

**KOSTEUDENHALLINTA PIEN-/PUUKERROSTALOSSA
RAKENTAMISEN AIKANA**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

HAMK Visamäki, Rakennusalan työnjohto

Syksy, 2017

Juha-Matti Loukaja

Juha-Matti Loukaja

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
HAMK Visamäki

Tekijä	Juha-Matti Loukaja	Vuosi 2017
Työn nimi	Kosteudenhallinta pien-/puukerrostalossa rakentamisen aikana	
Työn ohjaaja	Hannu Fagerlund	

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä oli tavoitteena laatia Sikla Oy:lle kosteudenhallinta ohje, jota koko Sikla konsernin rakennustyömaat voisivat tulevaisuudessa käyttää räätälöimällä sen itselleen kuhunkin kohteeseen sopivaksi.

Opinnäytetyössä perehdytään pääpiirteittäin niihin asioihin, mitkä vaikuttavat kosteuden hallintaan rakennustyömaalla rakentamisen eri vaiheissa. Kerrotaan mistä ja miten kosteus saattaa rakenteisiin tulla, miten sen tuleminen ja muodostuminen estetään, tai jos sitä ei voi estää, miten se poistetaan oikein ja mahdollisimman tehokkaasti.

Työn tuloksena saatiin kosteudenhallinnan seuranta helpottava ja ohjaava tarkistuslista, jota voi hyödyntää työmaalla suunnitellussa kosteudenhallintaan liittyviä kosteusvaurioita ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä.

Opinnäytetyötä työmaalla tehdessäni tulin siihen johtopäätökseen, että kaikkien työmaalla työskentelevien tulisi sisäistää mitä ongelmia voi seurata, mikäli rakenteisiin pääsee ja/tai jää kosteutta. Perehdytyksessä tulisi muistuttaa kaikkia siitä, että jokainen omalla tekemisellään vaikuttaa pieneltä osin siihen minkälaiseen lopputulokseen rakennustyömaalla päästään. Me itse voimme vaikuttaa minkälainen sisäilma rakennuksessa on silloin, kun se luovutetaan tilaajalle. Vuosienkin päästä sisäilman laatu riippuu meistä jokaisesta miten huolellisesti ja tunnontarkasti olemme suorittaneet oman työmme.

Avainsanat Kosteudenhallinta, kosteusmittaus, rakentaminen, rakennustyömaa

Sivut 24 sivua, joista liitteitä 5 sivua

Degree Programme in Construction Management
HAMK Visamäki

Author	Juha-Matti Loukaja	Year 2017
Subject	Moisture management in a small and wooden building during construction	
Supervisor	Hannu Fagerlund	

ABSTRACT

The aim of this Bachelor's thesis was to draw up a manual of moisture management for Sikla Oy to be used on the company's construction sites in the future by customizing it to suit each target location.

The thesis discusses the factors affecting the moisture management on the construction sites during different stages of the building project. It also discusses how and from where moisture can enter structures, how to prevent it, or if it cannot be prevented, how to remove the moisture correctly and in the most effective way.

As a result of the thesis a checklist was produced that facilitates the process of moisture management. The checklist can be used on construction sites when planning what measures will be taken to prevent moisture and water damages. It can be concluded that everyone working on the construction site should internalize what kind of problems can result if moisture gets into the structures or is left there. Every employee should be reminded that each person will have a small effect on the final result of the construction and on the indoor air when the building is handed over to the client. Even several years later, the quality of the indoor air is dependent on how carefully and conscientiously the work has been done.

Keywords Moisture management, moisture measurement, constructing, construction site.

Pages 24 pages including appendices

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Työn tausta.....	1
1.2	Työn tavoitteet.....	1
1.3	Työn toimeksiantaja.....	1
2	KOSTEUS RAKENNUSTYÖMAALLA.....	1
2.1	Ulkoiset kosteuslähteet.....	2
2.2	Sisäiset kosteuslähteet.....	6
2.3	Rakentamisen aiheuttamat kosteuslähteet.....	6
3	KOSTEUDEN SIIRTYMINEN.....	6
3.1	Vesihöyryn ja veden siirtyminen konvektiolla.....	7
3.2	Veden painovoimainen siirtyminen.....	7
3.3	Veden kapillaarinen siirtyminen.....	7
3.4	Vesihöyryn siirtyminen diffuusiolla.....	8
4	KOSTEUDEN VAIKUTUS.....	8
4.1	Kosteuden biologisia vaikutuksia rakennusmateriaaleissa.....	8
4.2	Muita vaikutuksia rakennusmateriaaleissa.....	10
5	AS OY HELSINGIN HAAPAPERHOSEN RAKENTEET.....	15
5.1	Maapohjatutkimus.....	16
5.2	Perustusrakenteet.....	16
5.3	Salaojat.....	16
5.4	Sokkelit ja alapohjat.....	17
5.5	Ulkoseinät.....	17
5.6	Huoneistojen väliset seinät (HVS).....	18
5.7	Terassin väliseinät.....	18
5.8	Välipohjat.....	18
5.9	Yläpohja ja vesikatto.....	19
5.10	Sääsuojakatto.....	21
6	KOSTEUDEN HALLINTA TYÖMAALLA.....	21
	Työmaalla tehdyt toimenpiteet rakenteiden kuivana pysymiseksi.....	22
7	KOSTEUSMITTAUS.....	22
7.1	Mittaussuunnitelma ja toteutus.....	23
7.2	Mittaustarkastelu.....	23
7.3	Mittaustulokset ja johtopäätökset.....	23
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA KOKEMUKSIA.....	24
8.1	Johtopäätökset.....	24
8.2	Kokemuksia.....	25

LÄHTEET	26
HAASTATTELUT	26
LIITTEET	27

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan rakentamisaikaisesta kosteudenhallintaa sekä erilaisia keinoja kosteudenhallinnan toteuttamiseen parhaalla mahdollisella tavalla. Siklatilat Oy:llä oli tarve saada tilapuolelle yhtenäinen ohje/seurantalomake puu-/pienkerrostalotyömaille niiden rakennusaikaiseen kosteudenhallintaan.

1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia työmaille käyttöön yhtenäinen ohje, mitä noudattamalla työmaa pääsee parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen kosteudenhallinnassa. Ohjeen tarkoituksena on, että tulevaisuudessa kaikilla Siklan työmaille noudatetaan samantyyppistä kosteudenhallintaohjetta. Ohjetta sovelletaan käytäntöön jokaisen eri työmaan erityiset tarpeet huomioon ottaen.

1.3 Työn toimeksiantaja

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Sikla Oy. Siklatalot Oy on perustettu v. 2007 Kempeleessä. Yrityksen liikevaihto v. 2015 oli 11,2 M€. Siklatilat perustettu v. 1990 Ylitorniolla JIA-Tilat nimellä, yrityskauppa toteutui joulukuussa 2014. Yrityskaupan myötä konsernin budjetoitu liikevaihto nousee vuonna 2016 yli 20 miljoonaan euroon. (Kaleva 2014) Toimipisteet sijaitsevat Jyväskylässä, Kempeleessä, Lempäälässä ja Vantaalla. Opinnäytetyön esimerkkikohteena on As Oy Helsingin Haapaperhonen, Haapaperhosentie 15 - 23, 00410 HELSINKI

Rakenteilla on 43 huoneistoinen puukerrostalokokonaisuus, joka käsittää 4 puukerrostaloa, varastotiloja sekä polkupyörävarastot. Projektin toteuttajana on Siklatilat Oy. Siklatilat Oy:n liikevaihto v.2017 on n.30M€.

2 KOSTEUS RAKENNUSTYÖMAALLA

Kosteus tarkoittaa kemiallisesti sitoutumatonta vettä kaasumaisena eli vesihöyryinä, vetenä, lumena tai kiinteässä olomuodossa jääntyneenä. Normaaliosuhteissa kosteutta on ilmassa, sekä kaikissa huokoisissa materiaaleissa ja rakenteissa aina jonkin verran (Kuva 1). Kosteuden

määrä riippuu materiaalin ominaisuuksista sekä ympäröivän ilman lämpötilasta ja kosteudesta. Kosteuslähteet on mahdollista jakaa kahteen osaan, ulkoiset- ja sisäiset kosteuslähteet.



Kuva 1. Rakennuksen kosteustekniseen toimintaan vaikuttavia rasituk-
sia. (Siikanen 2014, 65)

2.1 Ulkoiset kosteuslähteet

Ulkoilman kosteus (Kuva 2)

Sade, tuulen kuljettama vesi ja lumi

Lumi, jää (sulamisvesi)

Maaperän kosteus (maahuokosten suhteellinen kosteus)

Pintavesi (valumavesi), hulevesi

Pohjavesi (tai ns. orsivesi)

(RIL 250 2011, 63)

Kun halutaan rakentaa pohjoisen ilmaston kestäviä taloja, on tärkeää torjua kosteuden kaikkia olomuotoja (kiinteä, nestemäinen ja kaasumainen).



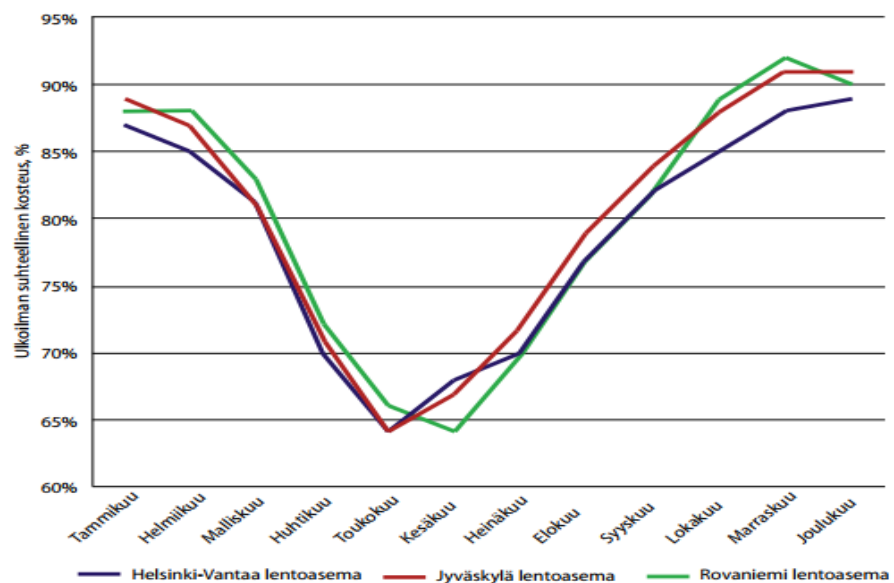
Kuva 2. Kosteuden lähteitä (Paroc.fi/know-how, 2017)

Ulkoilman kosteus

Vesihöyryn määrä grammoina ilmakeuutiometriä kohden ilmoittaa absoluuttisen kosteuden (g/m^3). Talvella eli lämmityskaudella ulkoilman suhteellinen kosteus on keskimäärin 85 %. Vettä ulkoilma sisältää grammamääräisesti vähän, riippuen matalasta lämpötilasta. (Siikanen 2014, 68-69) Kevät-, kesäkuukausina (huhtikuu-elokuu) ilman suhteellinen kosteus vaihtelee 60–80% välillä (Kuva 3).

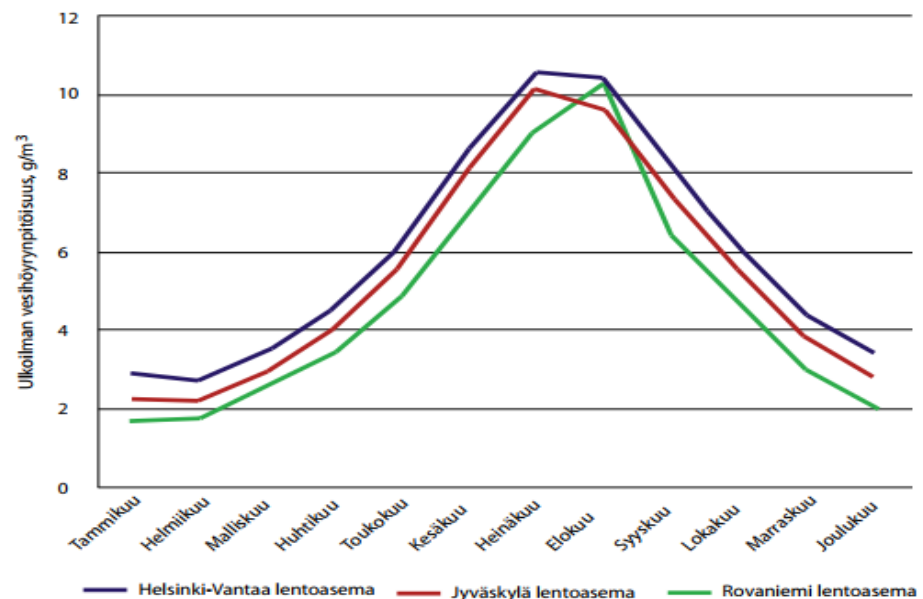
Talvella ja alkukeväästä on taloudellista käyttää ulkoilmaa kuivatukseen johtuen juuri siitä, kun ulkoilma lämpötilansa ansiosta sisältää vain vähän kosteutta. Syksyllä ja loppukesällä tulisi välttää ns. tuuletuskuivausta, koska ulkoilmassa on silloin grammamääräisesti eniten vettä.

Kuva 3.



Kuvassa 3. esitetään ulkoilman suhteellisen kosteuden (%) vaihtelu kuukausittain eri havaintoasemilla. Talvella suhteellinen kosteus on suuri. Alhaisen kastepisteen takia ilman vesipitoisuus on kuitenkin pieni (Kuva 4). Tilastot Ilmatieteen laitoksen vertailukaudelta 1981–2010. (Rakennustieto, RATU S-1232, 4)

Kuva 4.



Kuvassa 4. ohjeellinen esitys ulkoilman sisältämästä keskimääräisestä vesimäärästä (g/m³) eri kuukausina. Pakkasilman sisältämä vesimäärä on pieni, vaikka sen suhteellinen kosteus on suuri. (Rakennustieto, RATU S-1232, 4)

Sadevesi

Sade muodostuu aina liikkuvan ilman viilenemisestä, koska ilman vedenpidätyskyky riippuu lämpötilasta. Yleisimpiä sadetyyppejä ovat lumisade, raesade, räntäsade, tihkusade ja vesisade. Näkyvin ja rakennusta rasittavin kosteuden muoto on sadevesi. Vedenpaine kohdistuu eniten vesikattoon ja muihin vaakapintoihin sekä seinien ulkoverhouksiin. Sateen kolmesta olomuodosta vesi, räntä, lumi on räntä kaikkein kastelevin. Räntä jää usein pitkiksi ajoiksi vaakasuorille ja kalteville pinnoille. Eniten rakennusten julkisivua rasittaa viistosade, joka voimakkaan tuulen myötävaikutuksella kohdistuu pystysuorille pinnoille sekä mahdollisesti kuljettaa vettä myös ylöspäin. Viistosade on tärkeimpiä vaippaan kohdistuvia rasituksia sekä kosteusvaurioiden aiheuttajia. (Siikanen 2014, 66 - 67)

Lumi, jää ja sulamisvesi

Talvikuukausina maanpinnalle tuleva sade on yleensä lunta tai räntää. Talviaikaan kevyt pakkaslumi voi tuulen ansiosta levitä eripuolelle rakenteisiin. Kosteusongelmia ja jopa kosteusvaurioita voi muodostua lumen sulaessa. Jään muodostuminen voi estää suunnitellun vedenpoiston rakenteista ulos.

Maaperän kosteus

Maaperän huokosilman suhteellinen kosteus on yleensä lähellä 100 %. Maaperän kosteutta voidaan arvioida paikallisesti ympäröivää maastoa tarkkaillen, sekä teettämällä maaperätutkimuksen tutkimuksiin erikoistuneella urakoitsijalla. Maaperän kosteuteen vaikuttaa alemman pohjaveden (salpavesi) korkeus, ylemmän pohjaveden (orsivesi) korkeus, maalaji sekä mahdolliset ojitukset tai kuivatus järjestelmät. Maaperän kosteutta lisää omalta osaltaan myös vesikatolta tulevat sade- ja sulamisvedet sekä rakennusalueen ulkopuolelta valuvat pinta- sade- ja sulamisvedet. Alapohjan lämpöeristyksellä on oleellinen vaikutus myös maaperän kosteuteen, koska diffuusiokosteus nousee maaperän lämpenemisen seurauksena. Maaperän lämmitessä myös vesimäärä/m³ lisääntyy.

Pintavesi

Sadeveden osa valuu pintavetenä maan pintaa poispäin rakennuksesta, kun maanrakennuksessa on huolehdittu siitä, että maan pinnan kaltevuus on rakennuksesta poispäin. Osa pintavedestä imeytyy sorastuksen läpi salaojaan, jolla varmistetaan maaperän riittävän kuivana pysyminen.

Pohjavesi

Pohjavesi on maanpinnan alapuolella sijaitsevaa vettä, joka on pysyvästi maa- tai kallioperässä, sekä mistä alaspäin maaperä on kyllästetty ve-

dellä. Pohjaveden korkeus vaihtelee yleensä 1,5-3 metrin välissä. Orsi-
vesi muodostuu varsinaisen pohjaveden yläpuolelle sellaisten maaker-
rostumien päälle, mitkä eivät läpäise vettä.

2.2 Sisäiset kosteuslähteet

Sisäilman kosteus (ihmiset, pesu, ruoanlaitto, kasvillisuus jne.)

Roiskevesi märkätiloissa

Mahdolliset putkistovuodot (jäätyminen)

Märkä siivous

Talotekniset laitteet, pesukoneet, ilmankostuttajat

Rakennusaikana rakenteisiin jäänyt rakennuskosteus

Ilmanvaihdon/painesuhteiden vaihtelut

Sisäilman kosteuden aiheuttamia ongelmia:

- kondensation aiheuttama tiivistyminen ja valuminen alaspäin vetenä
- veden siirtyminen konvektiona rakenteisiin
- siirtyminen diffuusiona rakenteisiin
- siirtyminen kapillaarisena kosteutena rakenteisiin (märät pinnat, vesi lattiapinnoilla)
- merkittävä hidastuminen rakenteiden kuivumisessa (diffuusion suunta väärä) (RIL 250 2011, 68)

2.3 Rakentamisen aiheuttamat kosteuslähteet

”Rakennuksen valmistumis- ja käyttöönottovaiheessa rakennusaineissa ja rakenteissa oleva rakennuskosteus on peräisin materiaalien valmistusprosessissa käytetystä vedestä ja rakennustuotteiden kuljetuksen, varastoinnin ja rakennustyön aikana tapahtuneesta kastumisesta” (RIL 250 2011, 68)

3 KOSTEUDEN SIIRTYMINEN

Kosteuden kolme olomuotoa kaasu, neste ja lumi tai jää. Kosteus siirtyy kaikissa olomuodoissa, se voi siirtyä rakenteisiin monin eri tavoin. Kiinteänä ja nesteenä kosteuden esiintyessä on hallintakin helpompaa. Sen pystyy hallitsemaan, minkä näkee. Kosteuden kanssa on toisin. Kaasumaisena kosteus voi olla missä tahansa ja vaikka kuinka paljon.

3.1 Vesihöyryn ja veden siirtyminen konvektiolla

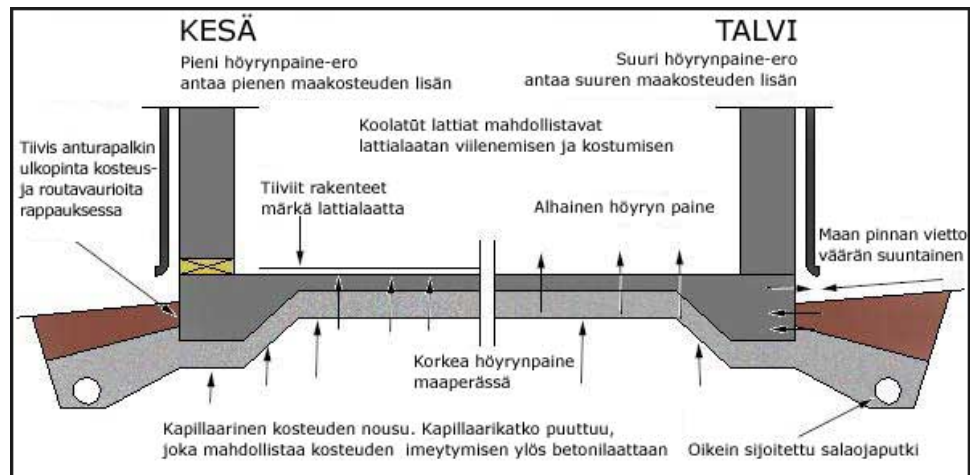
Konvektiolla tarkoitetaan vesihöyryn tai veden siirtymistä kaasuseoksen mukana pääosin tuulen tai jonkun muun ulkoisen paineen vaikutuksesta. Konvektio muodostuu kokonaispaine-eroista rakenteen eri puolilla. (Siikanen 2014, 71). Konvektio voi olla pakotettua tai luonnollista. Yleensä luonnollisena aiheuttajana ovat lämpötilaerot. Pakotettuna aiheuttajina tuuli, tuulettaminen, koneellinen ilmanvaihto ja ihmisten liikkuminen. Kosteusvaurioiden syntymiselle otollisin aika on talvella, kylmänä vuodenaikana. Syykin on selkeä, kosteaa sisäilmaa kulkeutuu rakenteisiin, silloin niihin tiivistyy kosteutta koska rakenne on kylmempi, kun kesällä. Konvektion torjunta on käytännössä helppoa tiiviillä höyrynsulkumuovilla. Ainut haittapuoli on, että pienetkin vuotokohtat mahdollistavat suurienkin ilmamäärien siirtymisen. Höyrynsulkumuovin asennuksessakin voi tehdä virheitä. Seinien ja yläpohjien teippaukset tehdään huolimattomasti, tiivistykset ikkuna- ja ovipieliissä vähän sinne päin. Rakennusaikaisten läpivientien (johdot, lvi) tiivistys on puutteellinen, naulanreiät höyrynsulkumuovissa.

3.2 Veden painovoimainen siirtyminen

Huomattava osa rakennusteknisestä toiminnasta perustuu nesteiden siirtymisestä ylhäältä alaspäin painovoiman vaikutuksesta. Työmaa-ajan suurimmat kosteusrasitukset aiheutuvat veden painovoimaisista kosteusrasituksista. Räystäskouruilla ohjataan vedet katolta sadevesijärjestelmään ja salaojilla kuivatetaan maapohja. Painovoimainen siirtyminen voi olla vahingollistakin. Rakenteiden liittymistä, raoista ja halkeamista saattaa vettä päästä rakenteisiin ja aiheuttaa kosteusvaurion. (RIL 250 2011, 70 - 71)

3.3 Veden kapillaarinen siirtyminen

Vesi siirtyy kapillaarisesti joka suuntaan. Huokosjakautumasta riippuu miten paljon materiaalit imevät itseensä kosteutta. Hienojakoisiin huokosiin imeytyy kosteutta huomattavasti paljon enemmän, kuin karkearakeisiin. Huokosalipaineen vaikutuksesta vesi imeytyy ylöspäin sille tasolle (Kuva 5), jolla huokosalipaine ja painovoima kumoavat toisensa. Kapillaariseen siirtymisnopeuteen vaikuttaa huokosalipaine ja veden virtausta vastustavat kitkavoimat.



Kuva 5. Kapillaarinen kosteuden nousu (Isodrän.fi/käyttökohteet)

3.4 Vesihöyryn siirtyminen diffuusiolla

Diffuusiolla tarkoitetaan vesihöyrynä siirtyvää kosteutta rakenteen läpi lämpimämmästä tilasta kylmempään tilaan. Suurin tekijä diffuusion suuntaan on kuitenkin tilojen välillä oleva kosteusero. Diffuusion suunta voi olla myöskin joskus kylmemmästä tilasta lämpimämpään tilaan, mikäli kylmemmän tilan kosteuspitoisuus on näistä kahdesta suurempi. Huokoisia rakennusmateriaaleja käytettäessä harvemmin on kyse pelkästään diffuusiosta, materiaalin sisällä saattaa olla myöskin kapillaarista kosteuden liikettä.

4 KOSTEUDEN VAIKUTUS

4.1 Kosteuden biologisia vaikutuksia rakennusmateriaaleissa

Rakennusmateriaalin kosteudella on merkittävin vaikutus mikrobikasvustoon. Mikrobikasvun alkamisen edellytys on, että käytettävässä materiaalissa on mikrobeja, itiöitä tai vähäinen määrä vanhaa kasvustoa. Mikrobeille kelpaa energialähteeksi lähes kaikki eloperäinen. Kipsilevyn pintapaperi, puu, tapetti, sekä muut materiaalit jotka sisältävät selluloosaa sopivat monille mikrobeille, monille riittää huonepöly. Betonin, kevytsoraharkon, tiilien ja erilaisten rakennuslevyjen pinnalle saattaa muodostua homekasvustoa, jos niiden pinnalla on pölyä tai muuta epäpuhtautta. Esim. betonin, tiilen, kevytsoraharkon ja rakennuslevyjen pinnalle voi muodostua homekasvustoa, jos pinnalla on pölyä tai muuta

likaa. Rakenteissa alkaa esiintyä home- ja lahovaurioita pitkäaikaisen materiaalin tai rakenteen kosteudensietokyvyn ylityksen seurauksena. Lyhytaikaisella ja tilapäisellä kosteusrasituksella ei ole yleensä merkitystä. Paras tapa estää rakennuksen homehtuminen on rakennuksen kuivana pitäminen, sillä materiaaleissa on yleensä aina mikrobeja jotka tarvitsevat kosteutta elääkseen.

Yhteenvedona voidaan todeta, että ilman kosteuden ollessa pitkään yli RH 75–100 % saavutetaan kriittinen piste ongelmien kehittymiseksi. Suuri vaihteluväli kosteusprosentteissa selittyy muista tekijöistä, mitkä vaikuttavat erilaisten ongelmien syntyyn, joita ongelma- tai vauriotyyppistä riippuen ovat: materiaali, eliötyyppi, lämpötila ja vaikutusaika.

- Home > RH 75 – 80 %
- Laho > RH 95 %
- Bakteerit > RH 95 – 99 %
- Hyönteiset > RH 65 -80 %

Orgaanisten materiaalien kosteuspitoisuus, mm. puun u % kuivapainosta.

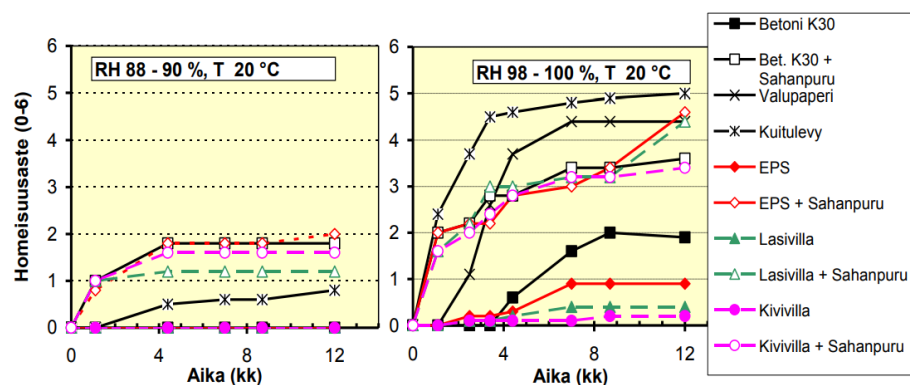
- Home > u 18.20 %
- Laho > u 25 -30 %

Materiaalien vastustuskyky hometta vastaan vaihtelee. Materiaalit voidaan jaotella taulukon 1 mukaisesti (RIL250-2011).

Homehtumisherkkyys / kestävyysluokka		
suomeksi	englanniksi	Materiaalit
hyvin herkkä	very sensitive	käsittelemätön, runsaasti ravinteita sisältävä puu
herkkä	sensitive	höylätty puu, paperipintaiset tuotteet ja kalvot, puupohjaiset levyt
kohtalaisen kestävä	medium resistant	sementtipohjaiset materiaalit, muovipohjaiset materiaalit, mineraalivillat
kestävä	resistant	lasi- ja metallimateriaalit, tehokkaita suoja-aineita sisältävät tuotteet

Taulukko 1. Rakennusmateriaalin jako kestävyys- ja herkkyysluokkiin.

Materiaalin pintahomeen muodostuminen tarvitsee kosteuden ja lämpötilan lisäksi aikaa. Kuvassa 6 esitetään kaavamaisesti eri materiaalien homehtumisaste eri kosteuksissa ajan suhteen laboratorio-oloissa.



Kuva 6. Materiaalien homehtuminen RH 88–90 ja 98–100 %:n kosteusoloissa ajan suhteen, T=20 °C laboratorio-oloissa, (Viitanen VTT, 2004, 15).

Homeen kasvua kuvataan homeindeksin avulla:

- 1 = ensimmäiset merkit homekasvun käynnistymisestä on havaittavissa mikroskooppisesti
- 2 = tilanne, jossa kasvu alkaa näkyä paljain silmin tai sitä on runsaasti mikroskooppisella tasolla
- 3 = kasvua näkyy selvästi ja on paljon
- 4 = runsasta kasvua, yli puolet tarkastettavasta alasta
- 5 = koko ala runsaan kasvun peitossa.

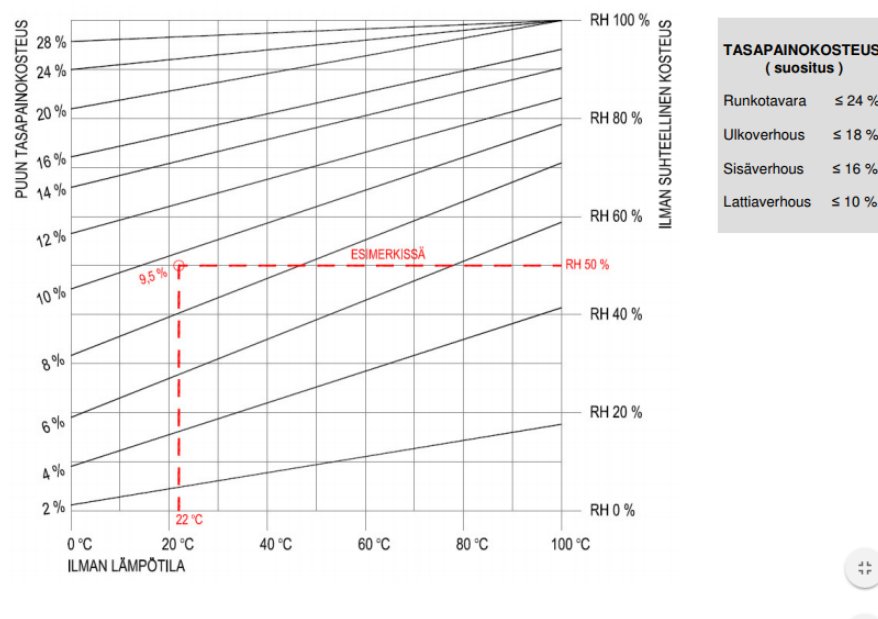
4.2 Muita vaikutuksia rakennusmateriaaleissa

Puu

Puuta käytetään rakentamisessa paljon. Puu on hygroskooppinen rakennusmateriaali, eli puu sitoo ja luovuttaa kosteutta ilman suhteellisen kosteuden mukaan. Puun muodonmuutokset kosteuden vaikutuksista ovat merkittävät. Puun solukkojen kosteuden vaihtelujen vaikutuksesta puu turpoaa tai kutistuu sekä muuttaa muotoaan. Puun kosteuseläminen on erilaista pitkittäis- ja poikittaissuunnassa. Pitkittäissuunnassa puu elää huomattavasti vähemmän, kuin poikittaissuunnassa. Poikittaissuunnassa puuta käytettäessä on syytä huomioida edellä mainittu seikka jo suunnitteluvaiheessa.

Puun kosteuspitoisuus ilmoitetaan prosentteina puussa olevan veden painon suhdetta puun absoluuttiseen kuivapainoon. Tuoreen havupuun kosteuspitoisuus on noin 30 %. Mikäli puuta kuivataan erilaisilla kuivausmenetelmillä, kunnes puun kosteusprosentti on alle 20 %, puu on yleensä turvassa Lahottajasieniltä, homeilta ja muilta biologisilta tuhoilaisilta.

Ulkotiloissa ilmakuivattu puu on kosteuspitoisuudeltaan 15–25 %. Kosteusprosentti on suoraan verrannollinen ulkoilman suhteelliseen kosteuteen (Kuva 7). Haluttaessa puutavaran kosteuspitoisuus alle 15 %:n on puutavara keinokuivattava. Keinokuivausmenetelmiä on kanavakuivaus, kamarikuivaus, kuumakuivaus, lauhdekuivaus ja alipainekuivaus. Keinokuivaus menetelmistä tehokkain ja yleisin on jatkuvatoiminen kanavakuivaus. Kuivausmenetelmää valittaessa mietitään puutavaran käyttökohdetta ja puutavaran asettamien laatuvaatimusten mukaan. Menetelmän valinta vaikuttaa lopputuloksen laatuun oleellisesti mm. halkeiluun ja kieroutumiseen yms. Kuivatuksen jälkeen on tärkeää huolehtia siitä, että puutavaran kosteus ei pääse paljoakaan muuttumaan varastoinnin, kuljetuksen ja asennuksen aikana työkohteen suositellusta arvosta.

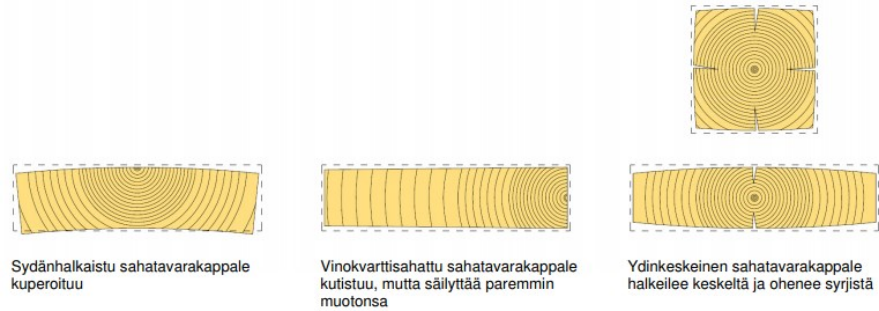


Kuva 7. Puutavaran tasapainokosteuden riippuvuus lämpötilasta ja ilman suhteellisesta kosteudesta. (Puuinfo.fi)

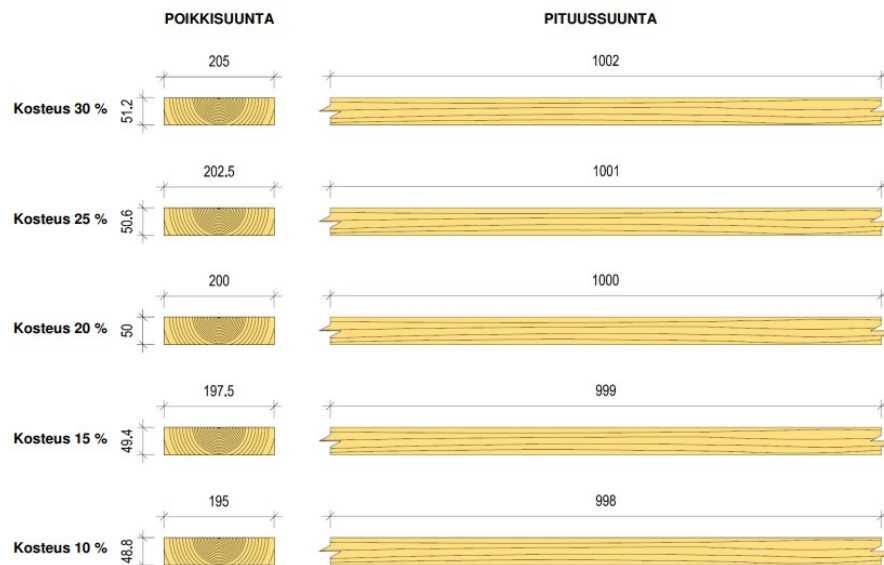
Kuivaaminen vaikuttaa sahatavaran ominaisuuksiin monin eri tavoin. Sahatavarakappale kutistuu, muoto muuttuu, saattaa tulla pintahalkeamia (Kuva 8). Lujuus ja jäykkyysominaisuudet kasvavat puun kuivessa puulle ominaiseen tapaan. Taulukossa 2 esitetyillä arvoilla voidaan määrittää keskimäärin sahatavarakappaleen muodonmuutosten suuruus. Ponttilaudoituksia tai liitoksia tehtäessä on huomioitava ja ennakoitava mahdolliset tulevat kosteusmuodonmuutokset, koska poikkeileikkauksen mittamuutokset voivat olla useita millimetrejä (Kuva 9).

SAHATAVARAKAPPALEEN KOSTEUSPITOISUUDEN MUUTOS	SAHATAVARAKAPPALEEN POIKKILEIKKAUKSEN MITTAMUUTOKSET	SAHATAVARAKAPPALEEN PITUUDEN MITTAMUUTOS
1 % - yksikkö	0,25 %	0,02 %

Taulukko 2. Ohjeelliset arvot havupuusahatavaran kosteusmuodonmuutosten määrittämiseen. (Puuinfo.fi)



Kuva 8. Esimerkkejä sahatavarakappaleen kuivumisen aiheuttamista poikkileikkauksen muodonmuutoksista. (Puuinfo.fi)



Kuva 9. Esimerkkejä sahatavarakappaleen mittamuutoksista puun kosteuspitoisuuden muuttuessa mitat mm. (Puuinfo.fi)

Lämmöneristeet:

Eristevilla

Eristevilloja valmistetaan puu-, puuvilla-, kivi-, öljypohjaisista kuitumateriaaleista ja niihin lisätyistä erilaisista aineista. Eristevilloja on kovina ja pehmeinä levyinä, puhallettavana levitettäviä, erilaisina muotoon puristettuina komponentteina. Mineraalivillat ovat ilmaa läpäiseviä, mikä vaikuttaa rakenneperiaatteeseen. Mineraalivilla vaatii ilmatii- viyttä, että sisäilman sisältämä kosteus ei pääse rakenteisiin ja pääse tiivistymään rakenteisiin ja näin aiheuttamaan mikrobikasvua rakenteissa. Yleensä rakennuksen ulkovaipan sisäpinnalle asennetaan höyrynsulkumuovi estämään kosteuden siirtyminen eristetilaan. Höyrynsulkumuovi asennetaan huolellisesti välttämättä ilmataskuja muovikalvon ja eristeen välissä, höyrynsulun liitokset ja kaikki läpiviennit teipataan ilmaa läpäisemättömäksi.

EPS- ja XPS – eristeet

EPS- ja XPS-eristeet ovat öljypohjaisia eristeitä, EPS-eristeet paisutettua polystyreeniä, XPS-eristeet suulakepuristettua polystyreeniä. EPS-eristeiden rakenne läpäisee enemmän ilmaa ja vesihöyryä, tästä syystä EPS-eristeet vettyvät vaativissa oloissa helpommin kuin XPS-levyt. XPS-levyt estävät kapillaarisen veden nousun mm. maanvaraisissa laatoissa. XPS-levyjä voidaan käyttää myös höyrynsulkuna, saumakohtat täytyy tiivistää vaahdottamalla ja on hyvä varmistaa vielä sauma teippaamalla se kyseiseen tarkoitukseen sopivalla teipillä.

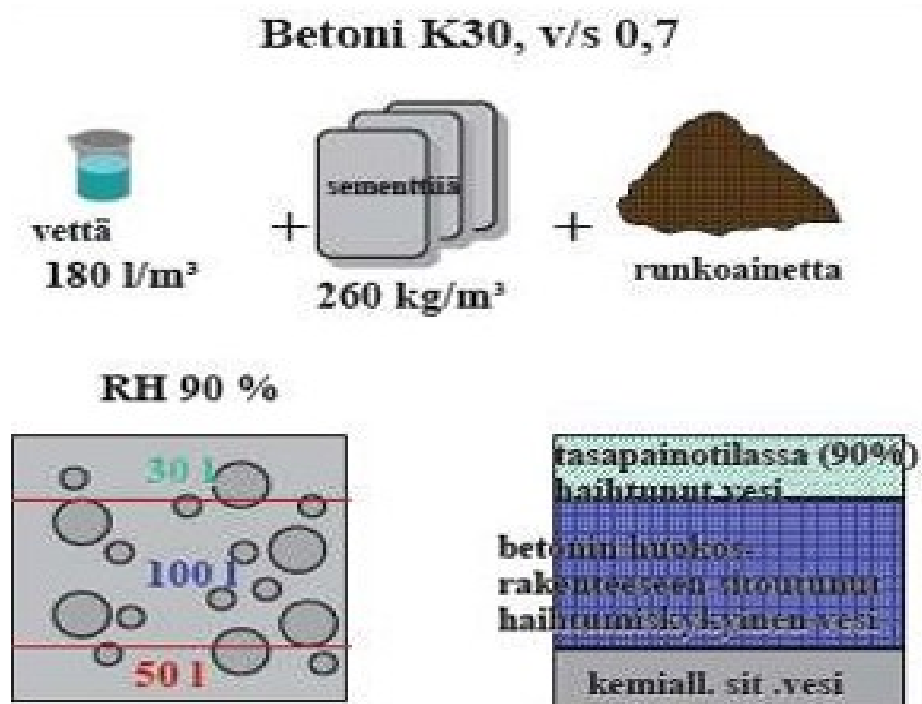
Polyuretaani ja uretaanilevyt

Polyuretaani lämmöneristeitä ovat uretaanilevyt PIR, PU ja PUR. Ure- taani lämmöneristeitä pinnoitetaan eri käyttötarkoituksiin sopiviksi. Pinnoitteita on mm. alumiinipaperi, bitumihuopa, kivilevy ja kipsilevy. Polyuretaanilevyillä saadaan saumat höyry- ja ilmatiiviiksi vaahdotta- malla ja teippaamalla saumat alumiini- tai höyrynsulkuteipillä. Alumii- nipaperilla pinnoitettua uretaanilevyä käytetään mm. saunan seinissä.

Betoni

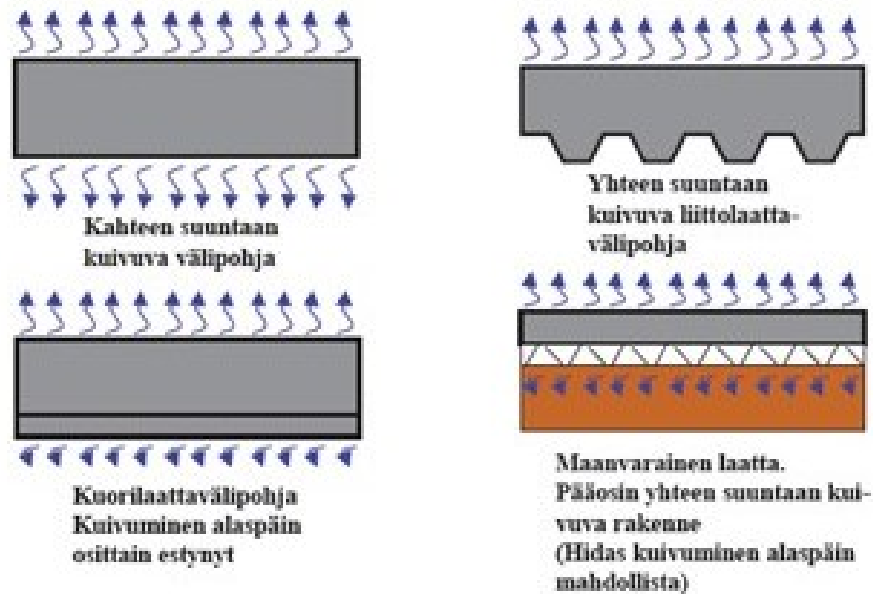
Rakennusvaiheessa betonirakeenteet voivat sisältää paljon kosteutta. Betonin kosteus rakennusaikana on peräisin betonin valmistamisen yh- teydessä lisätystä vedestä ja betonin mahdollisesta kastumisesta (Kuva 10). Yleensä rakennusaikaisella kosteudella ei ole rakenteelle haittaa,

ellei kostea betoni ole kosketuksissa muihin kosteusvaurio herkkiin materiaaleihin. Betonirakenteen kuivumisnopeuteen vaikuttaa betonilaatu, rakenteen paksuus, kuivumissuunnat sekä kuivumisolosuhteet. Olosuhteiden vaikutus betonin kuivumisnopeuteen muodostuu ympäristön lämpötilasta, suhteellisesta kosteudesta ja ilmavirroista jotka vaikuttavat siihen, miten nopeasti rakenteen pinnalla oleva kosteus haihtuu ja rakenteen sisällä oleva kosteus pääsee siirtymään pintaan. Kuivuminen nopeutuu ja sementti hydratoituu sitä nopeammin, mitä korkeampi betonin lämpötila ja kosteus ovat. Kuivumista tapahtuu niin kauan, että betonin huokosten ilmatilan suhteellinen kosteus on sama kuin ympäröivän ilman suhteellinen kosteus. Kuivuessaan betoni kutistuu, jonka seurauksena betoniin voi tulla pieniä hiushalkeamia. Halkeamien syntymistä voidaan yrittää vähentää betonin hyvällä jälkihoidolla.



Kuva 10. Alkuperäisen seosveden jakaantuminen betonissa K30, kun betonin huokosilman suhteellinen kosteus (RH) on 90 % (Valmisbetoni.fi)

Rakenneratkaisut vaikuttavat kuivumisnopeuteen huomattavasti. Miten paksu rakenne on, miten pitkän matkan kosteus joutuu siirtymään haihtumiskykyiseen pintaan. Kuivaako betoni ainoastaan yhteen suuntaan, silloin kuivuminen hidastuu huomattavasti. Kuvassa 11 esitetään erilaisia rakenneratkaisuja, jotka vaikuttavat oleellisesti kuivumisaikoihin.



Kuva 11. Rakennerratkaisu vaikuttaa siihen, miten pitkän matkan kosteus joutuu betonissa siirtymään päästäkseen rakenteen pintaan, josta se voi haihtua. (Valmisbetoni.fi)

5 AS OY HELSINGIN HAAPAPERHOSEN RAKENTEET

Opinnäytetyön referenssikohteena oli neljä kolmekerroksellista puukerrostaloa jotka sijaitsevat Honkasuon asuntoalueella Helsingissä. Tontille rakennettiin myös kaksi jäteketosta, kaksi pyöräkatosta ja kaksi ulkoiluvälinevarastoa. Kerrostalojen maanrakennustyöt aloitettiin joulukuussa 2016 ja luovutettiin asumiskäyttöön lokakuun lopussa 2017. Itse olin työmaalla avustavana rakennusmestarina maaliskuusta 2017 lähtien, eli en ollut rakennusten perustamisvaiheessa mukana. Perustukset olivat valmiina minun aloittaessa työmaalla, perustustöiden osalta tutkin kuvia ja haastattelin vastaavaa mestaria perustusvaiheen töistä ja töiden etenemisestä.

Kohteen rakenteet:

- Teräspaalut joiden varaan paikalle valettu sokkeli
- Hissikuulut betonielementeistä, seinämät 150 mm
- Alapohja 200 mm:n ontelolaatoista, 200 mm EPS, 100 mm maakoosta betonilaatta
- Kantavat ulkoseinät puuelementeistä
- Parvekkeet puuelementeistä

- Huoneistojen väliset seinät puuelementeistä (myöhemmin HVS)
- Välipohjat puuelementeistä, askeläänieriste, kipsivalu.
- Liimapuu rappuset luhtikäytävässä
- Katto ristikkorakenteella, harjakatto, vesikatteena konesaumapeltikate

5.1 Maapohjatutkimus

Maapohjatutkimuksen teki XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX Oy, kotipaikka Vantaa.

Maapohjatutkimus sisälsi painokairaukset 24 eri pisteestä, rakennuspaikan vaaituksen, maanäytteiden oton, näytesarjat kolmelta tutkimuspisteeltä sekä pohjavedenpinnan mittauksen kahdesta työnaikaisesta pohjavesiputkesta. Kolmelta kairauspisteeltä oli otettu häiriintyneitä maanäytteitä.

Tutkimushetkellä pohjavedenpinta (tai orsivesi) oli työnaikaisista pohjavesiputkista havaittuna kahdelta eri pisteeltä mitattuna noin 0,7 m nykyisen maanpinnan alapuolella.

Painokairatutkimuksissa selvisi, että paalupituus olisi 3-7 m:n välillä.

5.2 Perustusrakenteet

Tässä kohteessa oli päädytty Ruukin teräspaaluun RR115/6,3.

Pohjarakennesuunnittelijan saatua laskettua paalupituudet ja paalukuormat oli aloitettu pohjatyöt.

Rakennuspaikalta oli pois kaikki humusmaat sekä kannot ja juuret. Sen jälkeen oli poistettu roudan löyhdyttämät perusmaan pintakerrokset ja suuret kivet. Pohja leikattiin tasoon paalutustaso – 0,3 – 0,5 m.

Leikkauksen päälle suodatinkangas, täyttö paalutustasoon murskeella # 0/32...64. Paalutustyö suoritettiin tiivistetyn murskekerroksen päältä. Kohteessa suunnittelu ei kohdannut todellisuutta, osa paaluista törmäsi kallioon jo alle 1 m:n syvyydessä, niissä kohdissa maapohja kaivettiin peruskallioon saakka, minkä jälkeen täyttö routimattomalla murskeella.

5.3 Salaojat

Salaojilla varmistetaan työmaa alueen pysyminen kuivana ja johtaa pintavedet pois sateiden aikana. Maanrakennusurakoitsija asensi salaojat

kaikkiin neljän talon ympärille ja teki täytöt siihen pisteeseen, että perustusurakoitsija pääsi tekemään oman osuutensa. Salaojat, kuten muutkin putkistot videokuvattiin lopuksi ennen viimeisiä täyttöjä. Tällä varmistettiin, että salaojat ja viemärit toimivat moitteettomasti ja ettei putkistoihin pääse muodostumaan sakkapesiä.

5.4 Sokkelit ja alapohjat

Sokkelit teki perustusurakoitsija, sokkelin paksuus alapäästä on 350 mm, 770 mm:n matkalla, mistä se kapenee 150 mm:iin nousten 1240 mm:iin saakka. RR-paalut on katkaistu siten, että teräspaalun hattu tulee 200 mm sokkelin sisään. Sisäpuolelle jää eriste EPS 50 pystyyn katkaisemaan kylmäsilan. Leukapalkin leuka ontelolaatan asennusta varten jää 150 mm. Alapohjan tuuletus paalujen läpivientivaraukset laitettiin 2000 – 6300 mm:n välein sokkeliin perustussuunnittelijan kuvan mukaan.

Alaohjauspuu kiinnitetään perustuksiin HUS3-H 8 x 100 k-1200, nurkissa k-600, alaohjauspuu eristetään sokkelista sokkelikaistalla. Ontelolaattojen paksuus 200 mm:ä, minkä päälle tulee yhteensä 200 mm:ä EPS eristettä. Alaohjauspuuta vasten asennetaan SPU 30 mm pystyyn, vaahdotetaan SPU:n ja alimman koolauspuun väli estämään ilma-/lämpövuotoja. Ulkoseinäelementin HS-muovi käännetään päällimmäisen EPS-levyn alle. Pystyosalle HS-muovin suojaksi asennetaan solumuovikaista. Valetaan 100 mm:n teräsbetoni-laatta maakosteasta betonista, koska aikataulu on todella tiukka ja maakosteaa betonimassaa käytettäessä betonin kuivumisaika on lyhkäisempi ja samalla sisätiloihin tulee vähemmän kosteutta betonin hydratoituessa.

5.5 Ulkoseinät

Ulkoseinäelementit (kuva 12) tulivat valmiina XXXX:n elementtitehtaalta. Ulkoseinäelementtien paksuudet vaihtelivat 333 ja 337 mm:n välillä, riippuen ulkoseinäpaneloinnin suunnasta. Höyrynsulkumuovi sijaitsi 48 mm:n päässä sisäverhouslevyn takana. Höyrynsulkumuovien aseointi vaakakoolauksen alle mahdollistaa sähkörsioidien ja johtojen kuljetuksen sisäverhouslevyn alla, eikä HS-muoviin tarvitse tehdä läpivientejä, mistä ilmavirta ja sen mukana kosteus pääsisi rakenteen sisään.



Kuva 12. Ulkoseinäelementin asennustyöt käynnissä

5.6 Huoneistojen väliset seinät (HVS)

HVS:n paksuudet olivat 258 ja 277 mm:n välillä, riippuen palokatkoiseinän luokituksesta.

Ensimmäisen kerroksen ulkoverhouspaneeli on maalattu palosuoja- maalilla luokkaan B-s2, d0. Ulkoverhouksen koolaustilassa vaakasuunnassa palokatko profiilit 1- ja 2- sekä 2- ja 3-kerrosten välissä, mikä hidastaa mahdollisen tulipalon sattuessa paloa etenemästä ylempiin kerroksiin. Ulkoseinien sisäpintaan 1- 2 kerrosta 15 mm:n palonsuojakipsiä rakennesuunnitelman mukaan, yleisten tilojen kaikkiin ulkoseiniin ja HVS: ään 3 x 15 mm:n palkokipsilevyt.

5.7 Terassin väliseinät

Terassin väliseinäelementit tulevat samalta elementtivalmistajalta, kun muutkin puuelementit. Panelointi on maalattu palosuojamaalilla, kerrosten väliin asennettiin palokatko profiilit.

5.8 Välipohjat

Välipohjaelementit tulevat myös samalta elementtivalmistajalta. Välipohjarakenne ylhäältä alaspäin: Pintakäsittely ARK. suunnitelman mukaan, kipsivalu 30 mm, askeläänieriste Ukorex silent 30 mm, OSB-levy 18 mm, välipohjapalkit Kertopuu h=300 k400/600+ kivilla 100 mm, HS-

muovi 0,2 mm, koolaus 48 x 48 k600, akustinen jousiranka k400, 2 x palosuojakipsilevy 15 mm, pintakäsittely ARK suunnitelman mukaan.

Yleisten tilojen kattoon asennettiin 3 x 15 mm:n palosuojakipsi kiinnitettynä jousirankoihin, jako k200. Pesutilojen lattiat valettiin maakostealla betonilla.

5.9 Yläpohja ja vesikatto

Yläpohjarakenne tuli valmiilla ristikoilla, päätyihin aumaristikot. Kattokaltevuus on 1:2 sivuilla ja päädyssä 1:1. Vesikatto rakennettiin (kuva 13) kolmena lohkona aina viereisen talon alaohjauspuun päällä, viimeisen talon vesikaton rakentamista varten tehtiin matalat telineet talojen 15 ja 17 sekä 17 ja 21 väliin. Ristikot jaettiin oikeille paikoille, kiinnitettiin elementtitehtaalta tullut palokatkoseinäke ristikoiden kylkeen, päädyissä reunimmaisen ristikon kylkeen rakennettiin EI30 palokatkoseinä.



Kuva 13. Vesikaton rakentaminen käynnissä

Aluskate ja ruoteet paikoilleen, minkä jälkeen peltikattoasentaja pääsi tekemään päätypellityksen ja alun sivun pellitykseen. Toimittiin näin, koska työtapa oli kaikkein turvallisimmin, minimoitiin kattotyö, kun katto oli nostettu paikoilleen.

Vesikatto tehtiin konesaumapellistä, kaksi neljästä aumasta voitiin tehdä maassa valmiiksi (kuva 14), nopeutti työtä huomattavasti ja oli turvallista työskennellä lähes maan tasalta.



Kuva 14. Auman pellitystä maassa työskennellen

Valmiit kattoelementit nostettiin paikoilleen sääsuojakattojen pois noston jälkeen. Nostojärjestys eteni nostosuunnitelman mukaan. Ensimmäin nostettiin paikoilleen päätykattoelementit (kuva 15), lopuksi keskimäinen lohko päätykattoelementtien väliin (kuva 16).



Kuvat 15, 16. Kattoelementtien nostoja

5.10 Säsuojakatto

Kohteeseen rakennettiin säsuojakatto (kuva 17) kolmesta lohkosta. Säsuojakatto nostettiin rakennuksen päälle aina heti, kun elementti-asennukset oli saatu tehdyksi. Asennusaikataulu eteni siten, että päivässä asennettiin aina edellisen kerroksen välipohjaelementit, saman päivän aikana kaikki seinäelementit, päivän päätteeksi säsuojaristikot paikoilleen, mitkä kiinnitettiin välipohja elementteihin kuormaliinoilla.



Kuva 17. Säsuojakattojen välivarastointia työmaalla.

6 KOSTEUDEN HALLINTA TYÖMAALLA

Maarakentaminen oli alkanut joulukuussa 2016, varsinainen rakennustyö aloitettu tammikuussa 2017. Helmikuussa oli aloitettu alaohjauspuiden asennus, säsuojakaton rakentaminen, minkä jälkeen puuelementti-asennukset. Neljän talon asennusjärjestyksen määräsi nostotekninen suunnittelu. Asennusjärjestys oli talo 23,21,15 ja 17. Asennusjärjestys mahdollisti saman säsuojakaton käytön joka talossa. Lopullista vesikattoa rakennettiin samaan aikaan viereisen talon alaohjauspuiden päällä, kun elementtejä asennettiin ja aina töiden päätyttyä säsuojakatto nostettiin paikalleen. Tällä tavoin saatiin asennettua kaikkien talojen runkorakenteet kuivana paikalleen, sadepäivinä pystyttiin asennusryhmää käyttämään edellisen talon sisävalmistus töissä, koska heillä oli kirvestöistä kokonaisurakka.

Työmaalla tehdyt toimenpiteet rakenteiden kuivana pysymiseksi

Alapohja

Ontelolaattojen päälle oli ladottu EPS-eristelevyt siten, että niiden yli vedettyjen suojapeitteiden liepeet tulivat sokkelin reunojen ulkopuolelle, näin estettiin sulamisvesien päätyminen ontelolaattojen päälle ennen elementtiasennuksen alkua.

Ulkoseinät ja välipohjat

Ulkoseinä- ja HVS-elementtiasennusten jälkeen saatiin aina nostettua sääsuojakatto paikoilleen. Ulkoseinäelementeissä oli ikkunat pääosin valmiiksi asennettu ja parvekeovissa oli 2-kertainen muovikalvo, joka kalvojen rikkoutumisen jälkeen korvattiin ulkopuolelta aluskatekernillä suojatulla väliaikaisilla ovilla. Sadepäivinä asennusryhmä teki aikaisemmin pystytettyjen talojen sisäpuolen asennustöitä, näin saatiin rakenteet pysymään kuivina.

Yläpohja

Yläpohja saatiin pidettyä kuivana, koska vesikatto rakennettiin maassa osittain valmiiksi. Eristeet nostettiin paaleissa valmiin katon mukana ylös, ei tarvinnut eristeitä varastoida muutenkin ahtaalle tontille, vaan pystyttiin hoitamaan ne logistisesti oikeaan aikaan.

Lämmitys

Lämmitys aloitettiin heti, kun saatiin yläpohjaan HS-muovi ja 150 mm:n kerros lämmöneristettä. Lämmitys aloitettiin sähköpuhaltimilla siihen saakka, kunnes saatiin kaukolämpö kytkettyä. Kaukolämmön kytkemisen jälkeen peruslämmitys hoitui lämmönsiirtimillä ja tarvittaessa kohdekohtaisesti sähkölämmittimillä, esim. tasoitus ja maalaustöiden aikana. Lämpötilaa ja kosteuden kehitystä seurattiin päivittäin sisäilmasta sekä HVS:n sisäpuolelta. (Liite 1)

Kosteusmittauksen suoritti Insinööritoimisto XXXXXXXX, kotipaikka Oulu
Mittaukset suoritettiin kahdessa osassa. Talot 21 ja 23 mitattiin
13.6.2017 ja talot 15 ja 17 mittaukset 20.7.2017.

7.1 Mittaussuunnitelma ja toteutus

Kosteusmittaus oli suunniteltu tehtäväksi näytepalamenetelmällä. Asunnon 38 pesuhuoneen lattia oli valettu 3.4.2017 ja näytepalan ottamisajankohdaksi sovittiin alustavasti vko 24. Aikaa valusta näytepalan ottamiseen olisi tällöin 10 viikkoa, eli vähintäänkin riittävästi betonilattian paksuuteen nähden ja koska lattiassa käytettiin maakostea betonia. Näytepalat otettiin 13.6.2017 aamupäivällä 0,5 – 1,2 cm:n ja 1,5 - 2,0 cm:n syvyyksiltä. Näytepalat suljetaan koeputkeen mittausanturin kanssa. Koeputken suu suljetaan tarkoitukseen soveltuvalla aineella ilmatiiviiksi ja kuljetetaan lämpölaukussa toimistolle, missä stabiileissa olosuhteissa näytteen annetaan tasaantua vähintään 12 tuntia. Mittaus suoritetaan RT-kortin 14–10984 mukaan.

7.2 Mittaustarkastelu

Näytepalojen ottaminen tilaajan ilmoittaman laatan vahvuuden mukaan lasketuista syvyyksistä onnistui hyvin. Riittävä mittaustarkkuus rakenteen tarkaksi kosteustilanteeksi saavutettiin huomioiden mittapaiden kalibrointiajankohta sekä kunkin mittauksen suoritusyksityiskohdat eri syvyyksillä. Todennäköinen mittaustarkkuus kokonaisuudessaan oli noin ± 3 RH-yksikköä suuntaansa. Kokonaisvirhe koostuu mittalaitteiden ja mittaajan arvioidusta virheistä.

7.3 Mittaustulokset ja johtopäätökset

Mittaustuloksia tulee tulkita pinnoitettavan materiaalin valmistajan antamien raja-arvojen mukaan.

Tilaajan ilmoittamasta laatanvahvuudesta lasketuista syvyyksistä otettujen näytteiden perusteella laatta on pinnoituskuntoinen valittujen mittapisteiden mukaan. Kokonaisuudessaan kosteusmittausraportti As Oy Helsingin Haapaperhonen 23 as 38 on liitteenä raportin lopussa. (Liite 2)

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA KOKEMUKSIA

8.1 Johtopäätökset

Kosteudenhallinta rakennustyömaalla on laaja kokonaisuus, jossa jokaisella rakennustyömaalla työskentelevällä on oma näkemyksensä ja kokemuksensa. Osalla on vankka kokemus, toisilla vahva mielipide on se sitten kuinka väärä tai oikea, mielipide kuitenkin. Työmaalla toimiessa kaikkien siellä työskentelevien pitäisi saada puhaltamaan ”yhteen hiileen” kosteudenhallinnasta puhuttaessa ja jokaisen tulisi omalta osaltaan kiinnittää huomiota epäkohtiin ja puutteisiin mitä työmaalla esiintyy. Korjattaisiin epäkohdat tai ainakin ilmoitettaisiin niistä rakennustyömaan työnjohdolle, että asiat saataisiin sellaiseen kuntoon, kun ne työmaaolosuhteissa olisi mahdollista saada. Ajattelutavasta ei se minulle kuulu olisi päästävä eroon. Työt tehdään moneen kertaan, materiaalia ja aikaa kuluu hukkaan pienten laiminlyöntien johdosta.

Tarvikkeiden ja materiaalien suojaukseen tulisi kiinnittää huomiota jo kuljetettavien materiaalien lähtöpaikalla. Asianmukaiset suojaukset jotka pysyvät paikoillaan ja kiinni koko lastauksen, kuljetuksen ja kuorman purkamisen ajan. Siitä eteenpäin vastuu suojauksesta siirtyy työmaalle. Työmaalla tulisi nimetä joku henkilö vastaamaan rakennusmateriaalien ja rakennustarvikkeiden suojauksista. Kyseinen henkilö varmistaisi päivän päätteeksi, että materiaalit ja tarvikkeet on asianmukaisesti suojattu.

Haapaperhosentien työmaalla oli työmaa-aikainen kosteudenhallinta hyvin suunniteltu. Työmaalla rakennetut sääsuojakatot edesauttoivat kosteudenhallinnassa hyvin toteuttamaan kuivana rakentamista. Rakentamisen aikainen siirrettävä sääsuojakatto, joka oli rakennettu kolmesta osasta toimi erittäin hyvin. Sääsuojakaton nostot pois ja takaisin paikalleen onnistuivat hienosti. Seinäelementtien asennuksen ja tuenan jälkeen päivän päätteeksi nostetut sääsuojakatot suojasivat seinäelementit, ala- ja välipohjat sateilta. Päivä ja kerros eteneminen oli logistisesti hyvin suunniteltu. Aamulla sääsuojakatot pois rakennuksen päältä, välipohjaelementit ja ulkoseinäelementit paikoilleen, tuenta ja sääsuojakatto takaisin paikoilleen joka kiinnitettiin välipohjaelementteihin kuormaliinoilla alapaarten ympäri välipohjaelementtien nostolenkeihin. Samaan aikaan seuraavan talon varsinaista vesikattorakennetta tehtiin valmiiksi toisen talon sokkelin päällä. Sääsuojakatto nostettiin seuraavaksi pystytettävän talon ensimmäisen kerroksen päälle ja sääsuojakattojen tilalle nostettiin lopullinen vesikattorakenne, johon oli osittain asennettu kattopellitkin. Pellitys oli osa työturvallisuussuunnitelmaa, talon päätyjen kattokaltevuuden ollessa 1:1. Päätyaumat pystytettiin kaikki pellittämään maassa matalilta telineiltä ja peltikattourakoitsijan kehittämiltä konesaumakaton harjanteisiin kiinnitettäviltä asennus tulta.

8.2 Kokemuksia

Kokemusta tuli niin logistiikan hoitamisesta, kun nostosuunnitelmien toteutuksesta suurimpina kokonaisuuksina. Elementtien lastaus lähtöpai-
kassa oikeaan logistiseen järjestykseen vaikuttaa niin työmaan etenemi-
seen, kun elementtien hyvänä ja ehjänä pysymiseen. Ei tarvitse väliva-
rastointia ja suojausta, elementit voidaan nostaa ja asentaa suoraan pai-
kalleen.

Sääsuojaristikoita käytettäessä tulevaisuudessa opittiin, että ristikko-
jako tulee olla Max. k-600, aluskatteen asennetaan paarteiden suuntais-
esti, ei tule ristikoiden väliin poikittaissaumojia. Aluskatteen päälle 50 x
50 ristikon yläpaarteiden suuntaisesti. Syitä sääsuojaristikoiden vähäiseen
epäkäytännöllisyyteen: Aluskate "roikkui" ristikkoväleissä. Tuulella tuli
vähäisissä määrin vettä ja lunta aluskatteen limityksestä. Lumi pakkau-
tui ruoteiden yläpuolelle, ei mahtunut luistamaan ruoteiden alitse maa-
han, jouduttiin poistamaan mekaanisesti.

Pienempiä, mutta ei suinkaan vähäpätöisempiä kokemuksia tarvikkei-
den ja materiaalien suojauksesta. Materiaalit hyvin suojattu lähtökoh-
teissa, suojat rikkoutuneet kuljetuksessa, lastatessa / purkaessa kuor-
maa. Työmaalla vastaanotettaessa kiinnitettävä enemmän huomiota
tarvikkeita ja materiaaleja vastaanotettaessa minkä tyyppisistä suo-
jausta kyseiset tarvikkeet ja materiaalit tarvitsevat. Suojata ja varastoida
materiaalit ja tarvikkeet annettujen ohjeiden mukaisesti.

Tulevaisuudessa voisi perehdytyksen yhteydessä antaa myös ohjeis-
tusta kyseisen työmaan kosteudenhallinnan noudattamisesta.

LÄHTEET

Kaleva (2014). Sikla-konserni. Haettu 9.1.2017 osoitteesta <http://www.kaleva.fi/uutiset/talous/kempelelainen-sikla-tilat-osti-yli-torniolaisen-jia-tilat-oy/685513>

Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. RIL 250 – 2011. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL Ry

Rakennustieto suunnitteluohje: Rakennustyömaan sääsuojaus RATU S-1232. RL/1/helmikuu 2013/ Rakennustieto Oy © Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS 2013

Siikanen, U.(2014) *Rakennusfysiikka. Perusteet ja sovelluksia*. Helsinki: Rakennustieto Oy

Siikanen, U.(2016) *Puurakentaminen*. Helsinki: Rakennustieto Oy

HAASTATTELUT

Hyttinen, J. 2017. Siklatilat Oy. Haastattelut työmaan edistyessä 3/2017 – 10/2017

LIITTEET

Liite 1

Kosteuden ja lämpötilan seuranta talo 17

HAAPAPERHOSENTIE 17													
KOSTEUDEN JA LÄMPÖTILAN SEURANTA								SEINÄN SISÄLLÄ		SEINÄN ULKOP.		MUUTA HUOM.	
						PVM	KLO	RH %	ASTE °C	RH %	ASTE °C		
PVM	KLO	RH %	ASTE °C	RH %	ASTE °C	MUUTA HUOM.							
						23.touko	6:20	58,1	14,1	66,6	12,4		
						23.touko	15:40	58,0	15,3	46,0	16,6		
20.huhti	17:20	58,8	4,3	57,0	5,6	24.touko	12:20	60,2	14,0	65,4	14,4		
21.huhti	13:00	63,8	4,8	80,7	7,7	yöllä satanut	29.touko	6:40	65,5	15,5	83,7	15,1	yöllä vesisadetta
24.huhti	8:00	65,4	2,4	71,2	3,8		29.touko	15:45	59,1	17,1	41,9	18,5	
24.huhti	15:20	65,8	4,4	67,2	6,1		30.touko	6:30	56,9	10,0	66,3	9,0	
25.huhti	7:10	67,1	4,0	76,9	3,3	vesisade	30.touko	15:20	66,8	11,9	71,1	13,1	sadetta
25.huhti	12:10	69,5	4,3	80,6	4,5	vesisade	1.kesä	6:25	57,0	9,2	59,9	8,3	
26.huhti	7:20	71,3	3,4	84,9	2,3	yöllä räntäsade	1.kesä	15:40	59,0	9,3	63,3	9,7	Päivällä satoi
26.huhti	13:20	73,2	4,4	83,1	4,5	räntää sataa	2.kesä	6:20	58,4	8,6	56,2	7,7	
27.huhti	7:00	70,8	3,5	82,7	2,2		2.kesä	15:35	57,2	8,7	54,2	9,2	Alak.väliaik. ovias.
28.huhti	7:00	72,5	2,9	86,1	0,7	aamusumua	5.kesä	6:35	56,3	10,9	59,0	10,9	
2.touko	6:45	65,0	4,5	73,0	2,1		5.kesä	15:40	58,1	11,7	77,8	12,7	sadetta koko päivä
2.touko	15:15	62,0	9,0	42,0	12,3		6.kesä	6:40	62,7	11,7	79,4	11,1	
3.touko	6:45	55,7	7,4	53,1	6,1		6.kesä	15:20	65,5	14,0	65,2	16,4	
3.touko	15:15	54,6	9,7	34,1	12,5		7.kesä	6:35	65,6	14,0	76,7	13,2	
4.touko	6:20	53,6	7,0	54,7	4,9		8.kesä	7:30	62,1	16,1	71,2	15,5	Alkoi sataa
4.touko	14:30	54,3	8,9	42	11,1		8.kesä	15:45	66,5	15,2	84,2	15,2	Satoi koko päivän
5.touko	6:30	56,9	4,8	71,6	3,6		9.kesä	6:20	68,9	14,1	81,5	13,7	Aamulla pouta
5.touko	14:30	55,1	7,6	39,6	13		13.kesä	15:30	72,4	16,1	81,8	15,9	Satoi koko päivän
8.touko	6:40	52,4	5,7	60,3	4,7		14.kesä	6:20	70,4	14,1	68,2	13,3	Sade loppunut yöllä
8.touko	14:30	49,7	6,4	28,9	7,9		16.kesä	12:00	63,6	16,9	57,6	18,2	
9.touko	6:45	49,6	3,3	51,1	2,3		19.kesä	11:30	65,4	17,6	58,7	17,9	
9.touko	15:15	49,4	3,9	36,7	6		20.kesä	6:45	60,8	16,9	70,3	15,7	Sadetta aamuyöstä
10.touko	6:40	55,2	1,7	72,7	0,7		21.kesä	7:20	63,4	15,2	62,6	14,3	
10.touko	15:00	55,8	3,0	72,1	4,0	Lumi/räntäsade	22.kesä	6:25	62,4	15,4	61,4	15,1	
11.touko	15:00	58,0	3,3	45,6	5,7		26.kesä	13:20	67,9	14,9	69,3	15,4	Sadekuuroja
12.touko	6:45	59,4	2,4	63,5	2,8		27.kesä	6:40	67,4	15,0	72,0	14,8	Yöllä satoi
15.touko	10:10	58,0	10,2	72,9	10,0	Yöllä vesisade	28.kesä	7:10	67,0	15,0	67,2	14,7	
15.touko	15:15	58,5	10,8	49,8	12,7		28.kesä	16:15	64,8	16,2	51,4	17,3	
16.touko	6:30	51,2	5,5	55,8	3,8		29.kesä	6:25	66,6	17,5	59,0	16,2	
16.touko	15:30	52,9	9,4	43,9	12,1		3.heinä	11:20	54,5	24,8	55,2	23,9	Tasoitetyöt alku
17.touko	6:40	55,7	6,4	74,2	6,6		4.heinä	11:10	59,1	20,9	61,2	20,3	Pohjam. aloitettu
17.touko	15:30	56,1	9,5	54,8	11,2		5.heinä	14:30	60,4	20,0	65,0	20,0	Maalaus aloitettu
18.touko	7:20	62,3	10,2	88,7	9,8	Sataa vettä	6.heinä	7:30	64,3	20,1	78,2	19,8	
18.touko	15:20	62,7	11,4	81,8	12,8		7.heinä	7:20	68,5	19,0	69,3	18,8	
19.touko	7:20	70,9	11,4	9,6	11,2		7.heinä	13:50	69,3	19,7	75,4	19,1	
19.touko	13:30	68,1	13,4	75,1	17,5		10.heinä	7:20	65,4	18,5	68,2	18,3	
22.touko	6:25	59,3	13,9	61,9	13,1		10.heinä	19:12	65,8	18,8	72,5	19	
22.touko	15:30	60,1	16,4	49,9	19,3		11.heinä	6:20	67,1	19,2	72,2	19,1	
							12.heinä	7:10	78,7	21,9	73,4	22,7	Koko yön satanut

Liite 2

Kosteusmittausraportti As Oy Helsingin Haaperhonen 23 as 38.

Kosteusmittauspöytäkirja



Haaperhosentie 23 as. 38, 00410 HELSINKI

Asiakas Siklatilat Oy Kohde: KT As Oy Haapaperhonen

Osoite Haapaperhosentie 23 as. 38, 00410 HELSINKI

Tilaaaja Siklatilat/ Jarmo Hyttinen

Mittauspvm 13.6.2017 Aika 9:40-10:20

Ulkoilman lämpötila ja RH% 13,9 °C 86,0 RH % - g/m³

Sisäilman lämpötila ja RH % 21,5 °C 56,8 RH % - g/m³

Tuulen voimakkuus ja suunta 3..6 m/s suunta Lännestä

Sää Puolipilvinen

Mitattava rakenne Välipohja, yhteensuuntaan kuivuva

Betoni Maakostea

Laatan vahvuus (tilaajan ilmoittama (mm)) WC/PH: 40

Valettu ? 20 ?

Kosteusmittauslaitteet

Malli	Sarjanumero	Kalibroitu	Malli	Sarjanumero	Kalibroitu
HMP 44	B5250001 (A1)	10.8.2016	HMP 44	G1040001 (B1)	11.8.2016
HMP 44	D4620013 (A2)	10.8.2016	HMP 44	G1040002 (B2)	11.8.2016
HMP 44	D4620010 (A3)	10.8.2016	HMP 44	G1040003 (B3)	11.8.2016
HMP 44	D462 0012 (A4)	10.8.2016	HMP 44	G1040004 (B4)	11.8.2016
HMP 44	D4620009 (A5)	10.8.2016	HMP 44	G1040005 (B5)	11.8.2016
HMP 44	D4620011 (A6)	10.8.2016	HMP 44	G1040006 (B6)	11.8.2016
HMP 44	E3410012 (A7)	10.8.2016			
HMP 44	E3410013 (A8)	10.8.2016			
HMP 44	E3410011 (A9)	10.8.2016			
HMP 44	E3410014 (A10)	10.8.2016			
HMP 42	C0420015 (A11)	11.8.2016			

Näytepalamittaus

nro <u>1</u> Mittapään nro	<u>B 2</u>	nro <u>2</u> Mittapään nro	<u>B 1</u>
Näytepalan syvyys (cm)	<u>0,5-1,2</u>	Näytepalan syvyys (cm)	<u>1,5-2,0</u>
Suhteellinen kosteus (RH%)	<u>56,5</u>	Suhteellinen kosteus (RH%)	<u>58,7</u>
Absoluuttinen kosteus (g/m ³)	<u>10,3</u>	Absoluuttinen kosteus (g/m ³)	<u>10,8</u>
Lämpötila (°C)	<u>21,0</u>	Lämpötila (°C)	<u>21,0</u>
Koeputken nro	<u>39</u>	Koeputken nro	<u>36</u>
Näytepala otettu	<u>13.6.2017</u> klo. <u>10:10</u>	Näytepala otettu	<u>13.6.2017</u> klo. <u>10:18</u>
Mittaus suoritettu	<u>14.6.2017</u> klo. <u>7:26</u>	Mittaus suoritettu	<u>14.6.2017</u> klo. <u>7:27</u>
nro <u>3</u> Mittapään nro	_____	nro <u>4</u> Mittapään nro	_____
Näytepalan syvyys (cm)	_____	Näytepalan syvyys (cm)	_____
Suhteellinen kosteus (RH%)	_____	Suhteellinen kosteus (RH%)	_____
Absoluuttinen kosteus (g/m ³)	_____	Absoluuttinen kosteus (g/m ³)	_____
Lämpötila (°C)	_____	Lämpötila (°C)	_____
Koeputken nro	_____	Koeputken nro	_____
Näytepala otettu	_____ klo. _____	Näytepala otettu	_____ klo. _____
Mittaus suoritettu	_____ klo. _____	Mittaus suoritettu	_____ klo. _____
nro <u>5</u> Mittapään nro	_____	nro <u>6</u> Mittapään nro	_____
Näytepalan syvyys (cm)	_____	Näytepalan syvyys (cm)	_____
Suhteellinen kosteus (RH%)	_____	Suhteellinen kosteus (RH%)	_____
Absoluuttinen kosteus (g/m ³)	_____	Absoluuttinen kosteus (g/m ³)	_____
Lämpötila (°C)	_____	Lämpötila (°C)	_____
Koeputken nro	_____	Koeputken nro	_____
Näytepala otettu	_____ klo. _____	Näytepala otettu	_____ klo. _____
Mittaus suoritettu	_____ klo. _____	Mittaus suoritettu	_____ klo. _____

Mittalaitteiden tarkkuus

HMI 41 Näyttölaitteen aiheuttama enimmäisvirhe 20 °C:ssa

Lämpötila ±0,1 °C

Kosteus ±0,1 %RH

HMP 44 Mittapään tarkkuus 20 °C:ssa

Lämpötila ±0,4 °C

Kosteus ±2 %RH (0...90 %RH)

Kosteus ±3 %RH (90...100 %RH)

Betonin suhteellisen kosteuden mittaus näytepalamenetelmällä,

Betonilaatan suhteellinen kosteus mitataan ottamalla betonista erikseen määritellyiltä syvyyksiltä materiaalinäyte koeputkeen ja näyte viedään stabiiliin olosuhteisiin (toimistolle) ja mitataan näyteen tasaannuttua koeputkeen sen suhteellinen kosteus, näyte tulee tasaantua 20 asteeseen ± 2 astetta. Tasaantumisaika on vähintään 12 tuntia, mutta käytännössä 24 tuntia. Näyteainesta tulee olla kolmasosa putken tilavuudesta. Otettavan näyteaineen lämpötilalle ei ole rajoitetta. Näyteaines suljetaan koeputkeen ja samalla asennetaan mittausanturi ja koeputken suu tiivistetään huolella ja kuljetetaan lämpölaukussa toimistolle, jossa mittaus suoritetaan RT Kortin mukaan (RT 14-10984).

Mittaustarkkuustarkastelu

Näyteaineen ottaminen onnistui hyvin ja näyte saatiin oikeilta syvyyksiltä. Tilaajan ilmoittaman laatan vahvuuden mukaan.

Mittapäiden kalibrointijankohta ja mittausten suoritusyksityiskohdat huomioiden kullakin syvyydellä saavutettiin riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteustilanteen tarkaksi arvioimiseksi.

Mittauksen kokonaismittaustarkkuus oli siten todennäköisesti noin ± 3 RH-yksikköä.

Arvioitu kokonaisvirhe on mittaajan ja mittalaitteiden virhe.

Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Tuloksia pitää tulkita pinnoitettavan materiaalin valmistajan antamien raja-arvojen mukaan.

Mittausnäytteen otti allekirjoittanut mittaaja.

Mikäli näytteenotto syvyydet ovat oikein suhteessa laatan vahvuuteen niin laatta on pinnoituskuntoinen valittujen mittapisteiden mukaan.

Näytteiden otto syvyydet on määritelty RT Kortin mukaan (RT 14-10984).

Yleisimmät pinnoitettavuuden raja-arvot:

Pintareijän arvo pitää aina olla alle 75%.

Yleisimpien vesieriteiden raja-arvo arviointisyvyydeltä on 90% (huom. yleisimpien).

Parkettien ja laminaattien yleisin raja-arvo arviointisyvyydeltä on 85%.

Muovi-, linoleum-, tekstiili- ja kumimatot ja -laatat yleisesti pinnoitus raja-arvo arviointisyvyydeltä on < 85%.

(pinnoitettavuuden raja-arvot on tarkistettava materiaalin toimittajalta)

Oulussa 14.6.2017

