

Valtteri Vuori

Kosteudenhallinnan toimenpiteet työmaalla

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

4.5.2017

Tekijä(t) Otsikko	Valtteri Vuori Kosteudenhallinnan toimenpiteet työmaalla
Sivumäärä Aika	41 sivua + 2 liitettä 4.5.2017
Tutkinto	Rakennusmestari (AMK)
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Talonrakennustekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Jouni Ruotsalainen Työmaainsinööri Samuli Torkkola
<p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kosteudenhallinnan toimenpiteitä YIT Rakennus Oy:n toimitilayksikön työkohteissa. Työssä selvitettiin, millä toimenpiteillä kosteutta hallitaan eri työmailla ja ovatko ratkaisut sellaisia, joita voitaisiin jakaa eri työmaiden välillä.</p> <p>Kosteudenhallinnan toteuttamisessa tulee ymmärtää kosteuden merkitys ja siihen vaikuttavat tekijät. Kosteudenhallinnan tulisi olla kaikkien työmaalla työskentelevien yhteinen asia. Ennen työskentelyä tulisi varmistaa, että kaikilla on riittävät perustiedot kosteudenhallinnasta.</p> <p>Eri säädökset ohjaavat rakentamista ja ne antavat tietyn vaatimustason jota tulee vähintään noudattaa. Säädöksillä pyritään siihen, että rakennuksista tulee laadukkaita, pitkäikäisiä, terveellisiä ja turvallisia asua. Kaupunkien rakennusvalvonnat voivat asettaa vielä omia vaatimuksiaan säädösten lisäksi.</p> <p>Työn lopputuloksena saatiin kuvaus, miten kosteudenhallintatyö on toteutettu. Kosteudenhallintaa voidaan toteuttaa erilaisilla välineillä ja työmenetelmillä. Kosteudenhallintavälineitä voidaan hyödyntää parhaiten silloin, kun niiden ominaisuudet tunnetaan. Laitteet tulee valita käyttöolosuhteiden mukaan. Laitteiden lisäksi on myös erilaisia teknisiä ratkaisuja. Työmailla on kehitetty kohteiden mukaan hyviä toimintatapoja ja tekniikoita, joilla saadaan yksinkertaisilla keinoilla parannettua kohteen kosteudenhallintaa.</p> <p>Kokonaisuudessaan kosteudenhallinta on tällä hetkellä erittäin hyvällä tasolla. Oman laadunvarmistuksen ja rakennusvalvonnan ohjeilla saadaan riskiratkaisujen määrää vähennettyä. Kosteudenhallintaa suunnitellaan nykyään yhä enemmän ja suunnitelmien tarkalla noudattamisella saavutetaan laadukkaita ja pitkäikäisiä rakennuksia.</p>	
Avainsanat	kosteudenhallinta, kosteus, laatu

Author(s) Title	Valtteri Vuori Moisture management measures at a construction site
Number of Pages Date	41 pages + 2 appendices 4 May 2017
Degree	Bachelor of Construction Site Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	Building Construction
Instructor(s)	Jouni Ruotsalainen, Senior Lecturer Samuli Torkkola, Site Engineer
<p>The purpose of this thesis was to study measures of moisture control. The thesis was commissioned by YIT Construction Ltd. and conducted in the company's Business Premises Unit. The aim was to ascertain how moisture conditions were managed and whether the solution should be shared between work sites.</p> <p>To effectively control moisture, one must know the basics of moisture and its behavior. Moisture controlling should be a common issue at in work sites. Everyone should know the basics of moisture. The basics can be taught, for example, during work site orientation.</p> <p>There are different regulations that must be obeyed in the construction site. The regulations aim to maintain high quality and long-lasting buildings. There can be more regulations made by construction supervision departments.</p> <p>The results showed that control over moisture can be achieved with different tools and techniques. Moisture controlling tools can be exploited in the best way when the features are well known. Technique and tools should be chosen according to the conditions at the site. There are many technical solutions that are fast and easy to accomplish.</p> <p>Altogether moisture controlling is at a very good level. The company's own quality control and official supervision remove risks. Moisture control is very well planned nowadays. Complying with the plans develop a high quality and long-lasting buildings.</p>	
Keywords	moisture control, moisture, quality

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tausta ja tavoite	1
1.2	Työn toteutus	1
2	Kosteudenhallinnan perusteet	2
2.1	Kosteudenhallinta	2
2.2	Vesi	3
2.2.1	Lumi	3
2.3	Ilman kosteus	3
2.3.1	Suhteellinen kosteus	4
2.3.2	Kyllästyskosteus	4
2.3.3	Kastepiste	4
2.3.4	Kosteussisältö ja absoluuttinen kosteus	4
2.3.5	Sisäilman kosteus	6
2.4	Miten kosteus ja vesi liikkuvat	6
2.4.1	Painovoima	6
2.4.2	Kapillaarisuus	6
2.4.3	Diffuusio ja konvektio	7
2.5	Vuodenaikojen vaikutus kosteuteen	9
3	Rakentamista ohjaavia normeja	11
3.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä asetus	11
3.2	Suomen rakentamismääräyskokoelma	11
3.3	Kuluttajansuoja- ja asuntokauppalaki	12
3.4	Terveysturvallisuuslainsäädäntö	13
3.5	Rakennusvalvonnan ohjeita	14
3.5.1	Kuivaketju 10	15
4	Työmaan olosuhdehallinta	17
4.1	Rakennuksen lämmitys ja tuuletus	17
4.1.1	Lämmittimet	19
4.1.2	Ilmanvaihto	23
4.1.3	Puhaltimet	24
4.2	Ilmankuivaimet	26

4.3	Vesienhallinta	28
4.3.1	Sekoituspiste	28
4.3.2	Väliaikaiset viemäriinjat	29
4.3.3	Suojakatos	30
4.3.4	Sääsuojaus	31
4.3.5	Vesi-imuri	32
4.3.6	Otsarakenteiden suojaus	33
4.3.7	Kosteudenhallintakierros ja kosteudenhallintaraportti	33
5	Haastattelujen tulokset	35
6	Johtopäätökset	37
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Haastattelukysymykset	
	Liite 2. Kosteudenhallinnan kuukausiraportti	

Lyhenteet ja määritelmät

RH	Suhteellinen ilmankosteus, englanninkielisestä sanasta Relative Humidity.
TR-kierros	Työturvallisuuskierros, jossa mitataan työmaan turvallisuustasoa.
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
Mooli	Mittayksikkö perussuureelle ainemäärä.
Moolimassa	Se massa, joka on yhdellä moolilla atomeita tai molekyyliä.
Absoluuttinen kosteus	Todellinen vesimäärä mitä ilmassa on.
Diffuusio	Kaasuseoksien tasoittuminen paine-erojen välityksellä.
Konvektio	Kaasujen liikkuminen ilmavirtauksien mukana.
Hygroσκοoppisuus	Materiaalin kyky ottaa vastaan ja luovuttaa kosteutta.

1 Johdanto

1.1 Tausta ja tavoite

Laadunvarmistuksen yksi keskeisimmistä kokonaisuuksista on kosteudenhallinta. Rakentamisaikojen lyhentäminen ja kiristyneet vaatimukset tekevät kosteudenhallinnan osaamisesta entistä tärkeämpää. Mediassa on lähes jatkuvasti uutisia erilaisista kosteuden aiheuttamista ongelmista. Uusia rakennuksia rakennettaessa kuivaketjujen tulisi toimia mahdollisimman saumattomasti, mutta useiden eri urakoitsijoiden kanssa rajapintojen löytyminen saattaa olla haastavaa. Kosteudenhallinta on erittäin laaja kokonaisuus ja sen ymmärtäminen ei ole kaikista yksinkertaisin asia. Siihen liittyy monia eri tekijöitä ja avainsana kosteudenhallinnassa on olosuhdehallinta. Olosuhteita voidaan hallita, jos ymmärretään, miten olosuhdehallinta toteutetaan ja tunnistetaan olosuhteet, joita hallitaan.

Opinnäytetyö tehdään YIT Rakennus Oy:n toimitilayksikölle. Toimitilayksikössä haluttiin selvittää, miten heidän työmaillaan kosteudenhallintaa konkreettisesti toteutetaan. Vaikka yrityksellä on yhteiset käytännöt, niin tekijöitä ja toteutustapoja on erilaisia sekä erilaiset toimitilakohteet asettavat omia haasteita yhteisten käytäntöjen jalkauttamiseen. Työn tarkoituksena on kerätä erilaiset hyväksi todetut ratkaisut ja menetelmät yhteen, koska kaikki tiedot eivät välttämättä liiku työmaiden välillä. Työssä myös tutkitaan, mitä vaatimuksia pääkaupunkiseudun kaupungeilla on kosteudenhallinnasta.

1.2 Työn toteutus

Työ toteutettiin tutustumalla rakennusfysiikkaan, rakennusalan kirjallisuuteen ja normeihin sekä ohjeisiin, jotka säätelevät rakentamista. Työmaakäyntejä tehtiin kolmelle eri työmaalle, sekä tietolähteenä käytettiin yhtä edellistä jo valmistunutta kohdetta. Työmaakäynneillä selvitettiin, miten kosteudenhallinta on toteutettu sekä haastateltiin työnjohtoa kosteudenhallintaan liittyvistä asioista. Tutkimustapana käytettiin kvalitatiivista tutkimusta. Kvalitatiivinen tutkimus on laadullista tutkimusta, jonka avulla pyritään ymmärtämään laadun ja ominaisuuksien merkityksiä kokonaisvaltaisesti. Tutkimusmenetelmä tutkimuksessa oli haastattelu.

2 Kosteudenhallinnan perusteet

2.1 Kosteudenhallinta

Kosteudenhallinnalla tarkoitetaan veden ja sen eri olomuotojen liikkumisen hallitsemista rakennuksessa ja rakenteissa. Kosteudenhallinta mielletään usein vain työmailla tehtäviksi toimenpiteiksi, joilla estetään rakenteiden kastuminen tai varmistetaan työvaiheen toteutuminen. Kosteudenhallintaan tulee panostaa jo suunnitteluvaiheessa, kun tiedetään rakennuksen käyttötapa, sijainti ja olosuhteet. Silloin päätetään mitä rakenteita ja materiaaleja kyseisessä rakennuksessa kannattaa käyttää. Suunnitteluvaiheessa voidaan ottaa kantaa eri ratkaisuihin ja vähentää riskirakenteiden syntymistä etukäteen, jolloin saadaan rakennettua laadukkaampia rakennuksia, joilla on pitkä elinkaari. Laadunvarmistuksen perusajatuksena toimiikin ennakoiva ja kokonaisvaltainen suunnittelutyö. Rakennushankkeissa aika on rahaa ja rakennusten valmistumisesta pyritään tekemään mahdollisimman kustannustehokasta. Nopea valmistuminen ei aina välttämättä ole kaikista taloudellisinta, koska rakenteiden toteuttaminen vaatii paljon lisäresursseja, tai materiaaleja vaihdetaan toisiin niiden ominaisuuksien takia.

Rakennus kohtaa kosteusrasitusta molemmista suunnista, niin sisältä kuin ulkoakin. Siksi jokaisessa työvaiheessa tulee miettiä, millaisia mahdollisia kosteusriskejä on kohdattavissa. Aina, kun aloitetaan uusi hanke, tehdään siitä kosteudenhallintasuunnitelma, se on yksi laadunvarmistuksen keino ja rakennusvalvonta vaatii myös usein sen rakennuslupahakemuksen yhteydessä. Kosteudenhallintasuunnitelmassa käydään läpi eri työvaiheiden riskejä ja niihin varautumista sekä niiden poistamista. Jokaisessa suunnitelmaan merkityssä kohdassa on vastuuhenkilö, joka vastaa suunnitelmissa olevista asioista ja kuittaa ne hoidetuiksi, kun työvaihe on valmis. Toimenpiteinä voi olla esimerkiksi suojaus, toimintajärjestys tai pöytäkirjan teko jostain työvaiheesta.

Työmaalle nimetään henkilö, joka vastaa kosteudenhallintasuunnitelman toteutumisesta. Hän tarkkailee, että työvaiheissa noudatetaan suunnitelmien mukaisia toimenpiteitä ja pitävät huolta työmaan yleisestä kosteudenhallinnasta. Kosteudenhallintaa voi jatkuvasti kehittää ja löytää uusia innovatiivisia ratkaisuja esimerkiksi sadevesien ohjaamiseen ja poistoon.

2.2 Vesi

Suomen säätiloissa ja olosuhteissa vettä tavataan kaikissa sen olomuodoissa eli kiinteänä, nesteinä ja höyrynä. Vesi, jää ja vesihöyry ovat kaikkien tuntemat olomuodot ja rakennuksia pyritään suojaamaan niitä vastaan. Vuodenajoilla on suuri merkitys, missä olomuodossa vettä esiintyy eniten. Sitä voi olla samaan aikaan, myös kaikissa sen olomuodoissa. Vettä, jäätä ja lunta vastaan on helpompi suojautua, ne ovat näkyviä ja helposti havaittavissa olevia aineita.

Kaikki rakenteet vedenpinnan yläpuolella ovat kosketuksissa ilman ja siinä olevan kosteuden kanssa. Kosteutta sisältävää ilmaa on sisäilma, ulkoilma ja maan huokosissa olevan ilma. Myös huokoisissa rakenteissa ja rakennusaineissa on ilmaa. Ilmassa olevan vesihöyryn huomaaminen on haastavampaa, koska se ei välttämättä näy tai tunnu millään tapaa. Siksi täytyykin tiedostaa, että myös sitä vastaan täytyy suojautua ja vesihöyryn määrää ilmassa tulee tarkkailla. [1.s.43.]

2.2.1 Lumi

Talvella kaikki rakennuksessa oleva lumi ja jää tulisi poistaa mekaanisesti eikä antaa sen sulaa tai sulattaa sitä. Mitä tiiviimpää lumi on, sitä enemmän vettä siitä tulee. Esimerkiksi, jos holvin koko on 100 m^2 ja sinne on satanut uutta lunta 5 senttimetriä. Se on kuutioissa 5 m^3 uutta lunta. Jos koko määrä lunta sulatettaisiin, siitä tulisi 500 litraa vettä, joka valuisi alempiin kerroksiin, tai imeytyy rakenteisiin. Tämän vuoksi kaikki lumi tulisi poistaa mahdollisimman nopeasti, ennenkö se ehtii sulamaan tai sitä on niin paljon, että se vaikeuttaa työntekoa. Mekaanisia lumen ja jään poistotapoja on esimerkiksi kolaaminen, auraaminen, hakkaaminen, harjaaminen tai puhaltaminen. Pidempiaikaisissa kohteissa, joissa täytyy jatkuvasti poistaa lunta, on hyvä harkita väliaikaisen sääsuojan tekemistä. Se vähentää lumen poistamiseen kuluvaa aikaa, ja työn tehokkuus pysyy ennallaan. Sääsuoja parantaa myös työturvallisuutta ja lisää työn mielekkyyttä. [20.25.]

2.3 Ilman kosteus

Ilmassa oleva kosteus on kahden kaasun eli ilman ja vesihöyryn seos. Kuiva ilma on raskaampaa kuin vesihöyry, sen moolimassa on $28,96 \text{ kg/mol}$ kun taas vesihöyryn

moolimassa on 18,02 kg/mol. Ilma siis kevenee, mitä enemmän siinä on vesihöyryä eli kosteutta. Ilman lämpötila määrittelee, kuinka paljon se pystyy pidättämään vesihöyryä itseensä. Kosteuden määrää ilmassa ilmaistaan usealla eri suurella, siksi on hyvä tiedostaa, mitä suureen tarkoittama määrä tarkoittaa. [1.s.43.]

2.3.1 Suhteellinen kosteus

Suhteellinen kosteus eli RH on yleisin kosteuden suure. Se ilmoittaa prosenttilukuna, kuinka paljon ilmassa on vesihöyryä suhteessa siihen, miten paljon kyseisen lämpötilan ilmassa voi enimmillään olla vesihöyryä. Tämän suuren arvo muuttuu siis ilman lämpötilan mukaan tai ilmassa olevan vesimäärään mukaan. [2.]

2.3.2 Kyllästyskosteus

Kyllästyskosteus kertoo, miten paljon vesihöyryä ilmassa voi olla missäkin lämpötilassa. Eli lämpötilan mukaan, ilma voi sitoa itseensä eri määriä vettä (Taulukko 1.). Jos ilmaan haihdutetaan vettä yli sen kyllästyskosteuden, vesi alkaa tiivistyä pisaroiksi. Höyry tiivistyy myös pisaroiksi silloin, jos sen lämpötila jäähtyy, koska se ei pysty enää sitomaan niin paljoa kosteutta itseensä. Kyllästyskosteuden yksikkönä on g/m^3 [2.]

2.3.3 Kastepiste

Jotta höyry alkaisi tiivistyä vedeksi, sen tarvitsee jäähtyä kastepistelämpötilaan eli kastepisteeseen. Ilman lämpötila vaikuttaa siihen, missä kastepisteen raja kulkee (Taulukko 1.). Kastepisteen raja on sama kuin kyllästyspiste. Ilmiö on havaittavissa esimerkiksi jäähdytysputkien pinnoilla, lämmin ilma jäähtyy putken ympärillä, jolloin se menettää kykyä sitoa vettä ja höyry tiivistyy putken pinnalle vedeksi. [2.]

2.3.4 Kosteussisältö ja absoluuttinen kosteus

Kosteussisältö ja absoluuttinen kosteus ilmoittavat ilmassa olevan kosteuden massan. Kosteussisältö ilmoittaa, kuinka paljon ilmassa on vettä per painoyksikkö eli g/kg. Absoluuttinen kosteus kertoo, miten paljon ilmassa on vettä per tilavuus eli g/m^3 . Yleensä käytetty tapa on ilmoittaa absoluuttinen kosteus. [2.]

Esimerkkinä voidaan vertailla kahta eri lämpötilaa, joiden suhteellinen kosteus on eri. Valitaan lämpötiloiksi -2°C jonka $\text{RH}=80\%$ sekä 15°C jonka $\text{RH}=40\%$. Taulukosta 1. saadaan kyllästyskosteudet molemmille lämpötiloille. Lämpötilan -2°C kyllästyskosteus on $4,19\text{ g/m}^3$ ja 15°C on $12,86\text{ g/m}^3$.

Ratkaistaan suhteellisen kosteuden kaavan (Kaava 1) avulla, kuinka paljon kosteutta molemmissa lämpötiloissa on. Vastaukseksi saadaan, että kylmässä ilmassa (Kaava 2) on vähemmän kosteutta, kuin lämpimässä (Kaava 3). Suhteellisen kosteuden lukema ei siis kerro suoraan, kuinka paljon ilmamäärän kosteussisältö on, jos ei tiedetä lämpötilaa, missä kosteusprosentti on mitattu.

$$RH = \frac{v}{v_k} \quad (1)$$

$$v_{t=-2^{\circ}\text{C}} = 0,8 \times 4,19\text{ g/m}^3 = 3,35\text{ g/m}^3 \quad (2)$$

$$v_{t=15^{\circ}\text{C}} = 0,4 \times 12,86\text{ g/m}^3 = 5,14\text{ g/m}^3 \quad (3)$$

Taulukko 1. Ilman ominaisuuksia normaalissa ilmakehän paineessa. [1.s.44]

t °C	v_k g/m ³	p_k Pa	t °C	v_k g/m ³	p_k Pa	t °C	v_k g/m ³	p_k Pa
-20	0,87	102	14	12,10	1602	48	75,67	11207
-19	0,95	111	15	12,86	1708	49	79,33	11786
-18	1,04	122	16	13,65	1820	50	83,14	12390
-17	1,14	135	17	14,49	1939	51	87,10	13020
-16	1,25	149	18	15,37	2064	52	91,21	13677
-15	1,38	164	19	16,30	2197	53	95,48	14362
-14	1,52	181	20	17,28	2337	54	99,92	15075
-13	1,67	200	21	18,31	2484	55	104,5	15818
-12	1,83	221	22	19,40	2640	56	109,3	16592
-11	2,01	242	23	20,54	2805	57	114,2	17397
-10	2,20	266	24	21,74	2979	58	119,4	18234
-9	2,40	292	25	23,00	3162	59	124,7	19105
-8	2,61	319	26	24,32	3355	60	130,2	20010
-7	2,84	348	27	25,71	3559	61	135,9	20951
-6	3,08	379	28	27,17	3773	62	141,9	21928
-5	3,33	412	29	28,70	3999	63	143,0	22943
-4	3,60	447	30	30,31	4237	64	154,3	23997
-3	3,89	485	31	31,99	4487	65	160,9	25090
-2	4,19	524	32	33,75	4750	66	167,7	26224
-1	4,51	566	33	35,60	5027	67	174,7	27401
0	4,85	611	34	37,54	5317	68	181,9	28620
1	5,21	658	35	39,58	5622	69	189,4	29884
2	5,58	708	36	41,68	5940	70	197,1	31194
3	5,98	762	37	43,89	6278	71	205,1	32551
4	6,40	818	38	46,21	6631	72	213,3	33956
5	6,84	878	39	48,63	7000	73	221,8	35410
6	7,31	941	40	51,16	7388	74	230,6	36915
7	7,80	1008	41	53,79	7793	75	239,6	38471
8	8,32	1079	42	56,54	8218	76	248,9	40082
9	8,87	1154	43	59,41	8663	77	258,5	41747
10	9,45	1234	44	62,40	9127	78	268,4	43468
11	10,06	1318	45	65,52	9614	79	278,6	45247
12	10,71	1408	46	68,77	10122	80	289,1	47084
13	11,38	1502	47	72,15	10653			

2.3.5 Sisäilman kosteus

Sisäilmalle sopiva suhteellinen kosteus on 25-45%. Tällä vaihteluvälillä kasvustojen, mikrobien ja eliöiden lisääntymiselle on pieni riski. Jos arvot ylitetään, se luo paremmat kasvuolosuhteet. Arvojen alittaminen lisää pölyisyyden tunnetta sekä lisää ilman kemiallisia epäpuhtauksia. Rakennusvaiheessa rakenteissa oleva ylimääräinen kosteus tulisikin siis poistaa mahdollisimman tehokkaasti, jotta rakennuksen valmistuessa sisäilman laatu olisi terveellinen ja turvallinen. [31.]

2.4 Miten kosteus ja vesi liikkuvat

Vesi ja sen eri olomuodot kykenevät liikkumaan kaikkiin eri suuntiin, sekä rakenteiden läpi. Siksi kosteudenhallinnan tulee olla huolellista ja johdonmukaista. Kosteudenhallintamenetelmiä valittaessa tulee olla huolellinen ja tunnistaa se, mitä ollaan tekemässä ja miksi. Kosteuden liikkumisen suunta täytyy tunnistaa jotta, voitaisiin valita oikea menetelmä sen torjumiseen.

2.4.1 Painovoima

Vesi liikkuu painovoiman vaikutuksesta alaspäin. Matkalla voi olla vinoja pintoja ja siitä voi ilmetä sivuttaista liikettä, mutta suunta on silti alaspäin. Suuri osa rakennusten kosteusteknisestä toiminnasta perustuu siihen, että vesi siirtyy painovoimaisesti. Tätä painovoimaista siirtymistä esiintyy toivotusti katolla, räystäskouruissa, kaatolattioilla ja viemäriputkistoissa. Ei toivottua siirtymistä voi tapahtua, raoissa, saumoissa ja halkeamissa. [3.]

2.4.2 Kapillaarisuus

Veden toinen siirtymistapa on kapillaarinen siirtyminen. Kapillaari-ilmiö toimii pääsääntöisesti veden pintajännitysvoimien aiheuttaman huokosalipaineen vaikutuksesta. Jotta vesi siirtyisi kapillaarisesti materiaaliin, se vaatii suoran kosketuksen veteen tai toiseen materiaaliin, joka on kapillaarisella kosteusalueella. Kapillaarisuuden avulla vesi voi siirtyä kaikkiin suuntiin. Kapillaarisuus muodostuu yleensä huokosalipaineen ja maan vetovoiman välille. Vesi pystyy nousemaan kapillaarisesti niin kauan, kunnes maan vetovoiman suuruus kasvaa korkeammaksi,

mikä pysäyttää nousun. Tämä tasapainotilanne saavutetaan esimerkiksi karkeista maalajeista tehdyissä salaojakerroksissa. [3.]

Kosteustasapainoon voi vaikuttaa, myös rakenteessa olevan ilmankosteuden määrä. Mitä kosteammassa ilmassa rakenne on, sitä korkeammalle vesi voi kapillaarisesti nousta, koska kosteus ei haihdu rakenteesta yhtä helposti. Rakenteiden poikkipinta-ala vaikuttaa kapillaarisen kosteuden siirtymiseen. Mitä paksumpi rakenne on, sitä enemmän se pystyy siirtämään kosteutta. Eri materiaaleilla on erilainen kyky siirtää kosteutta kapillaarisesti. Se riippuu materiaalin huokoisuudesta, mitä huokoisempi materiaali sitä enemmän ja nopeammin se voi siirtää vettä kapillaarisesti. Tämän vuoksi esimerkiksi huonon suojauksen tai vesivahingon seurauksen kosteus voi, myös nousta rakenteissa ylöspäin. [3.]

2.4.3 Diffuusio ja konvektio

Ilmassa oleva kosteus siirtyy diffuusiassa ja konvektiossa. Diffuusiassa kahden kaasuseoksen osapaine-ero pyrkii tasoittumaan. Suuremman osapaineen omaavassa kaasussa on enemmän molekyylejä ja se pyrkii laimentamaan itseään. Usein sisäilma on kosteampaa, kuin ulkoilma, joten virtausta tapahtuu sisältä ulos. Lämpötilaero ei vaikuta diffuusiassa virtaussuuntaan, vain ilman kosteussisältö. Esimerkiksi alapohjissa voi olla kosteampaa ilmaa, kuin sisäilmassa, joten kylmä ilma alapohjasta voi virrata lämpimämpään tilaan. [3.]

Vesihöyry liikkuu eri ilmavirtauksien mukana ja sitä kutsutaan konvektioksi. Näitä ilmavirtoja ovat esimerkiksi ilmastointi ja tuuli. Lämpötilaerot liikuttavat myös ilmaa, joten konvektiossa kosteus nousee lämpimämmän ilman mukana ylöspäin. Konvektiossa siirtyy yleensä enemmän kosteutta, kuin diffuusiassa. Esimerkiksi huonosti tiivistetyissä yläpohjarakenteissa lämmin ilma virtaa ylöspäin ja kohdatessaan viileän ilman tuuletusraoissa, kosteus tiivistyy siellä oleville pinnoille. [1.]

Materiaalit pystyvät sitomaan itseensä ilmasta kosteutta, koska niillä on hygroskooppisia ominaisuuksia. Materiaali pyrkii samaan suhteelliseen kosteusprosenttiin, mikä siitä ympäröivällä ilmalla on. Materiaali voi luovuttaa tai sitoa kosteutta itseensä, mutta saavuttaessaan tasapainon se ei tee kumpaakaan. [3.]

Puhuttaessa hengittävästä rakenteista on kyse hygroskooppisista materiaaleista. Diffuusiosta rakenteisiin siirtyy kosteutta, jota hygroskooppiset materiaalit pystyvät ottamaan vastaa ja luovuttamaan silloin, kun ilman suhteellinen kosteus muuttuu. Valitsemalla hygroskooppisia materiaaleja, voidaan vaikuttaa sisäilman laatuun. Materiaalit pystyvät pitämään sisäilman kosteuden tasaisena eikä isoja ääri vaihteluita pääse syntymään. Tehokas ilmanvaihto kuivattaa sisäilmaa, mutta hygroskooppisten materiaalit luovuttavat niihin varastoitunutta kosteutta, jolloin nopeat vaihtelut vähenevät. [4.s.9.]

Puu on hyvä esimerkki hygroskooppisesta materiaalista. Puu voi sitoa ja luovuttaa itseensä kosteutta sitä ympäröivästä ilmasta. Siksi esimerkiksi puupohjaiset eristemateriaalit ovat hyviä tasapainottamaan kosteuden kulkua rakenteissa. Se pyrkii tasaamaan omaa kosteustasapainoaan ympäröivän ilman mukaan ja siten luovuttaa tai sitoo ilmasta kosteutta. Mitä enemmän rakennuksessa on puupohjaisia rakennusmateriaaleja, sitä paremmin rakennuksen ilmankosteustasapaino säilyy. [5.s.19.]

Rakentamisessa käytetty puu sisältää aina vettä. Rakenteisiin tarkoitettu puu on kuivatettu ennen sen käyttöä ja siksi se kuten kaikki muutkin rakennusmateriaalit tulisi säilyttää mahdollisimman kuivassa ja hyvin tuuletetussa tilassa. Puulla on hyvät ja huonot ominaisuudet kosteuden kannalta. Puu voi sitoa itseensä vettä jopa 200% omaan painoonsa verrattuna. Puun kosteusprosentti lasketaan siten, kuinka paljon vettä on suhteessa vedettömään puuhun. Eli jos 50 kg painoisessa puussa on 50 kg vettä, niin kosteus on 100%. [6.] Tavallisissa olosuhteissa puun kosteusprosentti on 8-25 ja se riippuu sitä ympäröivän ilman kosteudesta sekä lämpötilasta. Jos puun kosteus pysyttelee 20%-100% ja lämpötila +3 - +38°C lahottajasienten kasvu siinä on erittäin voimakasta. [5.s.24,25.]

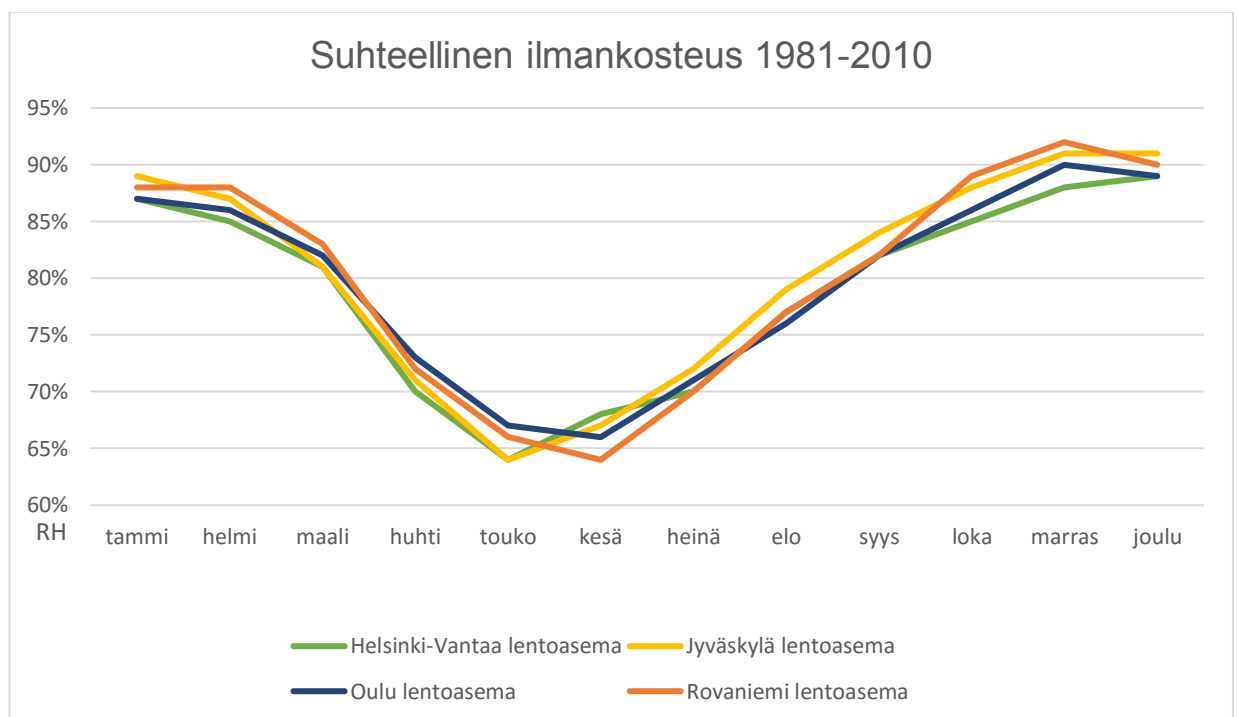
Esimerkkitapaus kosteuden siirtymisestä ulkoa sisälle on melko yksinkertainen. Sadevesi valuu maata pitkin perusmuuria kohti, joka on maata vasten. Perusmuuria ei ole kunnolla vesieristetty ja vesi pääsee siirtymään muuriin. Kapillaarisesti se siirtyy muurin läpi ja haihtuu esimerkiksi ryömintätilan ilmatilaan, jonne voi myös nousta vettä kapillaarisesti suoraan maasta. Nämä tekijät nostavat ryömintätilan ilman kosteutta. Lämpötila ryömintätiloissa on usein matala, joten sen kyllästyspiste on alhainen. Kosteus alkaa tiivistyä vesipisaroiksi ilman lämpötilaa kylmempien materiaalien pinnoille. Materiaalit taas imevät kosteutta ja niissä se voi siirtyä kapillaarisesti ylöspäin

tai sitoutua paikalleen. Jos alapohja on sellaista materiaalia, että sen läpi voi diffuositua kosteutta, niin ryömintätilan kosteus pääsee siirtymään huonetilaan ja siten sen rakenteisiin. Myös konvektion mahdollisuus on, jos alapohjan rakenteet eivät ole tiiviitä. Tämän kaltainen tilanne on myös mahdollinen rakennusaikana. Jos rakennuksen vaippa ei ole tiivis eikä ole lämmitysmahdollisuutta, sadevesi tai lumen sulamisvesi sitoutuu rakenteisiin. Kun rakennuksen vaippa saadaan umpeen ja lämmitys päälle, ilman lämpötila nousee ja sen kapasiteetti ottaa kosteutta vastaan kasvaa, jolloin rakenteet alkavat kuivua. [7.s. 29-32.]

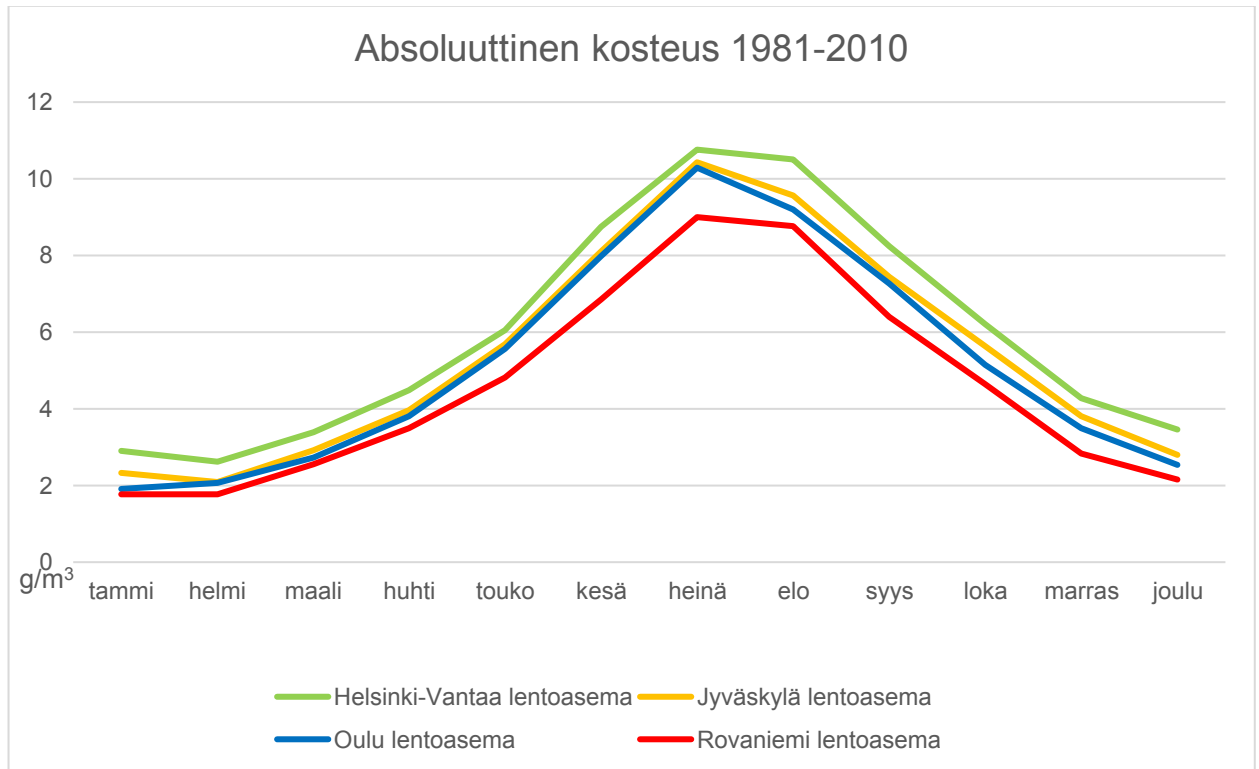
2.5 Vuodenaikojen vaikutus kosteuteen

Talvisin suhteellinen ilmankosteus on suuri. Se on suuri sen takia, koska matalalla lämpötilalla kastepiste on hyvin alhainen, eli vähäinen määrä vettä riittää nostamaan prosentuaalisen luvun korkeaksi. Taulukossa 2. nähdään, miten kosteusprosentti nousee talvisin ja laskee kesäksi. Taulukko 3. tosin osoittaa sen, miten suhteellinen kosteus voi hämätä, jos ei ymmärrä mitkä tekijät vaikuttavat lukemaan. Talvella absoluuttinen kosteus eli ilmassa olevan kosteuden määrä on hyvin pieni verrattuna taas kesän kosteuslukemiin.

Taulukko 2. Suhteellisten ilmankosteuksien kesiarvot vuosina 1981-2010. [24.]



Taulukko 3. Absoluuttisen kosteuden määrän keskiarvo vuosina 1981-2010. [24.]



3 Rakentamista ohjaavia normeja

3.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä asetus

Maankäyttö - ja rakennuslaissa ei määritellä tarkasti yksittäisiä toteutustapoja. Se määrittelee lainsäädännölle tyypilliseen tapaan vain yleisellä tasolla rakentamiselle asetetut tavoitteet ja noudatettavat menettelytavat. Maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteet ovat keskeisiä ja niitä täydennetään rakentamismääräyskokoelman avulla, joka taas perustuu terveydensuojelulainsäädäntöön. [7.s.19.]

Maankäyttö- ja rakennuslaissa asetettu tavoitteellinen tila on 1§:n mukaan rakentaa hyvä elinympäristö. [8.] Tämä tavoite on vielä todella yleistasolla, mutta sitä tarkennetaan muissa pykälissä. 12§ tavoitetta tarkennetaan siten, että ympäristön tulee olla terveellinen ja turvallinen. Terveellinen ja turvallinen ympäristö sisältyy useaan eri pykälään ja asetukseen. Määräyksen tavoitteen täyttämiseen löytyvät MRL 13§ Rakennusmääräyskokoelmasta, 14§ Rakennusjärjestyksestä, 50§ Asemakaavasta, 54§ Asemakaavan sisällöstä, 113§ Rakennusten määrittelystä ja, 117§:n mukaiseen rakentamisen määrittelyyn sekä 117c § mukaisiin terveellisyysvaatimuksiin. [9.]

3.2 Suomen rakentamismääräyskokoelma

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (5.2.1999/132) 13§ määrittellään, että ympäristöministeriö ylläpitää rakentamismääräyskokoelmaa johon on koottu lain nojalla annetut rakentamista koskevat säännökset ja rakentamismääräykset sekä ministeriön ohjeet. Siinä täsmennetään lain tavoitteita, esitetään teknisiä ratkaisuja ja asetetaan kelpoisuusvaatimuksia suunnittelijoille ja työnjohdolle.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa C2 on tehty sitä varten, että kosteudesta johtuvien vaurioiden ja haittojen määrä vähenisi rakentamisessa. Siinä on määräyksiä, jotka ovat velvoittavia, ohjeita, jotka sisältävät hyväksyttäviä ratkaisuja ja selostuksia, jotka antavat lisätietoja sekä viittaavat määräyksiin ja ohjeisiin. Rakentamismääräyskokoelman osassa C2 mainitaan, että olennaisimmat vaatimukset täyttyvät, jos rakennusta suunniteltaessa ja rakentaessa noudatetaan C2 osan määräyksiä. Olennaisimmat vaatimukset ovat. [9.]

1.2.1 Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, ettei siitä aiheudu sen käyttäjille tai naapureille hygienia- tai terveysriskiä kosteuden kertymisestä rakennuksen osiin tai sisäpinnoille. Rakennuksen näiden ominaisuuksien tulee normaalilla kunnossapidolla säilyä koko taloudellisesti kohtuullisen käyttöajan. [9.]

1.4.1 Rakenteet ja LVI-järjestelmät on tehtävä siten, ettei sisäisistä ja ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva vesihöyry, vesi tai lumi haitallisesti tunkeutuu rakenteisiin ja rakennuksen sisätiloihin. Tarvittaessa rakenteen on kyettävä kuivumaan haittaa aiheuttamatta tai rakenteen kuivattamiseen esitetään suunnitelmissa menetelmä. [9.]

Rakennusmääräyskokoelmassa mainitaan suunnitelmista siten, että niissä esiintyvät kosteustekniset ratkaisut ja niiden toimivuus on varmistettava luotettavaan kokeeseen perustuen. Myös pitkäaikainen tieto tietystä toiminnasta korvaa kokeen. Rakennustyön suorittajalle on annettava nämä suunnitelmat, jotta toteutus tapahtuu oikein. Työn suorittajalla sekä valvojalla tulee olla riittävä ammattitaito, jotta työ voidaan suorittaa ja tarkastaa oikein. Rakennusmääräyskokoelma ei kuitenkaan määrittele esimerkiksi pinnoituksen kosteusarvoja tai muita arvoja, joita mittaamalla voitaisiin havaita. [9.] Riittävä ammattitaito on laaja käsite ja vaikea määritellä kenellä se on. Siihen voi kuulua esimerkiksi alaan soveltuva koulutus ja riittävä työkokemus kyseisestä toimenpiteestä. Riittävää ammattitaitoa voidaan tarkastella esimerkiksi näyttö- tai mallityöllä.

3.3 Kuluttajansuoja- ja asuntokauppalaki

Kuluttajia suojellaan lainsäädännön ostopäätöksen jälkeen. Kuluttajasuojalainsäädännön (20.1.1978/83 Kuluttajansuojalaki) tarkoitus on suojella kuluttajan etua virheen tai sopimusriikkeen vuoksi. Asuntokauppalaki (23.9.1994/843) antaa tarkempia tietoja siitä millaisia sopimusrikkomuksia tai virheitä kuluttajalla on oikeus vaatia korvattavaksi. Esimerkiksi uuden asunnon myynnissä voi kuluttaja vedota yleiseen virhesäännökseen. [10.]

Uuden asunnon virhe

14 §

Yleinen virhesäännös

Asunnossa on virhe, jos:

1) se ei vastaa sitä, mitä voidaan katsoa sovitun;

3) sen ominaisuuksista aiheutuu tai voidaan perustellusti olettaa aiheutuvan haittaa terveydelle;

4) rakentamista tai korjausrakentamista ei ole suoritettu hyvän rakentamistavan mukaisesti taikka ammattitaitoisesti ja huolellisesti; [10.]

Rakennustuotannossa urakoitsijoiden työn laatu täyttää yleensä teknisille vaatimuksille asetetut minimirajat. Kuluttaja voikin olettaa rakennuksen olevan hyvää rakennustapaa noudattamalla rakennettu ja, että se täyttää vaatimukset. Hyvän rakennustavan määrittäminen on haastavaa, koska ala kehittyy ja uusia tekniikoita sekä materiaaleja tulee jatkuvasti. Pääsääntöisesti sen voi kuvitella koostuvan hyvästä suunnittelusta, hankkeen ohjauksesta, ammattitaitoisesta rakennustyöstä, laadukkaista tarvikkeista ja näiden kaikkien hyvästä yhteistyöstä. [7.s. 21,22.]

Kuluttajat ovat erittäin kriittisiä ja voivat kokea, että rakennus vaarantaa heidän turvallisuuden ja terveyden, vaikka rakennus täyttää kaikki tekniset vaatimukset. Usein huolenaiheena on sisäilman laatu ja tästä epäillään rakennusaikaisia virheitä. Tämän vuoksi kaikki rakennusaikana tehdyt erilaiset dokumentoinnit kannattaa säilyttää huolella. Säilytettäviä dokumentteja ovat esimerkiksi työmaan kosteusmittausten tulokset, kuivumisaikojen arviot, valokuvat peitetyistä rakenteista sekä kosteudenhallintatoimenpiteet. Näistä kaikista kannattaa kirjata raportti jossa on alku- ja loppumisajankohdat. Näillä dokumentaatioilla voidaan osoittaa, että työmaa-aikaisia kosteusvaurioita ei ole jäänyt huomaamatta. Dokumentoinnin avulla voidaan säästää rahaa rakenteiden turhalta purkamiselta ja tutkimiselta ja kohdistaa tutkimukset muihin todennäköisiin ongelman aiheuttajiin. [7.s.22.]

3.4 Terveydensuojelulainsäädäntö

Terveydensuojelulaki (11.11.2016/942) asettaa toiminnanharjoittajalle vaatimukset siitä, että hänen on tunnistettava toiminnasta aiheutuvat riskit ja seurattava niihin vaikuttavia tekijöitä. Toimintaa on harjoitettava siten, että siitä ei synny terveyshaittoja. Lain 27§ kertoo millaisten ongelmien takia, aletaan epäillä olevan asunnossa olevia terveyshaittoja. Kosteus on yksi terveyshaittojen aiheuttajista. Näiden haittojen aiheuttajan pyritään selvittämään mahdollisimman pian ja poistamaan. Terveyshaitan etsimiseksi voidaan määrätä rakenteiden kuntotutkimus. [11.] Myös näiden ongelmien aiheuttajiksi voidaan syyllistää rakennusurakoitsijoita, joten omien suunnitelmien ja

toteutuksien dokumentointia tulee ylläpitää mahdollisimman tarkasti, jotta voidaan osoittaa, että rakennustyön aikana on kosteudenhallinta toteutettu asianmukaisesti.

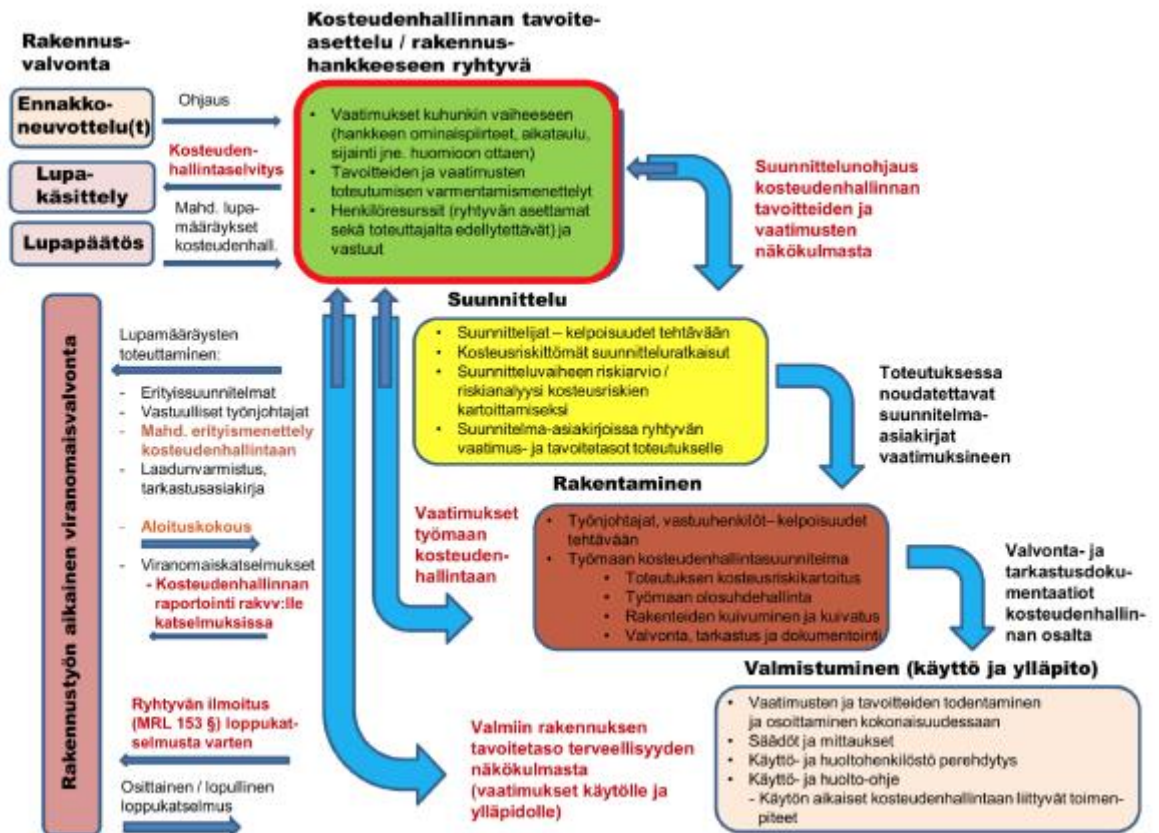
3.5 Rakennusvalvonnan ohjeita

Eri kaupunkien rakennusvalvonnat ohjaavat rakentamista omilla ohjeillaan ja menettelytavoilla. Niissä on eroja, mutta pääsääntöisesti ne noudattavat samoja linjoja. Esimerkkinä tässä työssä on Helsingin, Espoon ja Vantaan rakennusvalvonnan ohjeet kosteudenhallinnasta. Rakennushankkeeseen ryhtyvä määrittelee oman tahtotilansa ja vaatimuksensa hankkeen kosteudenhallinnalle ja sen eri vaiheissa. Eli esimerkiksi rakennushankkeeseen ryhtyvä voi halutessaan määritellä, että rakennuksen runko tehdään huputuksen alla. Kaikissa ohjeissa edellytetään, että kosteudenhallinnasta tehdään suunnitelma ja, että sen toteutuksesta on joku vastuussa. Kosteudenhallintasuunnitelmassa esitetään, kuinka eri työvaiheet tullaan toteuttamaan, jotta vaatimukset täyttyvät. Kosteudenhallintasuunnitelman tekijän täytyy olla riittävän pätevä tekemään suunnitelman ja hänen tulee tuntea hankkeen erikoispiirteet. Suunnitelmaa tehtäessä tulee tietää hankkeen ominaispiirteet, rakennuksen käyttötarkoitus, sijainti, aikataulu ja rakentamisen ajankohta. [12.13.14.]

Pelkkien vaatimusten asettaminen ei takaa kuivaa rakennusta, vaan jonkun ohjattava ja valvottava kosteudenhallintasuunnitelman toteuttamista. Kosteudenhallintavastaavaksi voidaan nimetä kosteudenhallintakoordinaattori omasta tai ulkopuolisesta organisaatiosta. Kosteudenhallintakoordinaattorin tulee olla mukana suunnitteluvaiheesta lähtien, jotta hän voi ottaa kantaa eri rakenneratkaisuihin riskittömien rakenteiden vuoksi. Samalla hän tekee riskien kartoitusta ja suunnittelee toimenpiteitä niiden välttämiseksi. [12.13.14.]

Rakennuslupa edellyttää kosteudenhallintasuunnitelman tekemistä tai kosteudenhallintakoordinaattorin nimeämistä. Kosteudenhallintakoordinaattori voi olla täysin ulkopuolinen ja riippumaton suunnittelijoista ja urakoitsijoista. Kosteudenhallintakoordinaattorilla tulee olla samat pätevyudet, kuin hankkeen vastaavalla työjohtajalla. Rakennusvalvonta arvioi aina hankkeen mukaan onko suunnitelma riittävä ja onko rakennushankkeeseen ryhtyvällä riittävästi voimavaroja toteuttamaan riittävää kosteudenhallintaa. Arvioitaessa mietitään, saadaanko rakennuksesta riittävän terveellinen suunnitelmien mukaisella toteutuksella.

Rakennuslupa voidaan antaa määräksi esimerkiksi myöhemmin täydennettäviin osiin. [12.13.14.]



Kuva 1. Helsingin kaupunki. Kosteudenhallinta rakentamisen ketjussa. [12.]

3.5.1 Kuivaketju 10

Kosteudenhallinnan menettelytavaksi voidaan ottaa valmis toimintamalli, kuten Kuivaketju 10, johon Helsingin ja Vantaan ohjeet viittaavat. Kuivaketju 10 on Oulun kaupungin ja ympäristöministeriön yhteinen hanke, jonka tavoitteena on vähentää kosteusvaurioiden määrää. Kuivaketju 10 kuuluu osana Parempaan laadun puolesta hankkeeseen, joka on eri rakennusalan liittojen ATL, RAKLI:n, RT:n ja SKOL:n sekä RALAN:n yhteistyössä toteuttama tutkimus. Sen tavoite on parantaa kiinteistö- ja rakennusalan laatua hyvien toimintamallien avulla. Eri pilottikohteille on valittu eri teemoja, jota kohde noudattaa. Yksi teemoista on kuivaketju kuntoon. Pilottikohteiden tarkoituksena on osoittaa, että uudet toimintamallit ovat hyviä ja niiden käyttöönotto on kannattavaa kaikkien rakennushankkeen osapuolien kannalta. Tavoitteena koko

hankkeella on, että pilottikohteiden hyvistä tavoista tulisi yhteisiä käytäntöjä koko rakennusalalle. Hankkeen takana on myös idea siitä, että Kuivaketju-toimintamalli saadaan mukaan hankkeisiin, myös silloin, kun tilaaja ei sitä erikseen pyydä. [16.]

Kuivaketju 10 tarkoitus on pyrkiä estämään kosteusvaurioiden syntyminen kaikissa rakennusprosessin eri vaiheissa. Toimintamalli on osittain vielä kehityksessä, mutta se on hyvin pitkälti jo valmis. Toimintamallin nimen mukaan se sisältää 10 kohdan listan yleisimmistä kosteusriskistä. Niiden riskien hallinnalla voidaan välttää yli 80 prosenttia vaurioiden seurannaiskustannuksista. Suunnittelijoille ja arkkitehdeille annetaan 10 kohdan lista joiden avulla he tarkentavat suunnitelmiaan ja päivittävät niitä hankkeen erityispiirteiden mukaisiksi, jotta kosteusriskien hallintaa voidaan parantaa. Erityispiirteitä ovat rakennuspaikka, arkkitehdin ja rakennesuunnittelijan ratkaisut sekä materiaalivalinnat. [15.]

Rakennushankkeeseen ryhtyvän täytyy tehdä päätös siitä, että hankkeessa käytetään Kuivaketju 10 toimintamallia. Päätöksenteko velvoittaa siihen, että hankkeessa on heti alkuvaiheesta asti mukana kosteudenhallintakoordinaattori, joka valvoo ja ohjaa kuivaketju 10 toteutumista koko hankkeen ajan. Jos tilaaja ja urakoitsija ovat sama toimija, kosteudenhallintakoordinaattorin tulee olla organisaation ulkopuolinen toimija. Suunnittelijoiden tulee näyttää toteen, että Kuivaketju 10 on otettu huomioon suunnitelmissa. Urakoitsijan tulee toteuttaa työt suunnitelmien mukaisesti ja dokumentoida riskialttiiden vaiheiden onnistuneet toteutukset. Koordinaattorin yksi tehtävä on hyväksyä ja varmistua siitä, että suoritukset ovat onnistuneet. [15.]

Kuivaketju 10 ohje työmaatoteutuksesta antaa tietoa siitä, mitä pääurakoitsijan tulee tehdä työmaalla. Pääurakoitsijalla on vastuu siitä, että toimintamallin mukaiset toimenpiteet tehdään. Kosteuskoordinaattori ja suunnittelijat perehdyttävät työmaaorganisaation suunnitelmiin ja avaavat niitä, jotta ei pääsisi syntymään väärinkäsityksiä tulkitsemisen vuoksi. Jos kohde ei ole erityisen vaativa riittää, että koordinaattori hoitaa perehdytyksen yksin. Tämän jälkeen pääurakoitsijalla on vastuu siitä, että kaikki työmaalla työskentelevät henkilöt saavat Kuivaketju 10 mukaisen perehdytyksen. Työmaiden kosteudenhallinnassa kaikkien urakoitsijoiden ja työntekijöiden tulisi suhtautua asiaan samalla vakavuudella. Kun kaikki noudattavat yhtä mallia niin rakennuksen elinkaarikustannukset laskevat, koska erilaisten takuukorjausten määrä laskee ja samalla rakennuksen markkina-arvo nousee. [17.]

4 Työmaan olosuhdehallinta

Tutkimuksen aikana vierailtiin kolmella eri YIT Rakennus Oy:n Toimitilayksikön työmaalla. Työmaavierailuilla tehtiin työmaakerros ja kierroksen aikana tehtiin havaintoja, miten työmaalla toimittiin kosteudenhallinnan saralla. Vierailut kohteet olivat Business Park rantatien laajennus, Kasarmikatu 21 ja Helsingin Keskustakirjasto. Business Park ja Kasarmikatu ovat toimistorakennuksia ja Helsingin keskustakirjasto on kirjaston sekä monitoimitilojen yhdistelmä. Vierailut tehtiin maaliskuussa 2017 viikolla 10.

Työmaat olivat runkovaiheessa tai juuri sisävalmistusvaiheen kynnyksellä. Vierailut osuivat sään puolesta sellaisiin aikoihin, että lämpötila oli lähellä nollaa astetta, sekä edellisinä päivinä oli satanut lunta tai vettä. Kosteudenhallinta oli hyvällä tasolla jokaisella työmaalla ja työmaat olivat kehittäneet itselle sopivia menetelmiä, jotta pystyttäisiin etenemään aikataulun mukaisesti ja saavuttamaan hyvää laatua.

Sääolosuhteet ovat muuttuneet hieman haastavampaan suuntaan, koska kunnollisia talvikelejä on enää harvoin. Pakkaskelillä ilman suhteellinen kosteus on pieni, jolloin sisäilman kosteus pyrkii siirtymään diffuusion takia luonnollisesti ulos ja silloin rakenteellinen kosteus poistuu. Kuivassa talvi-ilmassa on myös vähän kosteutta ja kun sitä tuodaan sisätiloihin ja lämmitetään, sen kyky ottaa kosteutta vastaan nousee erittäin paljon. Parhaimmat olosuhteet kuivumiselle on, kun lämpötila on yli 20°C ja suhteellinen kosteus lähelle 50%. Näitä arvoja tulisi mitata ja seurata säännöllisesti, jotta lämmittimiä ja tuulettimia voidaan säätää oikeiden olosuhteiden saavuttamiseksi. [32.]

Kaikilla työmailla kävi ulkopuolinen kosteusmittaaja, jonka kanssa YIT:llä on vuosisopimus. Heidän kanssaan, jokainen työmaa teki oman suunnitelmansa mukaiset toimenpiteet, kuten miksi, mitä, mistä, millä, miten, miten usein mitataan, kuka mittaa ja mittausten raja-arvot. Mittauksia tehtiin porareikä- ja näytepalamenetelmillä.

4.1 Rakennuksen lämmitys ja tuuletus

Rakennusten lämmityksen suunnittelulla on vaikutusta niin aikataulutukseen, kuin talouteen. Lämmitystä suunniteltaessa tulee ottaa huomioon sääolosuhteet,

lämmitettävien tilojen koko, muoto ja vuodenaajat. Talvisin lämpötilat saattavat vaihdella suuresti ja lumisateilla lämmittimiä saatetaan käyttää myös sulatukseen. Sisälle valuvia vesiä tulisi välttää, mutta välillä niitä joudutaan kuivattamaan lämmittimiä käyttämällä. Erilaisten lämmittimien tunteminen on hyväksi, koska erityyppiset lämmittimet saattavat sopia johonkin paikkaan paremmin kuin toisiin. [18.]

Tavoitteena on, että rakennuksen sisätiloihin saadaan sellaiset olosuhteisiin, jotta sisävalmistusvaiheille asetetut raja-arvot täyttyvät ja työt voidaan aloittaa hyväksytysti. Hyvin monelle sisävalmistusvaiheen aloituskriteeriksi on määriteltynä tietty lämpötila ja ilman tai alustan suhteellinen kosteus, joiden tulee täytyä ennen työn aloittamista. Yleinen vaade on myös, että töitä tehdään säältä suojassa, esimerkiksi väliseinärankoja voidaan kiinnittää kosteaan betoniin. Sopivien olosuhteiden luominen tarkoittaa, sitä että sisätilan lämpötila ja kosteus saadaan vakioitua sellaiselle tasolle, että työt voidaan aloittaa ja jatkaa niitä ilman keskeytyksiä. Tiloja, lohkoja tai muita alueita voidaan osastoida väliaikaisilla muoviseinillä tai väliseinien ja ovien avulla, jos jotakin aluetta halutaan alkaa kuivata tehokkaammin. [18.]

Perusedellytykset lämmittämisen aloittamiselle ovat siis vaipan tiiveys ja sopiva lämmityskalusto. Mitä nopeammin rakennuksen vaippa saadaan tiivistettyä, sitä nopeammin saadaan luotua sisätiloihin tasaiset olosuhteet, mikä edistää kuivumista. Rakennuksen lopullista lämmitysmuotoa kannattaa hyödyntää niin nopeasti, kuin mahdollista. Se edistää lämmön tasaista leviämistä, toisin kuin siirreltävät lämmittimet. Kuivatuksen aikana tulisi varmistua siitä, että kaikki lumet ja sadevedet poistetaan tiloista mekaanisesti, jotta energiaa ei tuhjata lumien sulattamiseen ja vesien kuivatukseen. [18.]

Rakennusaikaisen ilmanvaihdon tulisi olla hallittua ja se tulisi tehdä tietoisesti. Kun rakennusta lämmitetään lämmin ilma alkaa sitoa itseensä kosteutta. Kosteaa ilmaa tulisi tuulettaa ulos ja ottaa kuiva korvausilma jostain muualta sisälle. Rakennusaikana tämä on haastavaa, jos vaippa ei ole kunnolla tiivis sekä lisähaasteita tuovat kulkuteiden ja haalausaukkojen käyttö. Lämmitykseen käytettävää energiaa menee hukkaan, jos rakennusta tuuletetaan jatkuvasti ja epätehokkaasti. Talvella lämmitykseen menee luonnollisesti enemmän energiaa kuin kesällä, mutta talvella ilmanvaihto toimii luonnollisesti, koska kosteampi sisäilma pyrkii siirtymään ulos. Kesäisin harvemmin tarvitsee käyttää lämmitystä, mutta silloin ilmanvaihto on tärkeämpää. Kesällä ulkoilman suhteellinen ilmankosteus voi olla hyvin lähellä sisäilman kosteutta, jolloin

ilmanvaihtoon tulee kiinnittää enemmän huomiota, ettei tilanne käänny päinvastaiseksi, eli kosteaa ilmaa alkaa virrata sisälle rakennukseen. [18.]



Kuva 2. Business Park Rantatien laajennus. Haalausaukkojen ovien alta saatiin korvausilmaa, mutta tuuli saattaa tuoda niistä lunta sekä satevettä sisään.

4.1.1 Lämmittimet

Työmaiden lämmittimien valinnassa kiinnitetään huomiota eniten lämmittimen tehokkuuteen, energiankulutukseen ja tarkoituksenmukaisuuteen sekä aiempiin hyviin kokemuksiin. Kaikilla työmailla joilla vierailin, oli käytössä kaukolämpöverkkoon kytketyt vesikiertoiset lämmittimet, sekä polttoöljy- ja sähkökäyttöisiä lisälämmittämiä. Lisäksi on olemassa myös nestekaasukäyttöisiä lämmittämiä. Kaupunkialueilla rakennettaessa kaukolämpöön liittyminen on usein helpompaa, kuin taajamissa, koska kaukolämpöverkosto on helpommin tavoitettavissa. Vesikiertoiset lämmittimet ovat turvallisimpia, koska niistä ei tule päästöjä, tai niissä ei kulje vaarallisia aineita. Niiden asennuksissa ja siirtelyissä tulee silti käyttää ammattitaitoisia asentajia. Haittapuolena vesikiertoisissa lämmittimissä on se, että vesiletkuja joudutaan vetämään jokaiselle laitteelle kaksi kappaletta. Letkut voivat, tulla tielle eri vaiheissa ja niitä joudutaan

siirtelemään useaan otteeseen. Myös letkurikkojen vuoksi vesivahingon vaara on ilmeinen, jos letkulinjastoja ei käsitellä asianmukaisesti. [18.]



Kuva 3. Business Park Rantatien laajennus. El-Björn TF 50HWI vesikiertoinen lämmitin.

Kuvan 3. mukaisia vesikiertoinen lämmitin on yksi yleisimmistä lämmittimistä, mitä YIT:n työmailla näkee. Uusimalla puhallinmallilla saadaan tuotettua lämmintä ilmaa $3900 \text{ m}^3/\text{h}$. Laitteen nimellisteho on 50 kW ja sillä saa nostettua lämpötilaa maksimissa 37°C . Laitteen teho riittää lämmittämään hyvissä olosuhteissa 1000 m^2 . Laitteessa on oma termostaatti, jolla saadaan säädettyä oikea lämpötila. Lämmittimen päällä on tekstiilijakaja, josta lämmintä ilmaa johdetaan kuuteen eri suuntaan, jolloin lämpötila leviää laitteelta tasaisesti. Uudessa mallissa myös vesiletkujen liitokset ovat laitteen yläpuolella, joten yleensä kattojen kautta tuodut vesiputket on helppo liittää ilman, että niitä tarvitsee tuoda lattialle. [19.]

Kaasu- ja öljykäyttöisillä lämmittimillä tulee huomioida riittävästä korvausilman saannista, koska palamisreaktioon kuluu happea ja mitä isompi poltin, sitä enemmän happea kuluu. Öljykäyttöisessä lämmittimessä palamisen yhteydessä voi tulla hieman palaneen katkua rakennukseen. Lämmittimissä, joissa poltetaan jotain, niin täytyy muistaa se, että palamistuotteena tulee aina vettä. Esimerkiksi yhdestä poltetusta

nestekaasukilosta tulee 53 kg vettä ja sen sitouttamiseen 20°C lämpötilassa kuluu noin 3000 m³ ilmaa. Palamistuotteena syntyvä vesi sitoutuu lämmitettyyn ilmaan, mutta se vie tilaa rakenteista poistuvalla kosteudella. Kuvan 5. nestekaasulämmitin Thermo-BETOX TB 700 kuluttaa nestekaasua 5,4 kg/h ja tuottaa ilmaa 4400 m³/h. Tämän vuoksi tulee miettiä, millainen lämmitysmuoto työmaalle sopii parhaiten. Yksi työmailla paljon käytetty lämmitys- ja sulatuslaite on nestekaasupoltin (Kuva 4). Sitä käytetään usein sellaisissa töissä, joissa tarvitsee sulattaa lunta tai jäätä tai kuivata nopeasti vettä pieniltä alueilta tai esimerkiksi ontelolaattojen saumoista. [20, 21.]



Kuva 4. Kasarmikatu 21. Nestekaasupoltin.



Kuva 5. Nestekaasulämmitin Thermo-BETOX TB 700. [21.]



Kuva 6. Business Park Rantatie. Öljykäyttöinen ThermoX TB 110 lämmitin ja öljysäiliö taustalla.

Business Park Rantatien työmaalla käytettiin polttoöljylämmittimiä kahdessa ylemmässä kerroksessa, joihin ei oltu vielä viety vesikiertoisia lämmittimiä. Ne toimivat hyvin avarissa tiloissa, joissa ei ole vielä väliseiniä. Lämpö pääsee liikkumaan koko matkalla, eikä se törmäile seiniin ja pysähdy niihin. Öljylämmitin tuottaa 6500 m³/h lämmintä ilmaa. Lämmittimessä on oman termostaatin lisäksi toinen lisätermostaatti, joka voidaan viedä kaapelin päässä esimerkiksi toiselle puolelle tilaa, jolloin lämmitin tunnistaa lämpötilan pidemmän matkan päästä. [23.]

Sähkökäyttöisiä lämmittimiä voidaan käyttää pienempien tilojen lämmityksessä. Niissä tarkoituksena on usein, se että saadaan lämmitettyä rakenteita. Pieniä märkätiloja, kuten wc- ja suihkuhuoneita aletaan valmistelemaan hyvin nopeasti runkovaiheen päätyttyä ja niihin voidaan laittaa sähkölämmitin lämmittämään pintoja, jotta tasoitus- ja vesieristystöitä voidaan aloittaa. Lämmittimiä on eri tehoisia ja niitä löytyy välillä 2-40 kW. Työmaan sähköistys suunnitelmassa tulee huomioida käytettävien sähkölämmittimien määrä, jotta sulakkeet kestävät niiden aiheuttaman kuormituksen, eikä turhia sähkökatkoksia pääse syntymään.



Kuva 7. Kasarmikatu 21. Sähkökäyttöinen lämpöpuhallin kellaritiloissa.

Lämmityksen aloittamisen jälkeen on tärkeää, että lämmitystä ei oteta pois ennen kuin rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä on saatu käyttöön tai vuodenaika vaihtuu kesään. Jos lämmitys lopetetaan, ennen kuin rakenteet ovat kuivuneet, kosteus jää niihin tai jos lämpötila vaihtelee suuresti esimerkiksi auringonpaisteen ja yön viileämmän lämpötilan vuoksi kosteutta voi alkaa tiivistyä kylmien rakenteiden pinnoille. Edellä mainittua lämpötilavaihtelua voi myös tapahtua, jos lämmittimiä siirrellään tai kytketään pois päältä ilman lupaa. Tämän vuoksi työntekijöille tulee selkeästi kertoa, ettei lämmittimiä saa siirrellä tai niiden lämpötiloja muuttaa ilman lupaa. Myöskään sähkökäyttöisten laitteiden sähköjohtojen siirtely ja irrottelu ovat kiellettyä, koska sähkö ei välttämättä riitä tietyissä linjoissa. Sähkölämmittimen sähköjohdon irrottaminen ja siitä sähköön ottaminen omaan laitteeseen tuo sen ongelman, että lämmitintä ei aina muisteta kytkeä takaisin.

4.1.2 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon varmistaminen rakennustöiden aikana on tärkeää, jotta kostea sisäilma saadaan johdettua hallitusti ulos rakennuksesta. Monet lämmittimet puhaltavat lämmintä ilmaa ulos, joten niiden tuottama ilmavirta riittää levittämään lämpöä. Rakennus ei myöskään ole alkuvaiheessa täysin tiivis, koska esimerkiksi kaikki ikkunat eivät ole paikoillaan. Niitä kautta lämmin ja kostea sisäilma pystyy siirtymään ulkoilmaan luonnollisesti. Joskus ilmaa tarvitsee kierrättää apuvälineitä käyttäen,

esimerkiksi silloin, kun rakennuksessa on paljon umpinaisia huoneita, pitkiä käytäviä tai kellaritiloja, joista ei ole omaa uloskäyntiä tai ikkunoita.

4.1.3 Puhaltimet

Puhaltimia on erimallisia ja erikokoisia. Kaikilla on kuitenkin sama toimintaperiaate. Ne imevät ilmaa niitä ympäröivistä tiloista ja puhaltavat sitä liikkeelle. Puhaltimia ei kannata käyttää tiloissa, joissa tehdään pölyäviä töitä, ettei pöly leviä rakennukseen ja sotke puhallinta. Monissa uudiskohteissa alkaa olla tiukat vaatimukset pölyämisen suhteen, joten pölyäviä töitä ei juuri sisätiloissa saa tehdä tai ne tulee toteuttaa hyvin osastoituina.

Yksi yleisimmistä puhaltimista on simpukkapuhallin (Kuva 8). Se on muovirunkoinen, pienikokoinen, kevyt ja helposti siirrettävä. Puhaltimia on varustettu eri puhallinnopeuden säädöillä, joilla saadaan säädettyä puhallettavan ilman määrää. Simpukkapuhaltimilla saadaan puhallettua ilmaa 525-4250 m³/h. Puhallin on muotoiltu siten, että se voidaan asettaa vaakapinnan suuntaisesti, 45° tai 90° kulmaan vaakapinnasta. [26.]



Kuva 8. Simpukkapuhallin [26.]

Toinen yleinen puhallin on aksiaalipuhallin (Kuva 9). Ne ovat simpukkapuhaltimen lailla kevyitä ja helposti siirrettäviä. Niissä on myös yhtä suuret ilmamäärät kuin simpukkapuhaltimissa. Aksiaalipuhaltimien etuna on niihin liitettävät letkustot. Aksiaalipuhaltimilla voidaan toteuttaa ylipaine- ja alipainetuuletusta. Puhallin voidaan

esimerkiksi viedä kellaritilaan, ja vetää letku ulos tilasta. Tällöin kellarin ilma saadaan varmasti poistettua tilasta, eikä se jää pyörimään paikoilleen. Letku voidaan asentaa myös imupuolelle, jolloin tilaan, johon ei esimerkiksi ole vielä asennettu lämmitintä, voidaan johtaa lämmintä ilmaa toisesta tilasta. [27.]



Kuva 9. Aksiaalipuhallin varustettuna letkulla. [27.]

Kanavapuhallin (Kuva 10) on aksiaalipuhaltimen tapaan putken muotoinen ja se asennetaan putkistojen päähän tai väliin. Kanavapuhaltimilla saadaan imettyä tai puhallettua putkistojen ilmaa. Alustilojen tuuletusputkien päissä voidaan pitää kanavapuhaltimia rakennusaikana ennen lopullisen puhaltimen tai imurin asennusta, jotta alustilan ilma vaihtuu ja siellä oleva kosteus liikkuu, eikä ala tiivistyä rakenteiden pinnoille. Kanavapuhaltimia voidaan asentaa myös esimerkiksi porraskuilujen yläpäähän tai ylimpien kerrosten kattoihin poistamaan rakennusaikaista kosteutta. Puhaltimia on erikokoisiin putkiin ja myöskin eri tehoisia. Kanavapuhaltimia voidaan käyttää myös hankaliin paikkoihin käyttämällä puhaltimen päässä muovisukkaa. Muovisukan etuna on sen taipuisuus ja muotoutuminen haluttuun muotoon. Muovisukkaan voidaan myös tehdä reikiä ja reikien kautta johtaa ilmaa useampaan paikkaan putken varrella.



Kuva 10. Kanavapuhallin pyöreään putkeen. [28]

4.2 Ilmankuivaimet

Ilmasta voidaan myös poistaa kosteutta erilaisilla laitteilla, jotta kuivuminen nopeutuu. Kun ilmankuivaimia otetaan käyttöön, tulisi tilojen olla jo niin hyvin tiiviitä, että vain sisäilmaa kuivatetaan. Jos kuivattavaan tilaan pääsee kosteaa ulkoilmaa, niin kosteudenpoistajan merkitys on mitätön ja laitteella kuivataan vain ulkoilmaa. Ilmankuivaimen käytöllä voidaan joissain tapauksissa myös säästää energiaa, koska ei tarvita lämmittämiä ja ilmanvaihtovälineitä.

Kuivaimia on kahta eri mallia tai niiden ja eri lisälaitteiden yhdistelmiä. Kuivaimen valinnassa tulee tietää, millaiset olosuhteet kuivatettavassa tilassa on. Tilan koko, lämpötila ja kosteusprosentti vaikuttavat siihen millainen kuivain sopii parhaiten. Kuivainten eri yhdistelmillä ja variaatioilla voidaan kuivata rakenteita paremmin ja kuivaa ilmaa saadaan johdettua rakenteeseen tai märkää saadaan imettyä pois.

Kondenssikuivaimen toimintaperiaate perustuu fysikaaliseen ilmiöön, missä vesihöyryn lämpötila laskee sen kohdatessa kylmä pinta ja vesihöyry tiivistyy kylmälle pinnalle. Laitteen sisässä kiertää kylmäaineputkia joiden pintaan kosteus jää. Laitteeseen jäänyt vesi johdetaan poistoletkua pitkin viemäriin. Kuivain toimii parhaiten lämpimissä ja kosteissa tiloissa, mutta on erittäin altis olosuhteiden vaihtelulle. Jos lämpötila putoaa paljon, niin kuivain ei enää pysty erottelemaan ilmasta niin paljon kosteutta kuin aiemmin. Vaikka laitteen poistoletkusta ei enää tulekaan vettä, se ei tarkoita, että ilman kosteus olisi riittävän alhainen. Se voi olla merkki siitä, että olosuhteet ovat muuttuneet liikaa eikä kondenssikuivaimen tekniikka toimi enää. Kondenssikuivaimilla voidaan poistaa vuorokauden aikana vettä 30-45 litraa. Kondenssikuivain on parhaimmillaan kesällä tasoite- ja betonitöiden jälkeen. [29.]

Absorptiokuivaimen toiminta perustuu ilman kosteuden höyrystämiseen ja ohjaamiseen poistoputkea pitkin pois. Kuiva ilma ohjataan toista putkea pitkin takaisin tilaan. Absorptiokuivaimella saadaan halutessa kohdistettua kuivaus letkuja pitkin esimerkiksi ontelolaattojen vedenpoistoreikiin. Kuivain ei ole yhtä herkkä lämpötilan muutoksille, kuin kondenssikuivain. Absorptiokuivainta voidaan käyttää rakennustöiden loppuun asti, jotta saavutetaan oikea rakenteellinen kosteus. Kuivaimella saadaan poistettua kosteutta 12-27 litraa vuorokaudessa. [29.]



Kuva 11. Business Park. Absorptiokuivan wc-tilassa.

Absorptio- ja kondenssikuivaimen yhdistelmällä saadaan puhallettua sekä imettyä ilmaa ja ne ensin erottelevat kosteuden höyryksi, jonka jälkeen höyry ohjataan kondenssiyksikölle, joka tiivistää kosteuden vedeksi. Näin kosteutta voidaan poistaa myös imemällä eri tiloista ja kosteus poistuu tehokkaammin kondensaation avulla.

Laitteisiin voidaan lisätä myös turbiineita, joiden avulla ilmaa voidaan puhaltaa tai imeä useampaan paikkaan samaan aikaan. [29.]

4.3 Vesienhallinta

Eri työvaiheet vaativat vettä, sekä rakennukseen saattaa päästä sade- tai sulamisvesiä, koska kaikki pinnat eivät ole vielä täysin ummessa. Rakennusten sisällä käsiteltävien ja liikkuvien vesien määrää tulisi minimoida erilaisin keinoin sekä suojata pintoja roiskuvilta vedeltä.

4.3.1 Sekoituspiste

Muuraus- ja laatoituslaastin valmistus kannattaa keskittää tiettyihin paikkoihin. Sekoituspisteet (kuva 12.) tulisi keskittää yhteen tai useampaan pisteeseen kerrosta, minne tulee vesiputki ja vesi saadaan kaadettua viemäriin pitkin pois rakennuksesta. Piste suojataan suojamuoveilla ja vanereilla. Jos pisteellä sattuu vahinko ja esimerkiksi vesiastia kaatuu, niin se ei valu suoraan lattialle, vaan jää muovin päälle. Siitä se on helppo poistaa esimerkiksi vesi-imurilla. Näin säästytään betonipintojen ylimääräisiltä kastumisilta.

Hyvä ratkaisu ylimääräisten vesien poistoon on, viemäriin esimerkiksi parvekkeen kautta alas. Parvekkeille voidaan laittaa lavuaarit ja liittää ne liitosyhteellä päälinjastoon, joten jokaista voidaan käyttää samaan aikaan. Näin ei tarvitse käyttää ja sotkea rakennuksen omia viemäreitä.



Kuva 12. Keskustakirjasto. Sekoituspiste.

4.3.2 Väliaikaiset viemäriinjat

Business parkin työmaalla rantatiellä vesikatto oli siinä vaiheessa, että sitä alettiin eristää ja pinnoittaa. Katolta kerääntyvä vesi tulisi johtaa pois katolta, vaikka kattokaivoihin tulevia varsinaisia viemäreitä ei vielä ole. Kattokaivot oli asennettu paikoilleen ja niiden alapuolelle oli ostettu putkiurakoitsijalta väliaikainen viemäriinja. Näin saadaan kaikki katolta tuleva vesi ohjattua pois rakennuksesta ja alemmat kerrokset pysyvät kuivina. Putket tulee kannakoida hyvin, koska kovalla sateella vesimäärä on niin suuri, että linjasto voi aueta liitoksista tai pudota katosta. Linjasto (kuva 13.) oli tehty tavallisesta 110mm viemäriputkesta, joka oli kannakoitu kattoon ja linjasto johdettiin ikkuna-aukosta ulos. Viemäriin lopputään sijoitusta tulee myös miettiä (kuva14.), ettei kaikki vesi ohjaudu takaisin rakennusta päin.



Kuva 13. Business Park. Väliaikaiset kattokaivojen väliaikaiset viemärit.



Kuva 14. Business Park. Väliaikaisen viemärin syöksyputki, joka olisi voinut olla pidempi.

4.3.3 Suojakatos

Kasarmikadun työmaan kireä aikataulu pakotti miettimään, miten töiden etenemistä voitaisiin nopeuttaa. Talotekniikkakuilujen päälle oli levytetty vanerista taso, joka päällystettiin edelleen bitumikermillä. Näin kuilun yläpää saatiin vesitiiviiksi aina uuden kerroksen valmistuttua, mikä nopeutti taloteknisten töiden etenemistä huomattavasti.

Rakennuksen IV-konehuone sijaitsi kellarissa, joten siksi myös talotekniikkavetoja päästiin tekemään nopeassa tahdissa alhaalta asti kerrosten edetessä.

Ensimmäinen versio suojasta oli kokonainen katos kuilun päälle, jota oli tarkoitus siirtää aina uuden kerroksen valmistuessa, mutta se todettiin hankalaksi. Toinen versio (kuva 15.) oli pelkkä levytys ja nostot putkien kohdille. Kuilun ritilätason päälle levytettiin suoraan vaneri ja putkinousujen kohdalle tehtiin noin 1,5 korkuinen laatikko. Tämä rakennelma jätettiin aina kerroksen valmistuttua paikoilleen ja purettiin myöhemmin pois. Koko rakennelma päällystettiin bitumikermillä. Korkean laatikon tarkoitus oli se, että putkinousut päästiin tekemään aina seuraavan kerroksen puolelle, mikä helpottaa putkien jatkamista.



Kuva 15. Kasarmikatu. Talotekniikkakuilun suojaus bitumikermillä ja laatikot riittävää putkinousua varten.

4.3.4 Sääsuojaus

Kasarmikadun työmaa oli ennen ikkunoiden asennusta suojannut isot ikkuna-aukot telinesuojilla. Ikkuna-aukkoihin oli tehty valmiita suojaelementtejä. Suojaelementeissä oli puinen ikkuna-aukon kokoinen kehikko, johon oli nidottu telinesuojasta muovi ulkopintaan. Kokonainen suojaelementti asennettiin betoniruuveilla ikkuna-aukkoon. Valmis elementti on helppo asentaa heti kun seinäelementti on paikoillaan ja ikkuna-asennuksen yhteydessä ottaa irti ja siirtää seuraavaan kerrokseen odottamaan asennusta. Työturvallisuuden kannalta suojaelementit olisi kannattanut asentaa jo maassa, jolloin säästyttäisiin yhdeltä putoamisvaaralliselta työvaiheelta.



Kuva 16. Kasarmikatu. Säsuojaelementti ikkuna-aukossa.

Business parkin työmaalla oli julkisivutelineet rakennuksen ympärillä, joissa oli ympärillä säsuojamuovit. Telineiden kasaaminen, käyttö ja purkaminen vievät oman aikansa, joten työt, joita tarvitsisi tehdä telineiden alla maassa, tulee tehdä ennen asennusta tai purkamisen jälkeen.

4.3.5 Vesi-imuri

Irtonaisia vesiä imuroidaan vesi-imurilla. Se on tehokas tapa saada poistettua sadevesiä tai muita vesiä jotka ovat lattialla. Vesi-imuri on hyvä olla varmuuden vuoksi varalla, vaikka sitä ei välttämättä tarvitsisikaan, mutta silloin kun tarvitsee, niin se olisi helposti saatavilla. Tilojen yleinen siisteys auttaa myös havaitsemaan nopeammin, jos jostakin valuu vettä tai varastoitavista tavaroista on valunut vettä huonon säsuojauksen takia. Esimerkiksi timanttikorauksen jälkeen jäähdytysvedet olisi hyvä imuroida nopeasti pois, jolloin välttyään ylimääräisiltä kuivatuksilta.

4.3.6 Otsarakenteiden suojaus

Toimitilakohteissa väliseinäotsien teko aloitetaan hyvin varhaisessa vaiheessa, jotta talotekniikkaa voidaan alkaa asentaa kattoon. Jotta otsat voitaisiin tehdä mahdollisimman valmiiksi asti, tarvitsee ne suojata onteloiden saumoista tai ontelosta valuvalla vedeltä. Väliseinäasentaja laittaa seinän ylärangan ja katon väliin muovikaistan, joka ohjaa valuvan veden pois otsarakenteesta. Muovikaistan helman pituus olisi voinut olla niin pitkä, että se ylittää koko rakenteen, lyhyellä muovikaistalla on olemassa riski, että vesi voi päästä valumaan kipsiin ja siitä edelleen eristeisiin, jotka joudutaan vaihtamaan kastumisen jälkeen. Pitkän muovikaistan asennus voi tuottaa ongelmia rangon kiinnitysvaiheessa, joten muovi tulisi esikiinnittää rankaan jo ennen asennusta kattoon. Pitkä roikkuva muovikaista voi myös vaikeuttaa rangon linjaamista suoraan.



Kuva 17. Kasarmikatu. Muovikaista otsan ylärangan päällä.

4.3.7 Kosteudenhallintakierros ja kosteudenhallintaraportti

Työmaan kosteudenhallinnan tasoa voidaan valvoa työturvallisuutta valvovan TR-kierroksen tavoin. Työmaalla kierretään viikoittain ja tarkastellaan kosteudenhallinnan toimenpiteitä ja niiden toimivuutta. Kierroksen aikana kaikki kosteus- tai vesivahingot

dokumentoidaan kuvaamalla ja liittämällä sijainti, missä vahinko oli käynyt. Myös positiiviset asiat merkitään muistiin. Kierroksen etuna on jatkuva viikoittainen dokumentointi, jonka avulla voidaan osoittaa jälkeenpäin, missä tiloissa vahinkoja oli käynyt ja miten asia korjattiin. Näin ollen, jos rakennuksen valmistumisen jälkeen tulee epäilyjä, että jokin asia johtuu rakennusaikaisesta virheestä, voidaan dokumentaation avulla näyttää, että kyseisessä paikassa ei ole rakennusvaiheessa tapahtunut virheitä.

Vaikka kierros tehtäisiinkin viikoittain, niin siihen voidaan lisätä myös viikon aikana tapahtuneita vahinkoja ja positiivisia töitä. Ongelmia ei saa kuitenkaan jättää hoitamatta ja odottaa, että kierros tehdään ja vasta silloin asia huomattaisiin. Ongelmat hoidetaan pikapuoliin kuntoon ja kuitataan tehdyiksi. Raportin avulla myös, muut tahot kuten tilaaja ja valvoja pystyvät näkemään, millainen tilanne työmaalla on ollut. Viikoittaisten kierrosten ja yleisistä kosteudenhallinnan asioista koostetaan raportti, josta selviää tilanne ja tulevat suunnitelmat.

Keskustakirjaston työmaalla oli käytössä langattomia antureita, jotka mittasivat olosuhteita ja lähettivät dataa verkkoon 15 minuutin välein. Tämä tieto tukee myös viikoittaisen kosteudenhallintakierroksen havaintoja. Tiedon avulla voidaan myös seurata ja tarkkailla paremmin esimerkiksi, milloin tilassa voidaan aloittaa maalaus- tai muuraustöitä.

5 Haastattelujen tulokset

Yhtenä tutkimusmenetelmänä käytettiin työnjohtajien haastattelua. Haastattelut tehtiin työmaavierailujen yhteydessä. Työnjohtajat, joita haastateltiin, olivat joko kosteudenhallinnasta vastaavia tai osallistuivat muuten aktiivisesti kosteudenhallintatöihin.

Työmailla ei uusia työntekijöitä perehdytetä kovin syvällisesti kosteudenhallintaan. Kaikille työmaalla toimiville työntekijöille, tulisi perehdytyksen yhteydessä antaa riittävät tiedot siitä, mihin eri asioihin tulisi kiinnittää huomiota, jotta pystyttäisiin rakentamaan laadukkaita rakennuksia. Työmaaperehdytyksiin voitaisiin esimerkiksi lisätä kohta, jossa kerrotaan rakennuksen vesisuluista ja paikoista joista saa vedentulon loppumaan, jos tapahtuu putkirikkoja. Myös yleisestä ilmoitusvelvollisuudesta tulisi mainita, jos näkee vesivahingon tai riskipaikan niin siitä tulisi ilmoittaa siitä työnjohdolle. Keskustakirjaston hankkeen tavoin myös muille työmaille voisi jalkauttaa taloudelliset sanktiot, jos urakoitsijat poikkeavat kosteudenhallintasuunnitelman mukaisista toimista. [30.]

Urakkasopimuksia tehdessä voi kahden eri urakan väliin jäädä raja-alue jonka työt eivät kuulu kummallekaan urakoitsijalle. Tälle raja-alueelle voi jäädä kosteudenhallinnan kannalta kriittisiä paikkoja, jotka tulisi poistaa. Kaikilla olisi yleinen velvollisuus vähintään ilmoittaa vahingosta eteenpäin ja mahdollisesti myös torjua tai ennaltaehkäistä vahingon syntymistä. Pääurakoitsijan ja aliorakoitsijoiden välinen avoimuus helpottaisi ongelmakohtien löytämistä ja turha piilottelu jäisi pois. Ilmoitusten saantia voisi edistää kannustinjärjestelmällä esimerkiksi tarjoamalla pullakahvit kerran kuukaudessa havaintoja tehneille. [30.]

Työmailla ei oltu resursoitu erikseen henkilöitä kosteudenhallintatöihin, vaan ne oli sisällytetty joidenkin henkilöiden tai urakoitsijoiden toimiin. Henkilöt tekivät työturvallisuustimpureiden tavoin erilaisia suojaus- ja kosteushallintatöitä. Logistiikkaurakoitsijat hoitavat lumityöt ja rakennussiivoajat tekevät muun siivoustyön ohessa vesi-imurointeja. Kun kaikki työt on sisällytetty jonkun toimijan päivittäisiin töihin, nopeita hätätöitä pääsee tekemään nopeasti eikä tekijöitä tarvitse erikseen miettiä. [30.]

Kosteudenhallintasuunnitelmia noudattamalla ollaan päästy hyvin vähäisiin hätätöiden määriin. Askeleen edellä kulkemalla pystytään suunnittelemaan työt ja suojaukset siten, että hätätöitä ei pääse edes syntymään. Työmaiden arvio oli, että hätätöitä pääsee silti syntymään noin 40-80 h koko hankkeen aikana. Hätätöiksi lueteltiin vesimurointeja, aukkosuojien tekoa, muita suojauksia ja vesien valumisien estämistä. Kulunut talvi on myös ollut haastava, koska sääolosuhteet ovat muuttuneet vesi- ja räntäsateesta pakkaskeleihin useaan otteeseen. [30.]

Vain yhdellä työmaalla tehtiin erillisiä kosteudenhallintakierroksia. Kierros on TR-mittauksen kaltainen kierros. TR-mittaus on työturvallisuusmittaus, joka tehdään viikoittain. Sen aikana tarkastellaan työmaan, siellä käytettävien välineiden ja työntekijöiden turvallisuutta. Kosteudenhallintakierros todettiin hyväksi ja kannattavaksi tehdä. Kaikki vesivahingot ja muut ongelmat saadaan dokumentoitua pilvipalveluihin ja jaettua eri tahoille tarpeen mukaan. Kaikki tallennettu tieto tallentuu pilveen, josta sitä on helpompi tarkastella myöhemmin. Kaikki hankkeen osapuolet pääsevät myös tarkastelemaan havaintoja reaaliaikaisesti, jolloin tiedonvälitys nopeutuu. Kahdella muulla työmaalla ei erillistä kierrosta tehty vaan se sisällytettiin muuhun päivittäiseen kiertämiseen. [30.]

Työmaat eivät nähneet, että kaupungin rakennusvalvonnan vaatimukset toisivat uusia asioita kosteudenhallintaan. YIT:n oma laadunhallinta on valmiiksi niin hyvin suunniteltu, että jo sitä noudattamalla saadaan lähes kaikki rakennusvalvonnan vaatimukset täytettyä. Rakennusvalvonnan ohjeiden mukaan tiettyjä asioita parannetaan, jos tarve vaatii, esimerkiksi joidenkin työvaiheiden tekeminen sääsuojahupun alla. Aikaisempien hankkeiden avulla tiedetään jo valmiiksi, mihin asioihin valvonta tulee puuttumaan, joten niiden avulla moneen asiaan pystytään varautumaan jo etukäteen. [30.]

6 Johtopäätökset

Kosteus kokonaisuudessaan on laaja aihe. Se, kuinka kosteus käyttäytyy ja miten kosteutta hallitaan eri olosuhteissa, vaatii tietoa ja taitoa eri osa-alueilta. Nykypäivän nopea rakennustahti ei jätä juurikaan varaa virheisiin, joten kaikki työt tulee suunnitella huolellisesti ennen rakentamista. Eri käytännöt ovat osoittaneet, miten monella eri tavalla työmaan olosuhteita voidaan hallita. Kosteudenhallinnassa tulee varmistua aina siitä, että vettä tai kosteutta ei pääse sellaisiin paikkoihin, joista niistä voi olla haittaa rakennuksen turvallisuudelle tai terveydelle.

YIT:n kosteudenhallintakäytänteet ovat tietyiltä osilta vakioituneet tiettyihin toimiin, mutta toimintaa pitää kehittää jatkuvasti, jotta asioissa ei jäädä seisomaan paikoilleen. Samaa virhettä ei kannata tehdä kahta kertaa, vaan vahingoista tulee oppia ja tietoa tulee jakaa mahdollisimman laajasti. Työmaat ovatkin kehittäneet omia erilaisia ratkaisuja kohteiden ominaisuuksien mukaan. Erilaiset laitteet ja välineet ovat helpottamassa työtä, mutta niiden ominaisuudet ja käyttökohteet tulee tuntea ennen käyttöönottoa.

Uusi käytäntömalli Kuivaketju 10 on hyvä valinta, jos haluaa käyttöön valmiiksi tehdyn pakettin kosteudenhallintaan. Mallia käytettäessä koko rakennuksen elinkaarta on ajateltu. Hankkeeseen ryhtyvän päätös käyttää Kuivaketju 10:ntä velvoittaa erilliseen kosteudenhallintakoordinaattoriin, jolloin hänen vastuullaan on valvoa kosteudenhallinnan onnistumista. Kosteudenhallintavastaava tai koordinaattori vaaditaan myös ilman, että käytössä on Kuivaketju 10 malli. Kosteudenhallintakoordinaattorin tulee olla hankkeessa, mukana jo suunnitteluvaiheessa, jolloin hän voi puuttua alusta alkaen puutteellisiin suunnitelmiin ja ottaa kantaa materiaalivalintoihin ja pieniin detaljitason asioihin. Useiden kaupunkien rakennusvalvonnat suosittelevat Kuivaketju 10:n ottamista käyttöön, sillä sen käytöllä voidaan välttää yli 80 prosenttia kosteusvaurioiden syntymisestä. [12.] Yhteistä päämäärää tavoiteltaessa, rakennuksista tulee laadukkaampia sekä ne säilyttävät arvonsa pidempään.

Toimitilayksikön työmailla oli erittäin osaavia ja asiantuntevia henkilöitä. Jokaisessa vierailussa kohteessa oli jokin erityinen asia jota kannattaa käyttää myös jatkossa ja soveltaa käyttöön myös muualla. Parhaina toimenpiteinä pidän Kasarmikatu 21:n talotekniikkakuilun vaneroitua suojaa bitumikermillä päällystettynä. Se nopeuttaa

talotekniikka-asennuksen aloittamista, kun kuilu saadaan suojaan säältä. Keskustakirjaston erillinen kosteudenhallintakierros pakottaa dokumentoimaan kaiken kosteudenhallintaan liittyen, niin positiiviset, kuin negatiiviset havainnot. Näin kaikesta toiminnasta jää jälki, joka on helppo tarkastaa myös jälkikäteen. Business Parkin väliaikaiset viemäriputket olivat, hyväksi todettu keino ohjata katolta tulevat vedet ulos rakennuksesta. Työmaaperehdytyksen yhteyteen voisi lisätä infopakettin kosteudenhallinnasta, jotta kaikilla olisi perustiedot saatavilla ja näin saataisiin myös työntekijöiden tietoutta lisättyä.

Kokonaisuudessaan kosteudenhallinta on hyvin hallinnassa ja siinä kehitytään jatkuvasti. Uskon että tulevaisuudessa valmistuvat rakennukset säilyvät koko rakennusajan kuivempina, kuin ennen. Säätilojen muutokset ja kiristyvät vaatimukset lisäävät haasteita, mutta ne ovat vain uusia haasteita, jotka pakottavat kehittämään toimintaa entistä parempaan suuntaan.

Lähteet

- 1 Björkholtz Dick. 1997. Lämpö ja kosteus rakennusfysiikka. 2. painos. Saarijärvi: Rakennustieto Oy
- 2 Ilmatieteenlaitoksen verkkosivu, luettu 27.2.17. <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilman-kosteus>
- 3 Sisäilmayhdistys ry:n verkkosivu, luettu 27.2.17. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Materiaalien-ominaisuudet>
- 4 Kokko Erkki. 2002. Hengittävä puukuiturakenne, Fysikaalinen toimintaperiaate ja vaikutukset sisäilmaan. Vammalan kirjapaino. Wood Focus Oy
- 5 Siikanen Unto. 2001. Rakennusaineoppi. Kuudes painos. Hämeenlinna. Rakennustieto Oy
- 6 Puuinfo verkkosivusto, luettu 2.3.17. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/kosteusteknisiä-ominaisuuksia>
- 7 Niemeläinen Tero. 2014. Kosteusvaurioiden ehkäiseminen rakennustuotannossa. Tampere. Suomen Rakennusmedia Oy
- 8 Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132)
- 9 Suomen rakentamismääräyskokoelma C2. Kosteus määräykset ja ohjeet 1998. Suomen Ympäristöministeriö
- 10 Asuntokauppalaki (23.9.1994/843)
- 11 Terveystieteiden ja lääketieteiden tutkimuskeskuslaki (11.11.2016/942)
- 12 Helsingin kaupungin rakennusvalvonnan kosteudenhallinnan menettelytapaohje 11/2016
- 13 Vantaan kaupungin rakennusvalvonnan kosteudenhallinnan ohjausmenettelyt 1/2017
- 14 Espoon kaupungin rakennusvalvontakeskuksen kosteudenhallintasuunnitelma
- 15 Kuivaketju 10 verkkosivusto, luettu 6.3.17 <http://kuivaketju10.fi/>

- 16 Paremmen laadun puolesta verkkosivusto, luettu 6.3.17
<http://www.paremmenlaadunpuolesta.fi/hanke.html>
- 17 Kuivaketju10 Työmaatoteutus-kortti. Luettu 15.11.2016.
http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2015/11/Kuivaketju10-Ty%C3%B6maatoteutus_20161115.pdf?x70712
- 18 Kone-Ratu 07-3032. Rakenteiden lämmitys ja kuivaus
- 19 El-Björn verkkosivusto, luettu 17.3.17
http://www.elbjorn.com/fi/tuotteet/olosuhdehallinta/tvs_kuivaus-ja_lammitysjarjestelmä/vesikiertolammitimet/e8726439_lammittää_jopa_1000_m²_tilat
- 20 Ratu S-1232. Rakennustyömaan sääsuojaus
- 21 Thermo-BETOX TB700. käyttöohje.
http://tuotteet.ramirent.fi/sites/tuotteet.ramirent/files/product_attachments/Käyttöohje%20Lämpöpuhallin%20TB1300.pdf
- 22 Ramirent verkkosivusto Thermo-BETOX 700. Luettu 17.3.17
<http://tuotteet.ramirent.fi/node/2540>
- 23 Doka verkkosivusto, luettu 17.3.17 <https://www.doka.com/fi/system-groups/thermox>
- 24 Aalto ym. 2012. Tilastoja suomen ilmastosta 1981-2010. Helsinki. Ilmatieteenlaitos.
- 25 Ratu C8-0377. Talvityöt- ja kustannukset
- 26 Strong-Finland Oy verkkosivusto. Simpukkapuhallin. Luettu 18.3.17
<http://www.strong.fi/fi/tuotteet-ja-tarvikkeet/kuivaimet-ja-puhaltimet/puhaltimet-ja-sivukanavaturbiinit/tuote/simpukkapuhaltimet>
- 27 Strong-Finland Oy verkkosivusto. Aksiaalipuhallin. Luettu 18.3.17
<http://www.strong.fi/fi/tuotteet-ja-tarvikkeet/kuivaimet-ja-puhaltimet/puhaltimet-ja-sivukanavaturbiinit/tuote/al-aksiaalipuhaltimet>
- 28 Ahlsell verkkosivusto. Kanavapuhallin. Luettu 18.3.17
<https://www.ahlsell.fi/34/ilma/puhaltimet/kanavapuhaltimet-ja-varusteet/kanavapuhaltimet-systemair-ec/8013038/>
- 29 Kuivain.fi Verkkosivusto. Kondenssikuivain. Absorptiokuivain. Yhdistelmäkuivain. Kombikuivain. Turbiini. Luettu 18.3.17 <http://kuivain.fi/kuivaimet/>

- 30 Janne Kurikka. Työnjohtaja. 2017. YIT. Haastattelu 9.3.2017. Harri Nurmo. Työnjohtaja. 2017. YIT. Haastattelu 8.3.2017. Olli Virtanen. Vastaava mestari. 2017. YIT. Haastattelu 7.3.2017.
- 31 Kukkonen Esko. Sisäilmaluokitusta uudistettiin. Sisäilmayhdistys ry. Luettu 27.2.17. <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK020303.pdf>
- 32 YIT Rakennus Oy. 2004. Kuivatus ja lämmitys toimintaohje

Haastattelukysymykset

1. Miten työmaaperehdytyksessä otetaan kosteudenhallinta esille? Kerrotaanko esimerkiksi vesisulkujen sijainnit?
2. Kuinka monta henkilö on resursoitu kosteudenhallintatöihin?
3. Teettekö erikseen kosteudenhallintakierroksia? Samantapainen, kuin TR-kierros. Onko ollut hyötyä?
4. Kuinka paljon erilaisia hätätöitä olette tehneet kosteudenhallinnan takia?
5. Millaisia kosteuden- ja olosuhdehallinnan toimenpiteitä teillä on käytössä työmaalla?

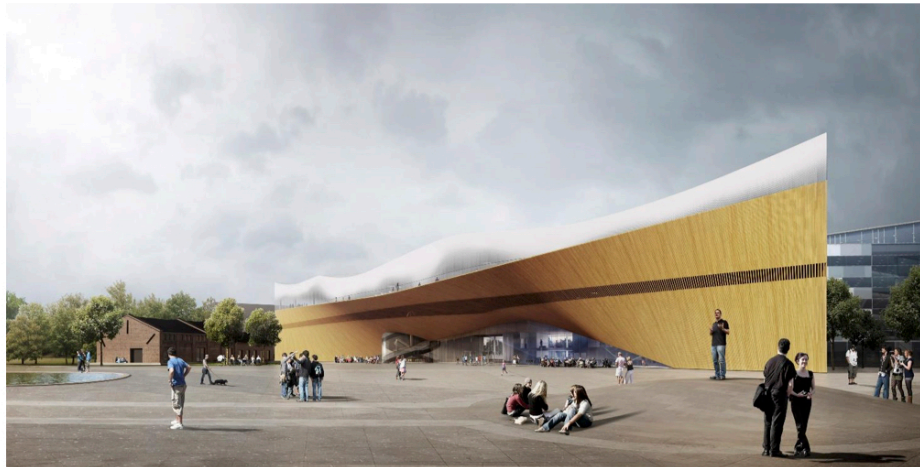
Kosteudenhallinnan kuukausiraportti.



Kosteudenhallinta

Keskustakirjasto, kuukausiraportti, 10.3.2017

Julkinen





14.2.2017 | 2 (5)

Sisältö

1	Kuluneen kuukauden kosteusmittaukset.....	3
2	Tapahtuneet kosteusvauriot	3
3	Rakennuksen olosuhdeseuranta	3
4	Kuluneen kuukauden pinnoitusluvan saaneet tilat	3
5	Tulevat pinnoitettavat tilat	3
6	Tulevat haasteet kosteudenhallinnan näkökulmasta.....	3
7	Muut asiat	4

© 2017 YIT Rakennus Oy
Panuntie 11, PL 36, 00621 Helsinki
Puhelin 020 433 111, faksi 020 433 3700
www.yit.fi



14.2.2017 | 3 (5)

1 Kuluneen kuukauden kosteusmittaukset

- Ensimmäiset kosteusmittaukset porareijistä otettiin keskiviikkona 1.3.2017 huoneesta IV-konehuone 01103. 70 mm syvyydestä tulokset RH 90,5-96,4%. (liitteenä kosteusmittausraportti)
- Jatketaan mittauksia, kun lämpötila saadaan jälleen takaisin yli +15 astetta.

2 Tapahtuneet kosteusvauriot

- 7-8 linjan välissä katon halkeamat vuotavat edelleen vettä. Injektointi käynnissä. Tippuva vesi kerätään paljuihin. Lattialle mennyt vesi imuroidaan vesi-imurilla välittömästi. Tilanne kuitenkin parantunut huomattavasti eli alakautta tapahtunut injektointi on tuottanut tulosta.
- Kosteusvauriot merkataan kosteudenhallintakansiossa oleviin Ark-pohjakuviin.

3 Rakennuksen olosuhdeseuranta

- Olosuhdeseuranta aloitettu tiistaina 7.2.2017
- Kellarissa 5 langatonta mittaria, jotka antavat dataa 15 minuutin välein.
- Pohjoispäädysässä lämpötila n.+14 astetta.
- Ilmankosteus Pohjoispäädysässä n. 40%
- Liitteenä olosuhdeseurantakaaviot.
- Kellarin aukot ovat olleet tavarantoimituksen ja muotin teon vuoksi auki ja lämpötila on päässyt laskemaan koko kellarin alueella. Huolehditaan jatkossa, että suojat tulevat välittömästi takaisin kiinni. Tavoite saada lämpötila koko kellarin osalta yli +15 astetta.
- Ensi viikolla keli lämpenee sääennusteen mukaan ja se helpottaa osittain kellarin lämpimänä pitoa.

4 Kuluneen kuukauden aikana pinnoitusluvan saaneet tilat

- Kellarin katon pölynsuojamaalaus hengittävällä maalilla.

5 Tulevat pinnoitettavat tilat

- IV-konehuoneiden elastomeeripinnoite, vko14. Ensimmäiset kosteusmittaukset osoittivat, että elastomeerilattioiden osalta RH saadaan kauttaaltaan alle 95%, kunhan vain lämpötila saadaan pysymään riittävällä tasolla.

6 Tulevat haasteet kosteudenhallinnan näkökulmasta

- Halkeamien kohdalla injektoinnin onnistuminen



14.2.2017 | 4 (5)

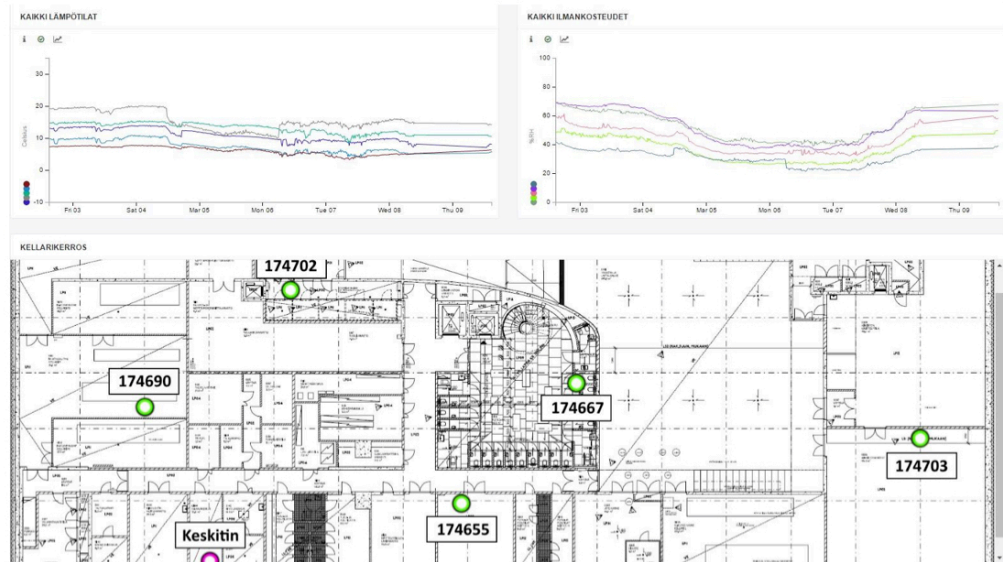
- Keli menee plussan puolelle jatkuvasti. Varauduttava sulamisvesiin. Jään ja lumen mekaaninen poisto holvin päältä. Viimeisten aukkojen tukkiminen holvilla.
- Kellarin katon maalaustyöt tehty pohjoispään osalta viikolla 9. Vaikka käytetään hengittävää maalia, veden tulo on saatava loppumaan täysin.

7 Muut asiat

- Perehdytyspakettiin on lisätty kosteudenhallintasivu, jonka avulla tuodaan jokaiselle työntekijälle tietoon kosteudenhallinnan merkitys laadukkaalla rakennustyömaalla
- Työmaalle saapuneet rakennustuotteet ovat olleet hyvin suojattuja ja ne on varastoitu joko kellarin tai muun hyvän suojan alle. Jatketaan samaan malliin.
- Liitteenä Congrid- raportti kosteudenhallintakerrokselta 9.3.2017

Helsingissä 10.3.2017

Janne Kurikka
Kosteudenhallintavastaava



Keskustakirjasto

Työ 42674

YIT Rakennus Oy

Kosteudenhallintakierros 8.3.2017


09.03.2017, Viikko 10




ID	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytty	👤	Valokuva
271	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK	
Kuvaus					
Keskustakirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Holvin kermieristys pääosin pitää veden valumisen kellariin→ Parannellaan auenneet eristeet					

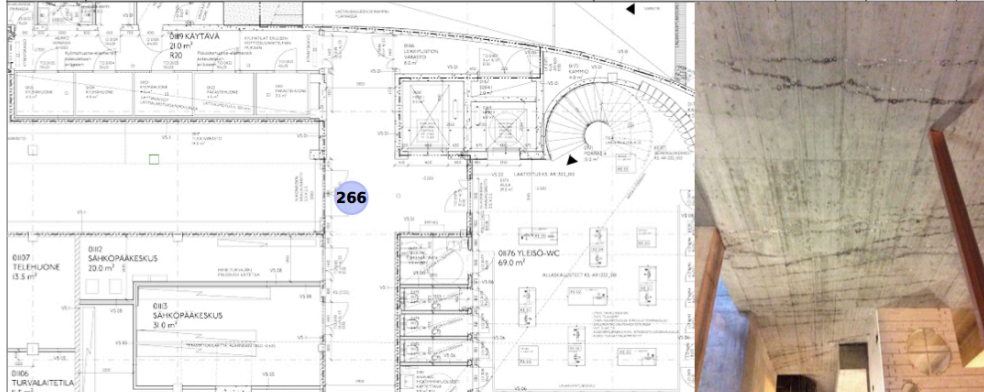
ID	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytty	👤	Valokuva
270	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK	
Kuvaus					
Keskustakirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Holvilla lumi saatu poistettua pääosin ja vesi imuroidaan ja ohjataan rakennuksen ulkopuolelle					

ID	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytty	👤	Valokuva
269	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK	
Kuvaus					
Keskustakirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Ramppi sula					

ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytty	👤
268	Keskuskirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Kellarin eteläpäässä halkeamat vuotavat→ Injektoitava	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK
					

ID	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytty	👤	Valokuva
267	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK	
<p>Kuvaus</p> <p>Keskuskirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Materiaalit hyvin suojattu→ Jatketaan samaan malliin</p>					

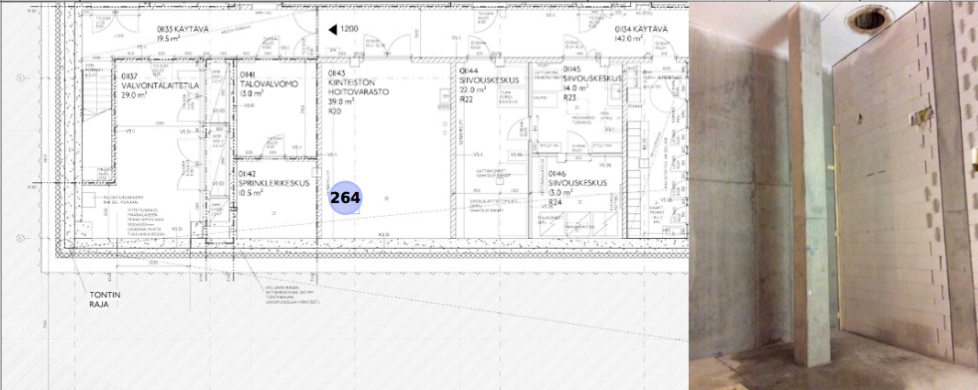
ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytty	
266	Keskuskirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Laatan injektointi vähentänyt huomattavasti vesivuotoa	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK



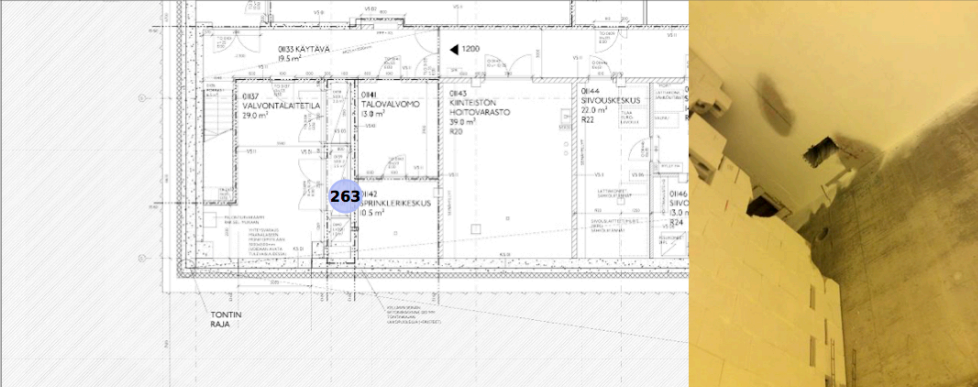
ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytty	
265	Keskuskirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Holvilla muuttityö kesken, vesi vuotaa aukosta → Betonoinnin jälkeen aukko umpeen	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK



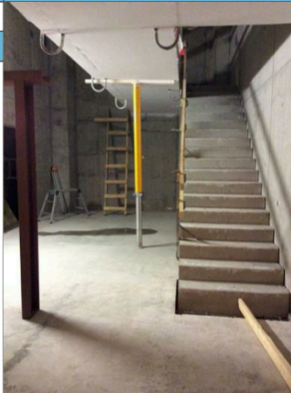
ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytty	
264	Keskuskirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Hoitovaraston katto vuotaa→ Parannetaan kermiä	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK

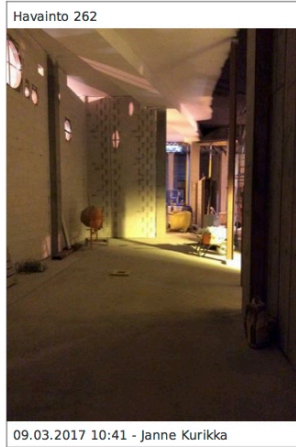



ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytty	
263	Keskuskirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Sprinklerihuoneen katosta vuotaa vettä→ Parannetaan kermiä	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK



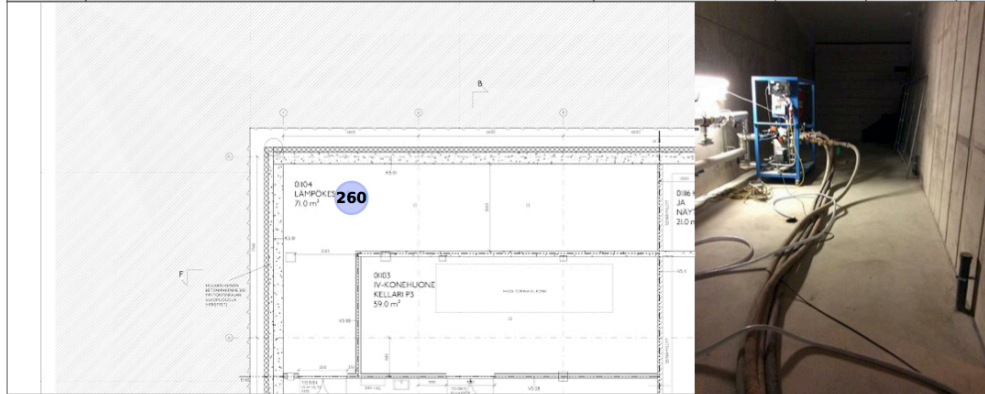

09.03.2017 10:43 - Janne Kurikka

ID	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytyt	Valokuva
262	YIT Rakennus Oy	09.03.17	JK	
Kuvaus				
Keskuskirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Pohjoispäästä kuvia 3				



ID	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksytyt	Valokuva
261	YIT Rakennus Oy	09.03.17	JK	
Kuvaus				
Keskuskirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Pohjoispäästä kuvia 2				

ID	Kuvaus	Vastuuyritys	Luotu	Hyväksyty	
260	Keskuskirjasto, Kellari. krs, Lohko A: Pohjoispäästä kuvia→ Hyvä tilanne	YIT Rakennus Oy	09.03.17		JK





Työmaan kosteusmittausraportti

**Työmaa /
osoite**

Helsingin keskustakirjasto
Töölönlahdenkatu 4, Helsinki
00100 Helsinki

Kohteen tyyppi

Uudiskohde

**Työnumero
YIT:
POLYGON:**

42674
051720100099

Yhteystiedot

Tero Seppänen (VTJ)
tero.seppanen@yit.fi
p. 040 840 0124

Janne Kurikka, työnjohtaja
p. 050 560 2198
janne.kurikka@yit.fi

**Tutkijat /
yhteystiedot**

Niko Rautio
p.0406612698
niko.rautio@polygongroup.com

Kohteen yleiskuvaus:

Helsingin keskustakirjasto on Helsinkiin Töölönlahden läheisyyteen rakennettava kaupunginkirjasto. Keskustakirjastoa rakennetaan Makasiinipuiston ja Töölönlahdenkadun väliselle alueelle. Rakennuksen odotetaan valmistuvan loppuvuodesta 2018

Rakenne	Mittaustapa	Pinnoitteen mukainen raja-arvo (eri mittaussyvyyksillä)
200mm betoni	Porareikä tai näytepala	A= 70 B= 28
120mm betoni	Porareikä tai näytepala	A= 48 B= 19

Kosteusmittauksen kohteena olevat rakennetyypit

Kohteessa suoritettavat kosteusmittaukset kohdistuvat ensisijaisesti betonirakenteisiin. Muiden rakenteiden kosteusmittaukset suoritetaan erikseen sovitusti, soveltuvilla mittausmenetelmillä.

Kosteusmittauksien laajuus

Kosteusmittaus suoritetaan (Rh %) porareikämenetelmällä. Mittaukset suoritetaan lattioiden osalta valualueittain. Valualueille tehdään pääsääntöisesti mittapisteitä 1 mp/70 m² (kuitenkin vähintään 2 mp).

Mittaussyvydet ja pisteet:



Mittaussyvydet on määritetty RT 14-10984 ohjeiden mukaisesti tiedoksi saatetun rakenteen perusteella.

Mittauspisteet on määritelty kohteeseen tilaajan osoittamiin paikkoihin.

Tilaajan ilmoittamat pinnoitteet ja kosteus raja-arvot arviointisyvyyksissä A ja B (+20°C)

	Pinnoite:	A	B
1. Muovimatto		85	75
2. Vedeneriste		90	

Tulkinnat:

	Kosteusmittaustulos alittaa tilaajan antaman enimmäiskosteus raja-arvon tai selvästi kaikki ohjeistukset enimmäiskosteudesta pinnoitettavuudelle. Huomioitu mittalaitteiden enimmäisvirhe.
	Kosteusmittaustulos ylittää tilaajan antaman enimmäiskosteus raja-arvon pinnoitettavuudelle tai lämpötila ei ole sopiva ko. kosteusmittausmenetelmälle. Huomioitu mittalaitteiden enimmäisvirhe.

MITTAUSTULOSTEN TULKINTA:

Suhteellinen kosteus = RH, lämpötila = °C

MITTALAITTEIDEN TARKKUUS

HM41 / HM40 Näyttölaitteen aiheuttama enimmäisvirhe +20 °C:ssa

Kosteus: ± 0,1 % RH

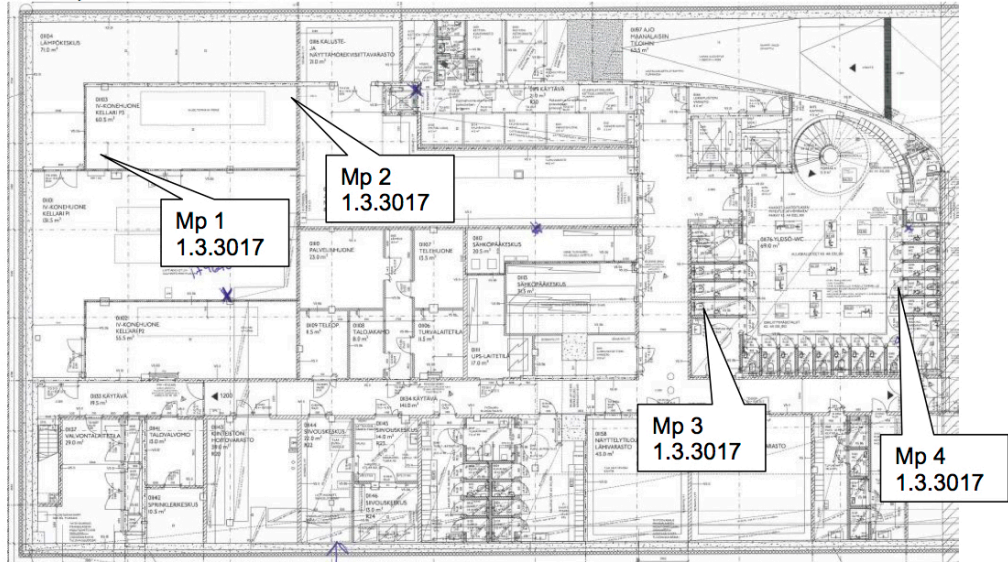
Lämpötila: ± 0,1 °C

HMP44 / HMP40S Mittapään aiheuttama enimmäisvirhe +20 °C:ssa

± 2 % RH (0-90 % RH)

± 3 % RH (90-100 % RH)

Kellari, Lohko



Mittapiste nro kuvassa	Porauspäivä: 21.2.2017 Mittauspäivä: 1.3.2017				
	Syvyys (mm)	Anturi	Rh (%)	T °C	Abs (g/m ³)
1	28	g3	85,6	19,8	
	70	w9	96,4	20,6	
2	28	go7	84,8	12,2	
	70	b4	90,5	13,2	
	si: 55,2 % 13,2 °C				
3	19				
	48				
4	19				
	48				

Mittalaitteet:

MITTALAITTEET JA NIIDEN TARKKUUS	W –Sarja (White)/ kalibroitu 02.06.2016 (Vaisala)
	W1 m2240313
HMP40 S Mittapään aiheuttama enimmäisvirhe	W3 m2240314
	W3 m2240317
	W4 m2240318
Lämpötila välillä (0...+40 °C)	W5 m2240319
0...90 % kosteus ±1,5 % RH	W6 m2310614
90...100 % RH, kosteus ±2,5 % RH	W7 m2310615
Lämpötila välillä (-40...0 °C. +40...+90°C)	W8 m2310616
0...90 % kosteus ±3,0 % RH	W9 m2310617
90...100 % RH, kosteus ±4,0 % RH	W10 m2310618
	B–Sarja (Blue)/ kalibroitu 02.06.2016 (Vaisala)
	G –Sarja (Gold)/ kalibroitu 02.06.2016 (Vaisala)