkasti pitää tehdä läpivientien kohdat (hanakulmat ja pistorasiat). Märkätilojen kosteusteknistä toimintaa edistää ilmanvaihto, reilut lattiakaadot, kivirakenteiset seinät ja lattialämmitys. Pientaloissa esiintyy pesutiloissa runsaasti vaurioita jotka johtuvat rakennusvirheistä ja virheellisistä rakenteista.

Riskit:

- märkätilojen puurunko suorassa kosketuksessa betonilaattaan
- puuverhouksen takaa puuttuu ilmarako
- märkätilojen vedeneristys puuttuu, vedeneristyksen puuttuminen yleistä esim. seinissä ja maanvastaaisessa laatussa
- rakennuslevy kahden tiiviin pinnan välissä, vedeneristeen ja höyrynsulun
- kippikattiloiden lattiiliittymät
- astianpesukoneen ja -linjan taustaseinät ja katto
- allastasojen kiinnitykset ja yleensä altaat kosteuslähteinä
- listoitukset ja puukynnykset

Märkätilojen rakenteet ja vedenpoisto on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei vesi pääse valumaan tai siirtymään kapillaari virtauksena ympäröiviin huonetiloihin ja rakenteisiin. Vedeneristyksen tulee olla riittävän sitkeä, jotta se kestää rakentamisen aikaiset rasitukset ja käytöstä aiheutuvat rasitukset. Kaikki materiaalit tulee olla sertifioituja ja saman valmistajan tekemiä. Seinän ja lattian liitoskohtaan tulee kiinnittää erityistä huomiota, että vettä ei pääse valumaan seinää pitkin lattian vedeneristyksen alle. Lattian kaltevuus tulee olla min. 1/100 ja kaivojen lähellä 1/50. (Sisäilmäyhdistys.fi.)



Kuva 4. Vesieristetty saunan lattia (Kolari 2019)

### 3 KOSTEUS RAKENTEISSA

Suuri osa rakenteista sisältää ylimääräistä kosteutta ns. rakennuskosteutta. Tyypillisiä rakennuskosteuden lähteitä ovat rakennusmateriaalien valmistuksessa käytetty vesi, rakennusaikainen sade sekä veden käyttö rakentamisen aikana. Kuivatustarve määräytyy, sen mukaan ehtiikö rakenteissa oleva kosteus poistua rakenteista tarpeeksi nopeasti. Kuivattavia rakenteita ovat tyypillisesti pinnoitettavat tai päällystettävät betonirakenteet, joiden pitää kuivua päällysmateriaalin edellyttämän kriittisen kosteusarvon alle ennen päällystystä. Kun työvaihe, esimerkiksi lattiavalu tuo työmaalle kosteutta on se tuuletettava ja kuivattava pois, ettei muut rakenteet ime siitä tulevaa kosteutta ja aiheuta kosteusvauriota. Taulukossa 1 näkyy eri rakennusaineiden sisältämät vesimäärät ja niistä poistuvat vesimäärät ennen tasapainokosteuden saavuttamista. Myös vesivahingot ja huono suojaaminen voi aiheuttaa kuivatustarpeen. Kuivatustapoja on monia, ilmanvaihtoon perustuva avoin järjestelmä, ilman kuivatukseen perustuva suljettu järjestelmä sekä rakenteiden pienialaiseen lämmittämiseen perustuva pikakuivatus.(Kosteudenhallinta.fi.)

*Taulukko 1.  
Rakennusaineiden rakennuskosteuksia. Arvot ovat suuntaa-antavia.*

Rakennusaine	Kosteus kg/m <sup>3</sup>			
	Valmistuskosteus	Kemiallisesti sitoutunut kosteus	Tasapainokosteus, kun ilman RH = 50%	Poistuva rakennuskosteus, kun ilman RH = 50 %
Betoni				
K15	180	40	25	115
K25	180	60	30	90
K40	180	70	40	70
Kevytbetoni	100...200	-	20	80...180
Kalkkisementtilaasti	300	20	30	250
Tiili	10	-	10	0
Tiilimuuri	80	-	10	70
Puu	60	-	40	20

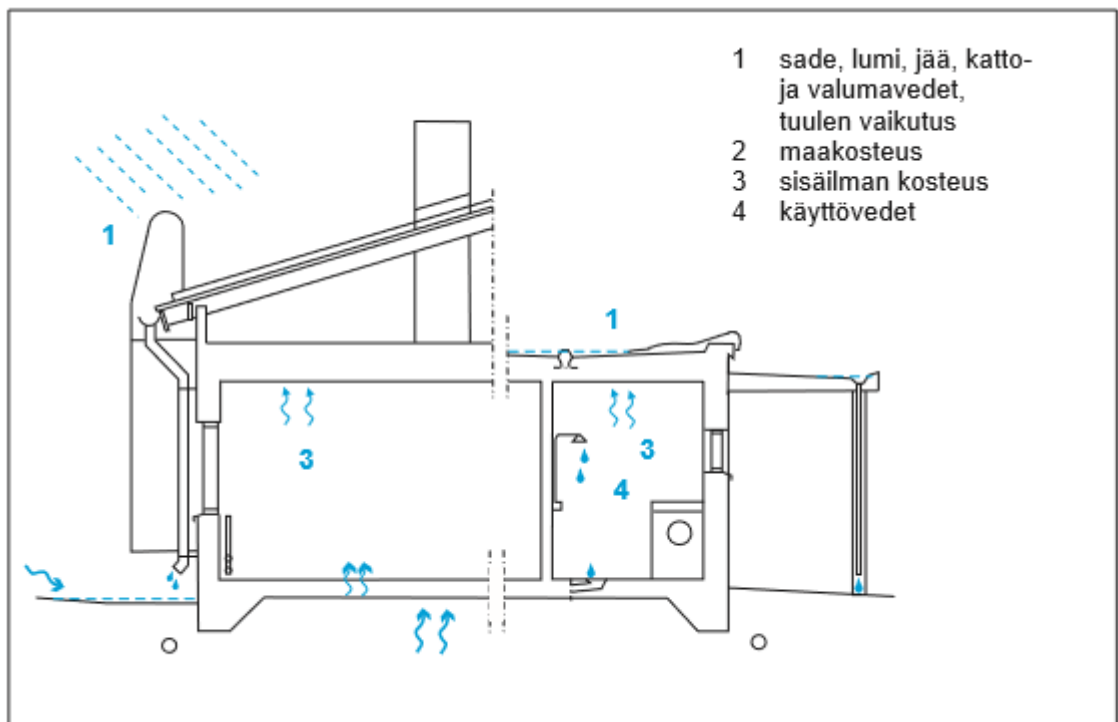
Kuva 5. Rakennusaineiden rakennuskosteuksia (Kosteus rakennuksissa. RT 05-10710)

### 3.1 Sisäinen kosteus

Rakennuksen käytön aikana kosteutta tulee sisäisesti normaalista asumisesta ja ihmisistä. Vesivahingot ja roiskevedet kuuluvat myös sisäiseen kosteuteen. Sisäinen kosteus pitää poistaa ja yleensä se tehdään ilmanvaihdolla. Sisäilman kosteus ja roiskevedet ovat rakentamisen aikaisen sisäisen kosteuden lähteitä. Putkistojen tekoon tulee kiinnittää erityistä huomiota rakentamisen aikana, koska niissä liikkuu paljon vettä ja vesivahingon vaara on suuri.

### 3.2 Ulkoinen kosteus

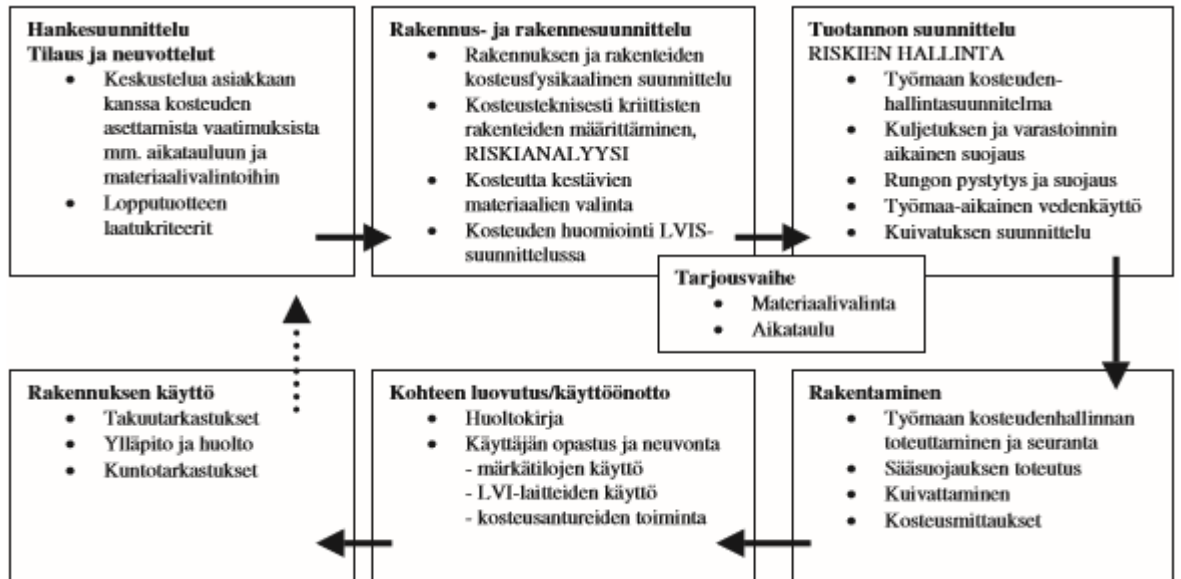
Suurin ulkoisen kosteuden aiheuttaja on vesisade. Ulkoista kosteutta torjutaan sääsuojauksella. Talvella sade tulee lumena lumi pitää poistaa mekaanisesti, sulattamalla se imeytyy rakenteisiin ja aiheuttaa kosteusvahingon. Mitä nopeammin talon ulkopuoliset rakennustyöt saadaan tehtyä ulkoverhouksen ja katon osalta sen parempi. Tämä parantaa ulkoiselta kosteudelta suojaamista eikä sääsuojien kanssa tarvitse pelata. Räystäskourut ja syöksyt kannattaa myös asentaa heti kun mahdollista niin vedet saadaan ohjattua oikeaan paikkaan sadevesijärjestelmään. Maaperästä nousee myös ulkoista kosteutta ja ne vedet pitää ohjata salaojilla pois rakennuksen alta. (Kosteus rakennuksissa. RT 05-10710.) Kuvassa 6 näkyy yleiset rakennuksen kosteuden aiheuttajat.



Kuva 6. Rakennuksen kosteuden aiheuttajat (Kosteus rakennuksissa. RT 05-10710)

#### 4 RAKENTAMISEN AIKAINEN KOSTEUDENHALLINTA JA KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

Rakennuksen kosteudenhallinta tulee ottaa huomioon rakennuksen koko elinkaaren ajan. Suunniteltaessa rakennushanketta tulee ottaa huomioon minkälaisia vaatimuksia kosteus asettaa materiaali valinnoille ja aikatauluun. Varsinaisessa rakennus- ja rakennesuunnittelussa tulee varmistaa, ettei kosteus missään muodossa (vesi, lumi, vesihöyry) pääse tunkeutumaan rakenteisiin aiheuttaen riskiä kosteusvahingolle. Rakenteilla tulee olla kyky kuivua ja kuivuminen pitää varmistaa. Kuvassa 7 näkyy rakennuksen elinkaarenaikainen kosteudenhallintaprosessi.








Kuva 7. Rakennuksen elinkaarenaikainen kosteudenhallintaprosessi (Rakennustieto)

Rakennustyömaan kosteudenhallintasuunnitelma laaditaan rakennuskohteen tuotannosuunnittelu- vaiheessa. Jokaiselle työmaalle tehdään oma yksilöllinen suunnitelma. Kosteudenhallintasuunnitelman sisältö voidaan jakaa seuraavasti: 1. Kosteusriskien kartoittaminen 2. Kuivumisaika-arviot 3. Olosuhteiden hallinta 4. Kosteusmittaussuunnitelma 5. Organisointi, seuranta ja valvonta. (Kosteudenhallinta.fi)

#### 4.1 Materiaalit

Materiaalit tulisi aina pyrkiä varastoimaan mahdollisimman lähelle niiden käyttöpaikkaa, näin vältetään turhilta siirroilta. Materiaalit pitää olla aina irti maasta, että maakosteus ei vahingoita niitä. Myöskään betonilattialle niitä ei varastoida suoraan kosketukseen vaan pitää olla esim. trukkilava alla. Materiaaleja tilattaessa pitää pyrkiä siihen, että niitä ei tarvitse varastoida vaan ne voitisiin asentaa samantien paikalleen, näin vältetään suojaamiselta eikä materiaalit pääse vahingoittumaan. Jos niitä kuitenkin joutuu varastoimaan niin suojaus pitää tehdä huolellisesti. Paras vaihtoehto olisi saada tavarat katokseen ja peitellä vielä suojapeitteillä. Kuvassa 8 näkyy eri rakennusmateriaalien ohjeellisia säilytystiloja. (Kosteudenhallinta.fi.)

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 8. Eri rakennusmateriaalien ohjeellisia säilytystiloja (Kosteudenhallinta.fi).

#### 4.2 Sääsuojaus

Energiatehokkaassa rakentamisessa eristepaksuudet ovat kasvaneet, mikä viilentää rakenteiden ulko-osia. Kun rakenteet viilenee, rakennekosteuden kuivuminen hidastuu. Siksi rakennustyömailla tulee kiinnittää entistä enemmän huomiota sääsuojaukseen. Sääsuojaus on vesi ja lumisateiden sekä kylmyyden vuoksi erityisen tarpeellista syyskuusta huhtikuulle. Suojauksessa käytetään yleensä suojapeitteitä ne ovat edullisia, kestäviä, monikäyttöisiä ja vedenpitäviä. Ne myös kestävät paremmin



paikallaan kuin kevytpeitteet. Kevytpeitteet ovat nimensä mukaisesti tarkoitettu kevyempään suojukseen, kuin suojapeitteet. Ne kestävät huonommin tuulta, aurinkoa ja kulutusta. Maapohja kannattaa suojata esim. routamatolla ennen talventuloa niin routa ei pääse menemään maahan. Töitä päästään jatkamaan sisätiloissa ilman sulatusta heti kun runko on valmis ja saadaan lämmöt kestämään rakennuksessa. Runkovaiheen aikaisella suojauksella saadaan isot säästöt energian kulutuksessa lämmityskauden aikana. Ulkovaipan ja yläpohjan saaminen valmiiksi mahdollisimman aikaisessa vaiheessa ja työmaaovien käyttö heti rakentamisen alussa auttavat luomaan hyvät kuivumis- ja työskentelyolosuhteet. (Teriö ja Hämäläinen 2017, 16.)



Kuva 9. Elementin asennusta työmaalla (Kolari 2019)

#### 4.3 Kosteuden poistaminen

Rakennuskosteuden poistamiseksi rakennustyömaa pitää pyrkiä pitämään niin lämpimänä ja ilman kosteus, niin alhaisena että ne edistävät kuivumista. Rakennusaikana työmaa altistuu useille kosteusrasituksille. Sade, valuma- ja sulamisvedet, betonin rakennekosteus sekä maa- ja ilmankosteus ovat näistä merkittävimpiä. Pääasiallisia kuivatustapoja ovat tilakuivaus, ilmanvaihto ja kohdekuivaus. Tilakuivatuksessa lämmitetään kuivatettavan rakenteen ympärillä olevaa ilmaa koneellisesti, mikä kuivattaa myös rakennetta. Kuivatettavan tilan pitää olla tiivis ja ilmanvaihtoa ei saa olla.

Kohde- eli pikakuivatuksessa betonia lämmitetään ja kosteus poistetaan ilmanvaihdolla. (Teriö ja Hämäläinen 2017, 54.)

Kohdetyömaalla käytettiin kuivattamiseen rakennuksen omaa lattialämmitysjärjestelmää ja kanavapuhaltimia ohjaamaan kostea ilma ulos talosta. Kuvassa 10 näkyy kohdetyömaan kanavapuhallin ja miten se oli asennettuna.



Kuva 10. Kanavapuhallin kohdetyömaalla (Kolari 2019)

#### 4.4 Tuuletus

Ilmanvaihto eli tuulettaminen. Kuivatusnopeutta voidaan säädellä sisäilman lämpötilalla ja ilmanvaihdon määrällä. Kun ilmanvaihtoa nopeuttaa ja lämpötilaa nostaa voidaan kuivumista nopeuttaa. Tuulettaessa on tärkeää tarkkailla sisäilmankosteutta. Sisäilman lämpötilan tulisi kuivatuksen aikana olla 21 celsiusta ja ilmankosteuden 50 % luokkaa. Tuuletuksessa ulkoilman kosteuspitoisuuden tulee olla pienempi kuin sisäilmalla, jotta kosteutta voi johtaa ulos. Tuulettamalla kuivattamalla ilma



vaihdetaan 1 - 2 kertaa tunnissa. Runkovaiheessa kulkuaukkoihin kannattaa asentaa työmaaovet. Pienet raot eivät haittaa, mutta ilmanvaihtumista pystyy näin hallitsemaan ja lämpötila pysyy suotuisana kuivamiselle. (Teriö ja Hämäläinen 2017, 62.)

#### 4.5 Lämmitys

Suurimman energian kulutuksen rakennustyömaalla aiheuttaa lämmitys. Siksi kuhunkin työvaiheeseen tulee valita oikeanlainen lämmitystapa. Ennen lämmittämisen aloitusta on aukot ulkovaipasta peitettävä esim. ikkunat olisi hyvä olla paikallaan. Kohdetyömaalla ennen lämmittämisen aloitusta ei tarvinnut kuin asentaa väliaikaiset ulko-ovet ja asentaa kattoon höyrynsulkumuovi ja 10 cm villa. Ikkunat olivat jo valmiiksi paikallaan suurelementeissä.

Sähkölämmitys on helppo ja toimintavarma lämmitysmuoto ja sitä käytetään yleensä pienemmissä kohteissa. Sähköllä toimivat lämpöpuhaltimet ovat yleisin vaihtoehto sähkölämmitykseen. Myös lämmitysmatot, säteilijät, betonin lämmityskaapelit ja uppokuumentimet ovat sähköllä toimivia lämmittämiä. (Teriö ja Hämäläinen 2017, 29.)

Polttoöljylämmittimet soveltuvat suuriin tiloihin esim. teollisuushallit, pysäköintitalot yms. Lämmittimien sijoittelu kannattaa suunnitella hyvin. Imuilma pyritään ottamaan sisältä jolloin se on valmiiksi lämmintä. Öljylämmityksen haittana on laitteiden suuri koko. Säiliön koko on oltava vähintään 1 000 l, muutoin tankkauksesta laskutetaan pientoimituslisä, joka nostaa polttoöljyn hankintahintaa. (Teriö ja Hämäläinen 2017, 29.)

Kohdetyömaalla lämmitys hoidettiin valun jälkeen sähköpuhaltimella, jossa oli kosteudenpoisto samassa. Heti kun oli mahdollista, asennettiin kohteen oma lattialämmitysjärjestelmä päälle ja lämmitystä jatkettiin sillä. Kohteessa oli poistoilmalämpöpumppu, jolla pyöritetään lattian vesikiertoista lattialämmitysjärjestelmää.

## 5 LAADUNVARMISTUS JA MITTAUKSET

Kosteudenhallinnan osalta työmaan laadunvarmistus voidaan suunnitella osana kosteudenhallintasuunnitelmaa. Uudisrakentamisen kosteusvaurioriskiä pyritään ehkäisemään kosteudenhallintasuunnitelmalla. Se pitää tehdä jokaiselle uudisrakennustyömaalle, joissa tehdään betonivaluja, kuivataan rakenteita tai käytetään sääsuojasta. Jokaiselle työmaalle tehdään yksilöity kosteudenhallintasuunnitelma. Kosteudenhallintasuunnitelmassa tulee kartoittaa työmaan kosteusriskit. Rakennesuunnitelmat voi liittää kosteusteknisiä ongelmia tarkistetaan ennen rakentamisen aloittamista. Rakenteiden kuivumisaika-arviot laaditaan sellaisille rakenteille (betonivalut), jotka päällystetään kosteusherkillä materiaaleilla. (Sisäilmayhdistys.fi.)

Erityisesti piiloon jäävien rakenteiden laadunvarmistukseen ja kosteuteen tulee kiinnittää huomiota ennen kuin ne peitetään. Koska niiden aukaiseminen ja korjaaminen jälkikäteen on työlästä ja kallista. Rakenteiden tarkastuksista pidetään työmaalla pöytäkirjaa ja sinne merkitään kaikki kosteusmittaustulokset ja muut tarkastukset.

### 5.1 Kosteudenhallintasuunnitelma

Rakennuttajan tulee laatia hankkeelle kosteudenhallinta-asiakirja eli alustava kosteudenhallintasuunnitelma. Suunnitelman tarkoituksena on määrittää kosteudenhallintaan liittyvät toimintaperiaatteet ja tavoitteet. Kosteudenhallintasuunnitelma (kuva 6) muotoutuu hankkeen edetessä ja se päivittyy rakentamisen edetessä. Rakennuttaja pitää huolen siitä, että suunnitelmaa noudatetaan ja se luo pohjan rakennuksen kosteustekniselle onnistumiselle. Tärkein kosteudenhallinnasta saatava dokumentti on kosteusmittauksista saatava raportti. (Kosteudenhallinta.fi.)

# Rakennusaikainen kosteudenhallinta (pientalot)

Selvitys, kohdat 1., 2. ja 3. (kosteudenhallintaselvityksen laatija täyttää) 1.

## Lähtötiedot

Selvityksen laadintapvm: 10.4.2018
Rakennushankkeeseen ryhtyvä: Karvinen Teemu, Karvinen Sirpa
Rakennuslupatunnus:
Kohteen osoite: Rakentajankatu 35, 80160 Joensuu
Rakennettavat rakennukset: Omakotitalo ja talousrakennus
Rakentamistapa: <input checked="" type="checkbox"/> elementtirakenteinen <input type="checkbox"/> paikalla tehty
Kosteudenhallintaselvityksen laatija: Niko Kolari
Kosteudenhallintasuunnitelman laatija: Jukka Naumanen
Kosteudenhallinnan vastuuhenkilö: Jukka Naumanen

## 2. Rakennusaikataulu (vko/v)

Aloitus \_\_\_\_28/18\_\_ Maanrakennustöiden aloitus \_\_\_\_28/18\_\_ Perustus  
\_\_\_\_29/18\_\_ Rungon aloitus \_\_\_\_31/18\_\_ Aluskate päällä \_\_\_\_32/18\_\_  
Vesikate päällä \_\_\_\_32/18\_\_ Tuulensuojalevyt asennettu \_\_\_\_31/18\_\_  
Alapohjalaatta valettu \_\_\_\_35/18\_\_ Ulkopuolen pintaverhous asennettu  
\_\_\_\_31/18\_\_ Lämpö päällä \_\_\_\_40/18\_\_ Märkätilojen pinnoitustyöt  
aloitettavissa \_\_\_\_45/18\_\_ Kuivien tilojen pinnoitustyöt aloitettavissa  
\_\_\_\_47/18\_\_ Käyttöönotto \_\_\_\_5/19\_\_ Muu \_\_\_\_\_

## 3. Rakennuspaikan ja rakennuksen erityisriskit (tuulinen rakennuspaikka, haasteellinen rakennuspaikka, monimuotoinen katto jne.):

Ei erityisriskejä

Selvityksen laatijan allekirjoitus: \_\_\_\_\_

Suunnitelma, kohdat 4., 5., 6. ja 7. (kosteudenhallintasuunnitelman laatija täyttää)

#### 4. Rakennuksen tyypilliset runko- ja muut rakenteet

Sokkeli: x Betoni Kevytbetoni Harkko Muu: \_\_\_\_\_

Alapohja: x Betoni Ontelolaatta Liittolaatta Kevytbetoni Puu \_\_\_\_\_

Väliohja: Betoni Ontelolaatta Liittolaatta Kevytbetoni Puu ei väliohjaa

Ulkoseinä: Betoni Tiili Harkko Kevytbetoni x Puu \_\_\_\_\_

Yläohja: Ontelolaatta Kevytbetoni x Puuristikot Puupalkit \_\_\_\_\_

Ulkoverous: Tiili Kevytbetoni Harkko Rapattu x Puu \_\_\_\_\_

Vesikate: Tiili Bitumikate x Konesaumapelti Teräspoimulevy \_\_\_\_\_

Kantavat väliseinät: Tiili Betoni Harkko x Kipsilevy \_\_\_\_\_

Kevyet väliseinät: Tiili Betoni Harkko x Kipsilevy \_\_\_\_\_

#### 5. Kosteudelle arat materiaalit ja rakennusosat sekä niiden työnaikainen suojaus

Huom.! Taulukkoon merkitään viikkonumeroin tarvittava suojausaika esim. viikot 42.-44.

Suojausaika viikkonumeroin	Rakennus on sääsuojan alla	Erillinen varasto	Rakennettavassa rakennuksessa	Suojapeitteen alla tuuletetulla alustalla	Suojapeite	Suojamuovi	Valmiin vesikatteen alla
Puuelementit						31->	32->
Ikkunat ja ovet						31->	
Villaeristeet						31->	
Laastit ja tasoitteet			x				
Puutavara				x			
Kipsi- ja puulevyt			x				
Sisustusmateriaalit			x				
Alapohjarakenteet			x				
Väliohjarakenteet							
Yläohjarakenteet			x				
Ulkoseinärakenteet						31->	32->
Ikkuna- ja ovisuikot						31->	32->
Kattoristikot							32

## 6. Rakennuksen ja rakenneosien kuivatustapa ja -aika (viikot)

Tuuletus \_\_\_\_\_ 31-40 \_\_\_\_\_  Tuuletus + lämmitys \_\_\_\_\_ 35-40 \_\_\_\_\_  
 Kiertoilmalämmitin \_\_\_\_\_  Kondensoiva kuivain \_\_\_\_\_ 40-50 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### Kuivumisen kannalta kriittiset rakenteet:

Betonilattia \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Suunnitelman laatijan allekirjoitus: \_\_\_\_\_

## 7. Betoni- ja muiden rakenteiden kuivumisen toteaminen

Rakenne (esim. betonilattia, vedeneristyksen alusta)	Kokemus- peräinen arvio	Pintakosteus- osoittimella	Porareikä- mittauksilla	Kosteus- anturilla	Kelpoisuusraja (esim. RH<XX%)	Kelpoisuuden toteaminen	
						Pvm	Allekirjoitus
Betonilattia			X	X	<80%		

### Erityisesti huomioon otettavaa:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Kosteudenhallinnan varmentaminen suoritettu.

Pvm. \_\_\_\_\_

Kosteudenhallinnan vastuhenkilö: \_\_\_\_\_

## 5.2 Kosteusmittaustavat

Pintamittareilla ja suhteellisen kosteuden mittareilla selvitetään rakenteiden kosteuspitoisuus. Pintamittarilla pystytään selvittämään esim. kosteusvahingon laajuutta. Sillä ei kuitenkaan voida määrittää onko esim. betonilattia tarpeeksi kuiva pinnoittamiseen.

Tarkat mittaustulokset saadaan suhteellisen kosteuden mittarilla. Mittaaminen tapahtuu rakenteeseen poratusta reiästä. Reiän syvyys kahteen suuntaan kuivuvassa rakenteessa on 40 % paksuudesta ja yhteen suuntaan kuivuvasta 20 %. Porareikä tulpataan 4 vuorokautta ennen mittaamista, että kosteus ehtii poraamisen jälkeen tasoittua. (Teriö ja Hämäläinen 2017, 70.)



Kuva 11. Betonin suhteellisen kosteuden mittaamista kohdetyömaalla (Kolari 2019)

### 5.3 Mittausajankohdat

Kosteusmittauksilla seurataan rakenteiden kuivumista rakentamisen aikana. Kosteusmittaukset tehdään erityisesti päällystettävälle rakenteille, pientaloissa betonilattia. Päällystettävän rakenteen suhteellisen kosteuden pitää olla ennen päällystämistä alle päällyste materiaalin edellyttämän raja-arvon. Rakenteiden ainoa tarkka kosteuden määrittystapa on mittaaminen, koska materiaalien kuivuminen riippuu monesta asiasta. Betonin kuivuminen pientalotyömaalla tahdittaa koko työmaan sisältöihin pääsemistä pitää mittauksiin ryhtyä hyvissä ajoin. Mittausten tarkoituksena on seurata kuivuvatko rakenteet suunnitelmien mukaan vai pitääkö kuivattamiseen lisätä resursseja. (Rakennustieto.fi.)

Betonilattia kuivuu normaalisti viikko/cm 4 cm:iin asti. Yli 4 cm:n menevälle paksuudelle kuivumista tapahtuu 2 viikkoa/cm ja yli 6 cm:n yli menevä betonin paksuus kuivuu 4viikkoa/cm. Eli ensimmäisen kerran betonin kosteus 8 cm laatasta mitataan yleensä 16 viikkoa valusta. (Kosteudenhallinta.fi.)

Kosteudenhallintaan liittyvää tietoa on runsaasti tarjolla ja sitä oli helppo löytää. Kosteudenhallintaan kiinnitetään tänä päivänä paljon huomiota ja kosteudenhallintasuunnitelma on tullut pakolliseksi pientalotyömailla. Runsastuneet sisäilma ongelmat ovat aiheuttaneet tämän kehityksen.

Kosteudentorjunta alkaa jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa ja jatkuu koko rakentamisen ajan. Kosteudenhallintasuunnitelma laaditaan kosteudentorjunnan näkökulmasta ottaen kaikki mahdolliset asiat huomioon. Valmiita pohjia kosteudenhallintasuunnitelmaan löytyy internetistä.

Rakentamisen aikana ympäristön aiheuttama kosteusrasitus estetään suojaamalla tarvikkeet ja rakennus vedeltä ja lumelta. Kosteudenhallinnalla pyritään estämään kastuminen kokonaan. Tähän ei kuitenkaan aina pystytä, silloin rakenteita joudutaan kuivattamaan.

Kosteusmittauksilla tutkitaan kosteudenhallinnan onnistumista ja rakenteiden yleensä pientaloissa betonilattian kuivumista pinnoitus kuivuuteen. Pinnoituskuivuuden määrittäminen onnistuu vain porareikä mittauksella tai ottamalla koepala betonista.

Rakentamisen aikaisella kosteudenhallinnalla on suuri merkitys koko rakennuksen elinkaareen. Jos kosteudenhallinta epäonnistuu osan virheistä voi huomata välittömästi, mutta piilevät virheet paljastuvat vasta vuosien päästä yleensä sisäilmaongelmien muodossa.

Huolellisesti tehty kosteudenhallinta takaa laadukkaan rakennuksen koko elinkaaren ajaksi. Tärkeintä on hyvä suunnittelu ja laadukas rakentaminen.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Kosteudenhallinta.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-1] Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/rakennushankkeen-vaiheet/rakentamisen-valmistelu/urakoitsijan-aikataulusuunnittelu>

Kosteudenhallinta.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-27] Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/kosteudenhallintasuunnitelma>

Kosteudenhallinta.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-06] Saatavissa: [www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/kuivatus](http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/kuivatus)

Kosteudenhallinta.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-17] Saatavissa: <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/suojaus/materiaalien-suojaus>

KOSTEUS RAKENNUKSISSA. RT 05-10710. [online]. Helsinki: Rakennustieto [viitattu 2019-05-05] Saatavissa: <https://kortistot-rakennustieto-fi.ezproxy.savonia.fi/kortit/RT%2005-10710>

Lattiamies.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-06] Saatavissa: <https://www.lattiamies.fi/betonitoimitukset.html>

Paroc.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-05] Saatavissa: [http://www.paroc.fi/paroc/paroc-katot-ylapohjat/harjakatot](http://www.paroc.fi/ratkaisut-tuotteet/paroc/paroc-katot-ylapohjat/harjakatot)

Rakennustieto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-05] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s740.pdf>

Rakennustieto.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-05-05] Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050502.pdf>

SIIKANEN, Unto. 2008. Puurakentaminen. 6. painos. Tampere: Rakennustieto Oy

Sisäilmayhdistys.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-22] Saatavissa: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Korjausten-laadunvarmistus/Tyomaan-kosteudenhallinta/Kosteudenhallintasuunnitelma>

Sisäilmayhdistys.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-04-05] Saatavissa: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Markatilat>



Stat.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-28] Saatavissa [www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2018/uudet-pientalot-yha-pienempia-ja-kaupunkikeskusten-tuntumassa/](http://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2018/uudet-pientalot-yha-pienempia-ja-kaupunkikeskusten-tuntumassa/)

Stat.fi [verkkoaineisto]. [viitattu 2019-03-28] Saatavissa <https://www.stat.fi/til/ras/index.html>

TERIÖ, Olli ja HÄMÄLÄINEN Jari. 2017. Kestävä rakentaminen. Helsinki: Opetushallitus