



Olosuhdehallintaohjeen kehittäminen

Mikko Hulpio

OPINNÄYTETYÖ
Marraskuu 2019

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

HULPIO, MIKKO:
Olosuhdehallintaohjeen kehittäminen

Opinnäytetyö 35 sivua, joista liitteitä 13 sivua
Marraskuu 2019

Tämä opinnäytetyö on toteutettu yhteistyössä RKM Group Oy:n kanssa. Olosuhdehallintaan pyritään kiinnittämään yhä enemmän huomiota rakennustyömaalla. Oikein toteutetulla olosuhdehallinnalla pystytään vaikuttamaan rakentamisen aikatauluihin sekä kustannuksiin. Opinnäytetyön kirjoittaja on työskennellyt olosuhdehallinnan tehtävissä ja huomannut kuinka tärkeässä osassa laadukas olosuhdehallinta on työmaalla.

Opinnäytetyö käsittelee olosuhdehallintaan vaikuttavia elementtejä kuten koneellinen kuivaus, lämmitys ja ilmavaihto. Työssä käsitellään myös kosteusmittausta. Työssä käytettiin avuksi alan kirjallisuutta, ohjeistuksia sekä toimiviksi koettuja menetelmiä.

Työn aikana huomattiin, että rakenteiden kuivumiseen vaikuttaviin seikkoihin ei kiinnitetä työmaalla tarpeeksi huomiota. Olosuhdehallinnan toteutuminen työmaalla on yhteistyötä ja sen toteutuminen tulee suunnitella tarkasti.

Työn tavoitteena oli tehdä yksinkertainen ja helposti ymmärrettävä olosuhdehallintaohje, johon työnjohto voi tutustua rakentamisen eri vaiheissa. Ohje toimii myös työmaaperehdytyksen liitteenä, ja sitä voidaan käyttää myös halli-, toimitila sekä pientalotyömailla. Ohjeessa esitetään olosuhdehallinnan vaiheet runko- ja sisävalmistusvaiheessa.

Asiasanat: olosuhdehallinta, kosteusmittaus, koneellinen kuivaus

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Construction Site Management

HULPIO, MIKKO
Condition Management Guide

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 13 pages
November 2019

This thesis was done in cooperation with RKM Group Oy. This thesis deals with condition management in general. Condition management is increasing attention on construction sites. Properly executed, it can influence schedules and cost of the construction. The author of this thesis has worked years in condition management in construction yards, and he has noticed that how important quality executed condition management is in building site.

Thesis deals with elements that influence condition management, such as mechanical drying, heating and ventilation. Thesis also deals moisture measurements. Literature, guidelines and proven methods were used to help write this thesis.

During the work, it was noticed that the issues affecting the drying of structures, were not given enough attention in various building sites. The implementation of condition management at the construction site is co-operation and its implementation must be carefully planned.

Main goal of this thesis was to create a simple reading guide, that foremen in the construction sites can read at various steps of the construction. This guide can also use in site orientation and guide can be also use in halls-, office and detach house sites. Guide presents the stages of condition management in the frame-, and interior fabrication stages.

Key words: condition management, humidity measurement, drying

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
1.1	Tausta	5
1.2	Tavoite	5
1.3	Rajaukset	5
2	ILMAN OLOSUHTEET	6
2.1	Yleistä	6
2.2	Kosteus ulkona.....	7
2.3	Kosteus sisällä	8
3	OLOSUHDEHALLINTA.....	9
3.1	Lämmitys.....	9
3.2	Koneellinen kuivaus	10
3.3	Tuuletus ja ilmavaihto	12
3.4	Kosteusmittaus ja etäseuranta	13
3.5	Kuivaketju10	17
4	RAKENNUSTYÖMAAOHJE	19
4.1	Runkovaihe	19
4.2	Sisävaihe	20
5	POHDINTA	21
	LÄHTEET	22
	LIITTEET	23
	Liite 1. Olosuhteiden vaikutus mittaustuloksiin.....	23
	Liite 2. Ohje olosuhdehallinnasta työnjohdolle	24

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Olosuhdehallinta on tämän päivän sana rakennustyömailla. Oikealla olosuhdehallinnalla pystytään vaikuttamaan rakenteiden kuivumisaikoihin sekä valmiin rakennuksen terveellisyyteen. Monilla työmailla olosuhdehallintaan ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota, jolloin riskinä voi olla aikataulujen venyminen ja rakenteiden liian aikainen pinnoittaminen. Liian aikaisella rakenteiden pinnoittamisella voi olla merkittävä vaikutus rakennuksen terveellisyyteen.

Rakentamisen aikataulut ovat yleisesti kireitä ja rakennukset entistä monimutkaisempia. Rakennusmateriaalit kehittyvät, jolloin rakenteiden kuivumisajat saattavat muuttua. Tämä tuo haasteen laadukkaalle olosuhdehallinnalle.

1.2 Tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää rakennustyömaan olosuhdehallintaa, sekä tehdä ohje työnjohdolle, jotta olosuhdehallinta toteutuisi työmaalla laadukkaasti. Opinnäytetyön tekijä on työskennellyt vuosia kosteusvaurioiden parissa ja uudistuotannon kosteudenhallinnan tehtävissä.

1.3 Rajaukset

Työ rajataan olosuhdehallintaan, kosteusmittauksiin sekä ohjeen laatimiseen. Työssä käsitellään myös kuivaketju10- toimintamallia sekä rakennusfysiikkaa yleisesti.

2 ILMAN OLOSUHTEET

2.1 Yleistä

Ilma pystyy sitomaan itseensä tietyn määrän kosteutta. Kosteuden määrä on riippuvainen ilman lämpötilasta. Kylmä ilma pystyy sitomaan itseensä huomattavasti vähemmän kosteutta kuin lämmin ilma. Kyllästyskosteudeksi (V_k) kutsutaan ilmiötä, jossa lämpötila on sitonut itseensä maksimimäärän vesihöyryä (taulukko 1). Tällöin suhteellinen kosteus (RH) on 100%.

TAULUKKO 1. Ilman lämpötilan kyllästyskosteudet (Björkholtz 1997, 44)

t °C	v_k g/m ³	p_s Pa	t °C	v_k g/m ³	p_s Pa	t °C	v_k g/m ³	p_s 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	39,56	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			

”Lämpötilaa, jossa ilman sisältämä vesihöyry muuttuu vedeksi eli kondensoituu, kutsutaan kastepisteeksi. Tällöin ilman kosteus saavuttaa kyllästyskosteuden” (Siikanen 2015, 70). Tiivistyminen tapahtuu ympäröivää ilmaa kylmemmälle kovalle pinnalle, jos pinnan vesihöyryn kyllästymiskosteus ylittyy.

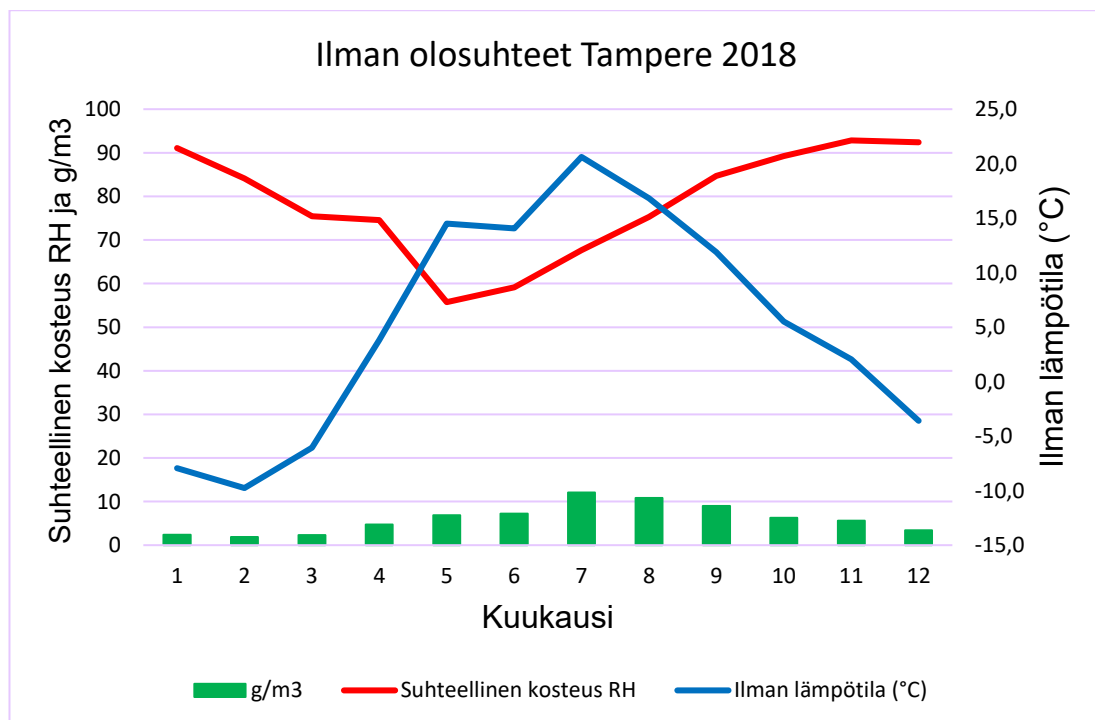
Suhteellinen kosteus (RH) on prosentuaalinen luku ilman sitomasta vesihöyrynpitoisuudesta. Esimerkiksi, jos ilman suhteellinen kosteus on 50 RH ja lämpötila on +20 °C, pystytään ilman sisältämä vesihöyrypitoisuus (g/m^3) selvittää seuraavalla laskutoimituksella, taulukkoa 1 apuna käyttäen.

$$17.28\text{g}/\text{m}^3 * 0.5 = 8.64\text{g}/\text{m}^3$$

2.2 Kosteus ulkona

Ilman kosteussisältö muuttuu huomattavasti vuodenaikojen mukaan. Talvella ilma on kuivaa (vesihöyryä $1.5\text{--}3.0\text{ g}/\text{m}^3$), vaikka ilman RH on korkea (80–90%). Kesällä ilma on kosteampaa (vesihöyryä $8\text{--}11\text{ g}/\text{m}^3$), mutta ilman RH on alhaisempi (65–80%).

Kuviossa 1 on Tampereen ilman olosuhteet kuvattuna vuonna 2018. Talvella, keväällä ja syksyllä ilman suhteellinen kosteus (RH) oli korkea. Kesällä suhteellinen kosteus oli matala. Vesihöyryn (g/m^3) määrä oli alhainen talvella ja keväällä. Kesällä ja syksyllä vesihöyryn määrä ilmassa oli korkea (kuvio 1).



KUVIO 1. Ulkoilman keskimääräinen vuotuinen suhteellinen kosteus RH, vesihöyryn määrä (g/m^3) ja lämpötila °C Tampereella 2018 (Hulpio, mukailen ilmatieteenlaitos 2019)

2.3 Kosteus sisällä

Sisäilman kosteuteen vaikuttavat ulkoilman kosteus, rakennuksen kosteuslähteet, rakennuksen käytöstä aiheutuvat kosteuslisät sekä ilmanvaihto. Asunnon ilman tulisi vaihtua kerran tunnissa. Asuntoon kosteuslisää tuottavia asioita on ruuanlaitto, tiskien- ja pyykkienpesu sekä ihmisten ja eläinten tuottama kosteus. Normaali kosteuslisä asuintiloissa on 3 g/m^3 .

Talvella sisäilman suhteellinen kosteus on normaalisti välillä 20–40 RH ja kesällä välillä 50–70 RH lämpötilan ollessa $+20 \text{ °C}$. Talvikuukausina sisäilman kosteus saattaa laskea alhaiseksi, jolloin voi tulla kyseeseen sisäilman kostuttaminen. Liian alhainen sisäilman kosteus aiheuttaa sekä lisää hengitysoireita, limakalvojen kuivumista ja ihon ärsytysoireita. Liian kostea ilma voi aiheuttaa rakenteiden kosteus ja homevaurioita (Hengitysliitto 2019).

Rakennusaikana huomattavaa kosteuslisää sisäilmaan tuottavat valut, tasoitukset ja maalaukset. Runkovaiheessa kosteuslähteitä ovat mahdolliset rakenteisiin päässyt lumi-, sade-, hule- ja valumavedet, kaasulämmittimet ja mahdollinen maaperän kosteus.

Rakenteiden luovuttama ylimääräinen rakennekosteus pyritään poistamaan rakennusaikana. Rakennekosteudeksi kutsutaan vesimäärää, joka poistuu rakenteesta ennen kuin rakenne on tasapainokosteudessa ympäröivän ilman kanssa. Betonisissa välipohjarakenteissa tasapainokosteuden saavuttaminen saattaa viedä jopa 10 vuotta (BY 201/2018, 536).

3 OLOSUHDEHALLINTA

3.1 Lämmitys

Työmaan lämmitys ja sen toteutus muodostavat rungon työmaa-aikaiselle olosuhdehallinnalle, mutta lämmitys on myös suurin energian kuluttaja työmaalla. Lämmityksellä pyritään luomaan työmaalle tarvittavat olosuhteet, jolla pystytään mahdollistamaan rakenteiden kuivuminen. Talvirakentamisessa rakennuksen lämmittäminen, tuuletus ja riittävä ilmankierto ovat yleensä riittävät toimenpiteet rakenteiden kuivumiselle.

Runkovaiheen töissä talvisin lämmitysmuotona on nestekaasulämmitys. Nestekaasulämmittimien tarkoituksena on betonin valutöiden lämmittäminen. Kaasulämmittimet tuottavat kosteutta kaasun palaessa, eivätkä ne tällöin sovi sisävalmistusvaihetöihin. Nestekaasulämmittimissä on huomioitava myös tilan riittävä tuuletus ja työturvallisuus.

Sisävalmistusvaiheessa työmaalla ovat käytössä öljy-, sähkö- tai vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä (kuva 1). Lämmitysjärjestelmän valinta on kiinni rakennuksesta, energian hinnasta, laitteiden saatavuudesta sekä käytön vaatimasta työmäärästä (Hämäläinen & Teriö 2017, 29)



KUVA 1. Vesikiertoinen lämmitin työmaalla (Hulpio 2019)

3.2 Koneellinen kuivaus

Rakennustyömaalla rakenteiden kuivumisnopeuteen pystytään vaikuttamaan koneellisesti. Koneellisia kuivatustapoja on tilakuivaus sekä kohdekuivaus.

Tilakuivauksessa pyritään koneellisesti alentamaan rakenteita ympäröivän ilmatilan kosteutta, jolloin luodaan kapasiteettia ilmalle ottaa vastaan rakenteiden luovuttama kosteus. Tilakuivausta käytetään sekä uudisrakentamisessa että vesivahinkokohteissa. Laitteistoina käytetään tilakuivaimia sekä puhaltimia. Myös ilmanvaihdolla on suuri merkitys tilakuivauksessa.

Kohdekuivaus perustuu rakenteen jaksottaiseen lämmittämiseen ja jäähdyttämiseen, jolloin rakenteesta pyritään ”pumppaamaan” ylimääräinen kosteus pois. Menetelmä sopii hyvin massiivibetonirakenteisiin. Kohdekuivausta käytetään vesivahinkokohteissa, mutta menetelmä sopii myös uudisrakentamiseen, kuten kylpyhuoneiden lattioiden kuivaus (kuva 2).



KUVA 2. Kylpyhuoneen kohdekuivaus työmaalla (Hulpio 2019)

Tilakuivaintyyppiä on kahta erilaista: kondenssikuivain sekä adsorptiokuivain.

Kondenssikuivaimen hyöty tulee esiin korkeammissa lämpötiloissa, jolloin ilmankosteus saadaan nopeammin alhaiseksi, verrattuna adsorptiokuivaimen. Kuivaimen asennus on helppoa, koska kuivaimen tuottama poistoilma tiivistyy vedeksi keräysastiaan, jolloin se pystytään ohjaamaan poistoletkun avulla viemäriin. Uudisrakentamisessa kondenssikuivaimia nähdään sisävalmistusvaiheessa, jolloin viemäröinnit on jo kytketty.

Adsorptiokuivaimet pystytään asentamaan kohteeseen, jossa ei ole vielä rakennuksen oma lämmitysjärjestelmä käytössä. Koneiden poistoilma viedään ulos rakennuksesta poistoletkuja apuna käyttäen (kuva 3). Adsorptiotekniikka käyttäen pystytään rakennuksen kuivausprosessi viemään läpi laitetyyppiä vaihtamatta. Adsorptiokoneista pystytään myös ottamaan lisähyötyä irti, käyttäen hygrostaatteja. Hygrostaateilla pystytään säätelemään koneen tuottamaa ilmankosteutta, jolloin esimerkiksi ilmankosteuden tiputtua alle 35 RH:n kone lopettaa toimintansa ja aloittaa toimintansa ilmankosteuden noustua yli 55 RH:n. Tällä keinolla pystytään energiatehokkuutta lisäämään työmailla. Puurakentamisessa hygrostaateilla varustettuja koneita on käytössä.



KUVA 3. Adsorptiokone työmaalla (Hulpio 2019)

Kuivainkaluston hankinnassa työmaalle on syytä miettiä käyttötarvetta. Kuiva- taanko yksittäistä tilaa, jolloin lämmitykset ovat jo päällä, vai halutaanko koneet työmaalle jo runkovaiheessa, jolloin kohteessa on lisälämmitys.

3.3 Tuuletus ja ilmavaihto

Koneellista kuivausta tehostetaan tuulettimilla (kuva 4). Puhaltimet asennetaan lattialle. Tuulettimilla saadaan ilmankierto aikaiseksi rakennuksessa, jolloin kuivuminen tehostuu. Rakenteen pintaan muodostuu kuivuessaan rajapinta, mikä hidastaa rakenteen kuivumista. Tämä saadaan tehokkaalla tuuletuksella rikottua. Puhaltimet nostavat rakenteen pinnassa olevan pölyn ilmaan nopeasti, joten ennen puhaltimien asennusta tulee kohde olla imuroituna.



KUVA 4. Puhallin työmaalla (Hulpio 2019)

Rakennuksen varsinainen ilmanvaihtojärjestelmä ei ole käytössä rakennusaikana, koska kostea ja pölyinen ilma saattaa liata ilmanvaihtojärjestelmän. Rakennusaikaisen ilmanvaihtojärjestelmän rakentaminen esimerkiksi hissikuiluun, tehostaa ilman vaihtumista rakennuksessa. Korvausilman saanti kerrokseen tulee järjestää hallitusti.

3.4 Kosteusmittaus ja etäseuranta

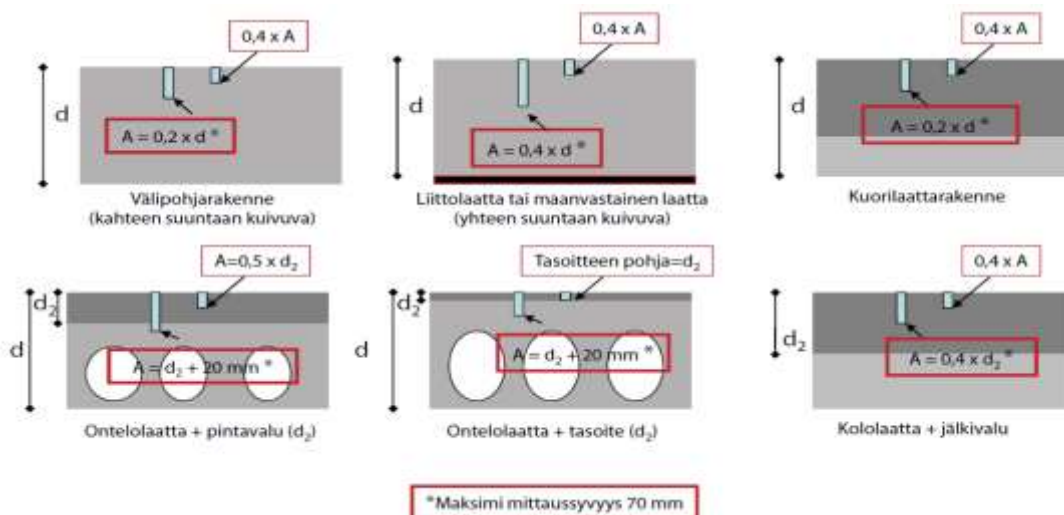
Rakenteiden kosteusmittauksilla varmistetaan rakenteiden pinnoitettavuudesta. Työmaalla tehtävät kosteusmittaukset koskevat pääsääntöisesti betonirakenteita. Mittaukset aloitetaan kohteessa heti, kun se on olosuhteiden mukaan mahdollista. Mittauksilla pystytään seuraamaan rakenteiden kuivumista ja määrittellä mahdollista kuivatustarvetta.

Betonin kosteusmittaus vaatii huolellisuutta ja mittaajan on ymmärrettävä mittauksessa mahdollisesti aiheutuvat mittavirheet. Tyypillisimmät mittavirhetekijät ovat:

- liian aikainen mittaus porauksen jälkeen
- mittausputken huono tiivistys ja puhdistus
- rakenteen lämpötila liian alhainen tai liian korkea
- sisäilman olosuhteet vaihtelevat
- antureiden liian alhainen lämpötila.

Työmaalla tehtävät kosteusmittausmenetelmät ovat porareikämittaus ja koepala-mittaus. Pintamittausmenetelmä ei ole luotettava menetelmä pinnoitettavuutta mitattaessa. Pintamittausmenetelmä perustuu mitattavan pinnan sähkönjohtamiskykyyn eikä kerro rakenteessa olevasta vesimäärästä.

Porareikämittaus on yleisin työmaalla tehty mittaus. Mittausmenetelmä on kevyt ja helppo toteuttaa. Mittaussyvyuden määrittää rakenneratkaisu (kuva 5).



KUVA 5. Mittaussyvytydet eri rakenneratkaisuilla (RT 14-10984)

Mitattavaan rakenteeseen porataan $\varnothing 16\text{mm}$ halkaisijaltaan oleva reikä. Pora-reikä imuroidaan puhtaaksi ja tarkastetaan, että porauksen yhteydessä ei ole vaurioitettu vesi-, viemäri tai sähköputkia, ja että reiässä ei ole koloja tai muren-tumia. Reikään asennetaan mittausputki, joka työnnetään pohjaan asti ja tiivistetään hyvin vesihöyryä läpäisemättömällä massalla. Mittausputkena pystytään käyttämään mittalaittevalmistajan omia tai sähköputkea. Mittaustulpan yläpää tiivistetään vesihöyryä läpäisemättömällä massalla tai korkilla. Mittauspisteen tulisi tasaantua vähintään 3 päivää ennen mittausta.

Ennen mittausanturin asentamista tulee varmistua anturin lämpötilasta. Liian kylmänä asennettu mittausanturi nostaa mittauspisteen suhteellista kosteutta ja pahimmillaan anturiin kondensoituu vettä. Anturin lämpötila tulee olla samansuurui-nen kuin ympäröivän ilman. Anturi tulee asentaa ja tiivistää mittatulppaan välittömästi tiivisteiden irrottamisen jälkeen (kuva 6). Anturin annetaan tasaantua mit-tauspisteessä vähintään 1 tunnin ajan. Mitattavan rakenteen lämpötila tulisi olla lähellä lopullista käyttölämpötilaa.



KUVA 6. Porareikämittaus (Hulpio 2019)

Koepalamittaus on työläämpi ja siksi harvemmin työmaalla nähty mittausmenetelmä. Mittausmenetelmä on tarkempi kuin porareikämittaus ja mittaustulokset saadaan nopeammin verrattuna porareikämittaukseen. Mittausmenetelmä on hyväksi todettu huokoisille kiviainesmateriaaleille.

Rakenteesta piikataan arvostelusyvyydeltä n. 5 mm paksuja lastuja, jotka laiteetaan koeputken tasaantumaan (kuva 7). Koeputki täytetään minimissään kolmannes putken tilavuudesta. Koeputken asennetaan välittömästi mittausanturi ja anturi tiivistetään vesihöyryä läpäisemättömällä massalla. Koeputkia otetaan 2 kappaletta per mitattava syvyys. Tällöin pystytään varmistumaan, että koepaloja otettaessa ei ole tapahtunut virhettä. Putket vietään tasaiseen lämpötilaan (+20 °C) tasaantumaan. Anturit tasaantuvat putkessa vähintään 6 tuntia.



KUVA 7. Näytepalamittaus betonirakenteesta (Hulpio 2019).

Mittaukset dokumentoidaan ja mittauksista muodostetaan lopullinen mittauspöytäkirja. Pöytäkirjasta tulee selvitä mittausajankohta, tasaantumisaika, mittaus-syvyydet ja -pisteet, käytetty mittauskalusto ja antureiden kalibrointipäivämäärä. Mittauspöytäkirja luovutetaan tilaajalle huoltokirjan mukana.

Rakenteiden kosteudenmittaamisessa tulee huomioida ympäröivän ilman olosuhteet. Tilan, jossa mittaus suoritetaan, tulee olla rauhoitettu työvaiheiden osalta. Työskentely mittauspisteiden lähetyvillä voi pahimmassa tapauksessa aiheuttaa suuria mittausvirheitä (liite 1). Liitteessä 1 on kuvattuna mittausvirhe, joka aiheutui ulko-ovien avaamisesta mittauspisteiden lähetyvillä. Kylmä ilma pääsi vaikuttamaan mittausanturiin, mikä aiheutti suhteellisen kosteuden nousun mittauspisteessä. Mittaus suoritettiin etäluettavalla mittausanturilla (kuva 8)



KUVA 8. Porareikämittaus ja etäseuranta (Hulpio 2019)

Työmaalla olosuhteita pystytään seuraamaan reaaliajassa. Tämä auttaa työmaata suunnittelemaan lämmitystarvetta ja seuraamaan ilmankosteuden kehittymistä eri työvaiheiden aikana. Seurantalaitteiston käytöllä pystytään saamaan rahallista hyötyä, kuten lisälämmityksen lopettamisen ajankohdan määrittäminen. Hyötynä myös työvaiheiden optimointi.

Olosuhdeseurantalaitteistoon kuuluu myös betonivaluihin asennettavat anturit. Antureiden mittaustulosten perusteella pystytään seuraamaan sekä lujisuuden että kuivumisen kehittymistä. Tämä ei poista rakenteeseen suoritettavia virallisia kosteusmittauksia. Laitteistolla pystytään saamaan tietoa betonirakenteen kosteudesta myös rakennuksen valmistumisen jälkeen.

Olosuhdeseurantalaitteisto on syytä asentaa työmaalle heti kun mahdollista (kuva 9). Laitteisto pyritään asentamaan kerroksessa epäedullisimpaan kohtaan. Tällä keinolla työmaa pystyy kohdentamaan lämmitystä ja kuivausta tarkemmin. Olosuhdeseurannan avulla pystytään työmaalle luomaan tasalaatuiset työskentelyolosuhteet.



KUVA 9. Olosuhdeseuranta-anturi työmaalla (Hulpio 2019)

3.5 Kuivaketju10

Kuivaketju10 on uusi toimintamalli työmailla, jonka tehtävänä on poistaa kosteusvaurioiden syntyminen rakentamisen eri vaiheissa (kuivaketju 10.fi). Mallin kehittäminen alkoi vuonna 2015 ja se on ilmainen. Kuivaketju10 on nimensä mukaan, kymmenen kohdan riskilista (kuva 10). Riskilistan hallinnalla pystytään välttämään 80% kosteusvaurioiden seurannaiskustannuksista. Rakentamisen Laatu RALA ry jatkokehittää mallia.

Pää toteuttaja nimeää hankkeeseen kosteudenhallintakoordinaattorin, jonka vastuualuetta on työmaan valvonta ja ohjaus Kuivaketju10:n toimintamallin mukaisesti. Kosteudenhallintakoordinaattorin pätevyysvaatimus on vastaavan työnjohtajan vaatimusluokan mukainen. Koordinaattorina voi toimia eri henkilö rakentamisen eri vaiheissa.

Toimintamalliin ryhtymällä voidaan rakennukselle hakea Kuivaketju10-statusta. Statuksen myöntää RALA ry. Ilmoitus statuksen hakemisesta tulee ilmoittaa RALA ry:lle jo tilausvaiheessa tai hankeen julkistamisen jälkeen. Kosteudenhallintakoordinaattori raportoi mallin toteutumisesta RALA:an ja tilaajalle. Raportointi voidaan suorittaa myös rakennusvalvontaan, jos rakennusviranomainen katsoo tämän tarpeelliseksi.

- | | | | |
|-----------|---|------------|--|
| 1. | Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakenteita. | 6. | Vesiputkien rikkoutumiset aiheuttavat kiinteistöön laajoja vesivahinkoja. |
| 2. | Sadevesi pääsee tunkeutumaan ulkoseinärakenteen sisälle. | 7. | Huonosti toteutetussa märkätilassa kosteus vaurioittaa ympäröivät rakenteet. |
| 3. | Vesikatteen läpäisevä vesi tunkeutuu aluskatteen vuotokohdista yläpohjaan. | 8. | Kosteiden betonirakenteiden päällystäminen aiheuttaa päällystemateriaalin turmeltumisen. |
| 4. | Kosteutta siirtyy ilmansulkerakroksen vuotokohdista ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin, jonne sitä tiivistyy vedeksi. | 9. | Materiaalien ja rakenteiden kastuminen vaurioittaa rakennuksen. |
| 5. | Väärin mitoitettu ja säädetty ilmanvaihto ei poista ylimääräistä kosteutta vaan pakottaa sen siirtymään rakenteisiin. | 10. | Huonolla ylläpidolla rakennus rapistuu hitaasti mutta varmasti. |

KUVA 10. Kuivaketju10 riskilista (Kuivaketju10.fi)

4 RAKENNUSTYÖMAAOHJE

4.1 Runkovaihe

Runkovaiheen töissä pystytään vaikuttamaan laajasti rakennuksen kosteusriskitukseen (liite 2). Kosteudenhallintasuunnitelmassa tulee ottaa riittävästi kantaa runkovaiheen kosteusteknisesti turvalliseen toteuttamiseen sekä sääsuojaukseen. Toteutumista seurataan työmaakatselmuksin.

Sääsuojauksella pystytään saavuttamaan merkittäviä etuja rakentamisessa. Oikealla sääsuojaratkaisulla voidaan varmistaa kuivan rakentamisen onnistuminen ja huonolla vastaavasti pilata se. Sääsuojauksella pystytään myös toteuttamaan laadukas putoamissuojaus. Vesikattotyöt tulisi betonirakentamisessa tehdä sääsuojassa. Puurakentamisessa sääsuojaus tulee olla koko rakentamisen ajan.

Painovoimaisesti rakennukselle siirtyvä vesi tulee poistaa nopeasti oikealla kalustolla kuten vesi-imurilla. Myös lumi on saatava pois mekaanisesti eikä sulattamalla. Holvilla riskinä on veden kulkeutuminen ulkoseinäeristeisiin sekä onteloihin. Työmaalla tulee olla riittävästi suojauskalustoa, jotta rakenteet pystytään peittämään tarvittaessa. Rakennusmateriaalit tulee olla suojattuna riittävän tarkasti.

Paikallavaletut välipohjat ovat pääsääntöisesti tiiviitä ja ne toimivat suojana alemmille kerroksille. Vesi pääsee kuitenkin kulkeutumaan alimmille kerroksille hormeja pitkin, joten kerroksissa tulee myös olla riittävästi vesi-imureita, jotta irtovesi pystytään poistamaan nopeasti. Paikallavaluholveissa tulee kiinnittää huomiota riittävään betonin jälkihoitoon, joka tehostaa betonin lujittumista ja kuivumista.

Onteloiden vedenpoistoreiät tulee avata, kun se on työmaan kulun takia turvallista. Onteloihin jäävä vesi voi aiheuttaa valmiisiin kattopintoihin jälkiä (kuva 10), vuosia rakennuksen valmistumisen jälkeen. Tällöin veden poisto onteloista ja onteloiden kuivaaminen on kallista.



Kuva 11. Onteloon jäänyt vesi rakentamisvaiheessa. Vuosikorjauksessa vesi-poistettu (Hulpio 2019)

4.2 Sisävaihe

Rakenteiden kuivuminen tahdistaa sisävalmistusvaiheen töitä. Siksi on tärkeää luoda riittävät olosuhteet rakenteiden kuivumiselle. Aikataulusuunnittelussa tulisi kiinnittää huomiota työvaiheiden päällekkäisyyksiin kuten ruisku- ja lattiatasoitukset. Jos ilmakosteus pysyy kerroksessa korkeana riittävän ajan, voi betonirakenne adsorptoida itseensä lisää kosteutta.

Kuivauskaluston sijoittelulla ja oikeaoppisella käytöllä pysytään laskemaan rakennuksen sisäilman kosteutta. Työmaalla tulee olla henkilö, jonka tehtävänä on tarkastaa, että kuivainkalusto on päällä ja oikeaoppisesti kytkettynä. Tarkastus tehdään päivän päätteeksi.

Rakennusaikaisiin kulkuaukkoihin tulee asentaa ovipumpuilla varustetut ovet, jotka auttavat pitämään sisäilman olosuhteet riittävinä rakenteiden kuivumiselle. Myös mahdollisen tuulikaapin rakentaminen on suositeltavaa.

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selventää olosuhdehallintaa työmaalla sekä luoda työnjohdolle käyttökelpoinen ohje työmaa-aikaiseen olosuhdehallintaan. Työssä käsiteltiin kuivaus- ja lämmityskalustoa sekä työmaalla suoritettavia kosteusmittauksia. Tavoite saavutettiin opinnäytetyön tekijän työkokemuksella olosuhdehallinnasta sekä tutustumalla alan kirjallisuuteen, tutkimuksiin ja säädöksiin.

Olosuhdehallintaan tullaan tulevaisuudessa kiinnittämään entistä enemmän huomiota esillä olleiden sisäilmaongelmien haittojen vuoksi. Opinnäytetyön liitteeksi tehdyllä ohjeistuksella (liite 2), pystytään rakentamisvaiheessa kiinnittämään huomiota rakenteiden kuivumisolosuhteisiin.

Takuukorjaukset työllistävät rakennusyhtiöitä. Oikealla työmaa-aikaisella olosuhdehallinnalla pystytään ehkäisemään luovutusvaiheen jälkeisiä korjaustöitä. Kosteusvaurioiden korjaus on kallista sekä aikaa vievää.

Kuivaketju10 toimintamalli tekee tuloaan työmaille. Myös Ympäristöministeriön asetus rakennusteknisestä toimivuudesta (782/2017) tuo mukanaan rakennushankkeeseen ryhtyvälle uusia velvoitteita.

LÄHTEET

Björkholtz, D. 1997. Lämpö ja kosteus.3.painos. Helsinki: Rakennustieto Oy

Hengityslitto. 2019. Sisäilman kosteus ja lämpötila. Luettu 25.8.2019.
<https://www.hengityslitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiat-sisailmaongelmat/sisailman-kosteus-ja-lampotila>

Hämäläinen, J & Teriö, O. 2017. Kestävä rakentaminen. Helsinki: Opetushallitus.

Rakentamisen laatu RALA ry. n.d. Kuivaketju 10. Luettu 25.8.2019. www.kuivaketju10.fi

RT 14-10984 kortti. 2010. Betonin suhteellisen kosteuden mittaust.

Siikanen, U. 2015. Rakennusfysiikka- Perusteet ja sovelluksia.2.painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Suomen Betoniyhdistys. 2018. BY 201 Betonitekniikan oppikirja 2018.6.painos. Helsinki: BY-koulutus Oy.

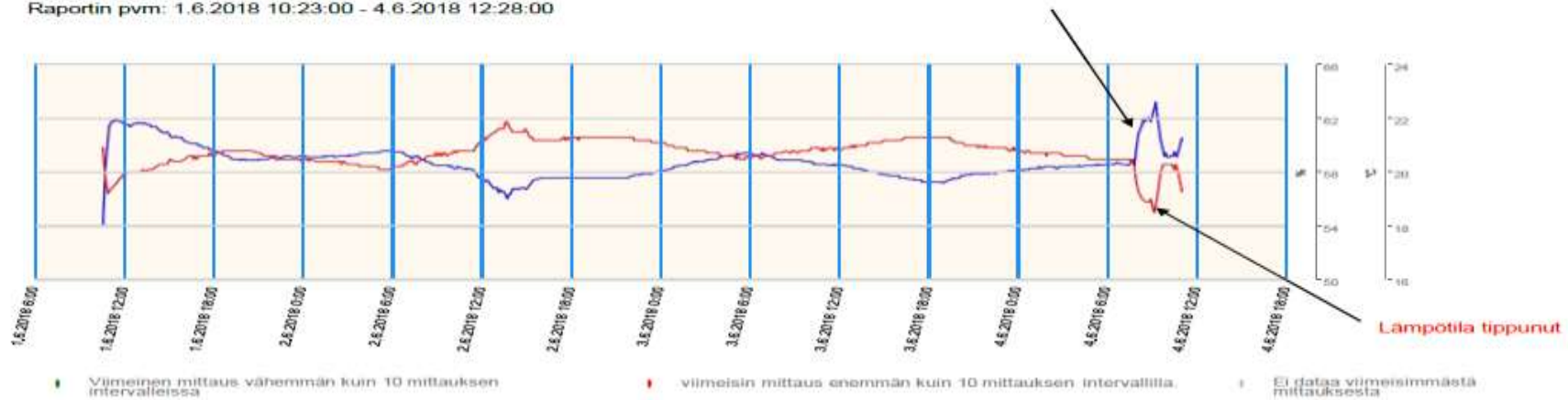
LIITTEET

Liite 1. Olosuhteiden vaikutus mittaustuloksiin

Raportti sensorin arvoista

Raportin pvm: 1.6.2018 10:23:00 - 4.6.2018 12:28:00

Ulko-ovi avattu mittauspisteen edessä, Suhteellinen kosteus nousee



Anturi	Sensoryyppi	Yksikkö	Minimi	Maksimi	Keskiarvo	Viimeisin mittaus	Viimeisin arvo	Tila
9-1	Ilmankosteus	%	53.80	63.20	58.73	4.6.2018 10:49:31	60.50	●
9-1	Lämpötila	°C	18.50	21.90	20.71	4.6.2018 10:49:31	19.30	●

Välipohja / reunavalu mittaussyvyys 28mm

RKM Group
info@rkmgroupp.fi

Customer Support
monitor@rkmgroupp.fi

Remote monitoring

Liite 2. Ohje olosuhdehallinnasta työnjohdolle

www.rkmgroup.fi



OHJE OLOSUHDEHALLINNASTA TYÖNJOHDOLLE

RKM GROUP OY
Haikanvuori 1 A, Pirkkala
10/2019

Sisällysluettelo

1. JOHDANTO	2
2. RUNKOVAIHE	4
2.1 YLEISTÄ	4
2.1 PAIKALLAVALU	5
2.2 ONTELOLAATASTO.....	6
3. SISÄVAIHE	7
3.1 YLEISTÄ	7
3.2 LÄMPÖTILA JA SISÄILMAN KOSTEUS	8
3.3 KUIVATUS JA LÄMMITYS.....	8
3.4 VESIPISTEET JA VESIVAHINGOT	9
4. KOSTEUSMITTAUS JA LAADUNVARMISTUS	10
4.1 YLEISTÄ	10
4.2 MITTAUSPISTEET	11

1. JOHDANTO

Tämä ohje on laadittu työnjohdon avuksi rakennustyömaan olosuhdehallintaan. Ohjeessa on otettu huomioon sekä runko- että sisävalmistustyöt. Ohje keskittyy pääosin asuinrakennuksiin, mutta ohjetta voidaan soveltaa myös halli-, toimitila- ja pientalotyömailla.

Oikealla ja riittävällä olosuhdehallinnalla voidaan vaikuttaa rakenteiden kuivumisaikoihin, aikatauluihin sekä valmiin rakennuksen terveellisyyteen. Ajankohtaiset sisäilmaongelmat uusissakin rakennuksissa, ovat tiedostettu. Rakennushankkeeseen ryhtyvällä, suunnittelijoilla ja rakentajilla on suuri vastuu, mutta myös mahdollisuus vaikuttaa laadukkaan lopputuotteen syntyyn.

Työntekijät tulee perehdyttää olosuhdehallintaan jo työmaan omassa perehdytyksessä. Perehdytyksessä tulee käydä lävitse ovien ja ikkunoiden auki pitämisestä aiheutuvat haitat, sekä kosteusmittaukseen liittyvät asiat esimerkiksi mittaustulppien ulkonäkö (kuva1). Tällöin työntekijät pystyvät omilla toimenpiteillään (ovien/ikkunoiden avaus) vaikuttamaan työmaan olosuhteisiin sekä välttämään työskentelyä suoraan mittauspisteiden luona.



KUVA 1. RKM Groupin käytössä olevat mittaustulpat. Kuvassa mittaus käynnissä.

Työnjohdon valvonnalla ja ohjeistuksella on suuri merkitys työmaalla. Työmaalla työskentelee paljon henkilöstöä ja heidän opastaminen on tärkeää. Työnjohdon tehtävänä on puuttua epäkohtiin ja pyrkiä estämään ne. Rakennusfysiikan perusteiden tuntemus on avuksi työmaalla.

Työmaan yleisaikataulun laadinnassa on otettava huomioon olosuhdehallinta sekä luoda realistinen aikataulu rakenteiden kuivumiselle. Rakentamisen ajankohta luo raamit olosuhdehallinnalle. Ilman kosteussisältö muuttuu huomattavasti vuodenaikojen mukaan. Talvella ja keväällä suhteellinen kosteus (RH) on korkea, mutta vesihöyryn (g/m^3) määrä on matala. Kesällä ja syksyllä, suhteellinen kosteus on matalampi, mutta vesihöyryn määrä ilmassa on korkeampi. Talvella rakenteiden kuivumiseen riittää pääsääntöisesti riittävä lämmitys, tuuletus ja ilmanvaihto. Kesällä ja syksyllä rakenteita ympäröivän ilman kuivaaminen koneellisesti on järkevää.

2.RUNKOVAIHE

2.1 Yleistä

Runkovaiheessa holville ja rakenteiden pinnoille kertyvä lumi ja vesi tulee poistaa välittömästi mekaanisesti (ei sulattamalla) ja vesi-imurilla. Erityisesti ontelokentällä on huomioitava, ettei vesi pääse valumaan ulkoseinäeristeisiin, ontelolaatan muodon vuoksi. Rakennusaikana rakennuksen ulkovaippa tulee suojata joko lopullisilla rakenteilla tai väliaikaisilla suojilla. Vesikattotyöt on syytä tehdä sääsuojassa. Rännit ja syöksytorvet tulee asentaa mahdollisimman pian, kun se on mahdollista ja runkovaiheessa on suositeltavaa käyttää väliaikaisia järjestelmiä, joilla sadevesi saadaan ohjattua pois rakennuksesta (kuva 2).

Materiaalit tulee suojata hyvin, etenkin rakennusten rungon tekovaiheessa. Usein materiaalien omat suojapaketit eivät ole riittävät työmaaolosuhteissa, vaan niitä joudutaan erikseen suojaamaan. Materiaalit tulee säilyttää irti betonipinnoilta, lavojen tai erillisten telineiden päällä.



KUVA 2. Puutteellinen vedenohjausjärjestelmä. Riskinä veden ohjautuminen rakenteisiin.

2.2 Paikallavalu

Paikallavaluholveilla suojaukseen tulee kiinnittää huomiota. Raudoituksien väliin päässyt lumi ja/tai vesi on hankalaa poistaa. Talvibetonoinnissa betonin jäätyminen tulee estää. Valetuille betonipinnoille tulee suorittaa riittävä jälkihoito. Betonipinnoilta tulee poistaa sementtiliimakerros mahdollisimman nopeasti. Tämä koskee niin paikallavalettuja lattiaita kuin esimerkiksi seinäelementtejäkin. Lisäksi betonipinnat tulee pitää puhtaina pölystä ja muusta materiaalista, sillä ne hidastavat tai jopa estävät rakenteiden kuivumisen.

Paikallavaluholvi on tiivis rakenne, joten mahdollisuuksien mukaan tietyt sisävalmistustyöt pystytään aloittamaan, vaikka vesikatto ei vielä olisi valmis. Irtovesien poisto kerroksista tulee suunnitella tarkasti.

Viemäreiden ja mahdollisten lattialämmitysten dokumentointi tulee suorittaa tarkasti, jotta rakenteeseen suoritettavat poraukset pystytään suorittamaan turvallisesti (kuva 3).



KUVA 3. Putkistot ja viemäröinnit kuvattuna

2.3 Ontelolaatasto

Ontelolaattoihin tulee porata vedenpoistoreiät mahdollisimman pian, kun se on asennuksen jälkeen mahdollista ja turvallista tehdä. Tehdasvalmisteisten reikien puhkaisu ei pelkästään ole riittävä toimenpide. Reikien tulee olla halkaisijaltaan vähintään 16 mm (kuva 4). Tämä helpottaa mahdollista onteloiden koneellista kuivatusta. Mikäli porausten yhteydessä onteloissa on runsaasti vettä, tulee ne kerätä hallitusti pois siten, etteivät ne päädy muihin rakenteisiin. Reikien porauksessa on huomioitava ontelokentän täytöt ja tartuntapisteet. Myös lisäreikien poraus lähelle kantavia seinärakenteita on suotavaa. Ontelolaatan porauksissa tulee varoa osumasta jännepunoksiin.



KUVA 4. Tehdasvalmisteiset vedenpoistoreiät avarrettuna poralla (min.16 mm).

3.SISÄVAIHE

3.1 Yleistä

Aikataulusuunnittelussa tulee välttää sisäilmaan runsaasti kosteutta tuottavien työvaiheiden, kuten esimerkiksi ruiskutasoituksen ja lattiatasoituksen päällekkäisyyttä. Tuore betoni on hygroskooppisessa tilassa, jolloin rakenteiden kastuminen on mahdollista. Riittävään ilmanvaihtoon on kiinnitettävä huomiota runsaasti kosteutta tuottavien työvaiheiden aikana.

On kuitenkin muistettava, että liian kuiva ilma esimerkiksi tasoitetoiden aikana aiheuttaa tasoitteen liian nopeaa kuivumista ja lyhyttä työstettävyyss aikaa. Samoin pinnoitusvaiheessa lämpötilan tulee olla lähellä lopullista käytönaikaista lämpötilaa.

Materiaalivalinnoilla, rakenneratkaisuilla, työjärjestyksellä ja olosuhteilla pystytään vaikuttamaan rakenteiden kuivumiseen. Eri sementtituotteidenkin välillä on huomattavia eroja ja myös nopeasti kuivuvat tuotteet vaativat hyvät olosuhteet. Tasoitteissa tulee huomiota kiinnittää myös oikeaan vesimäärään. Liiallinen vesi, jota tasoite ei pysty käyttämään kemiallisessa reaktiossa, joudutaan kuivattamaan, ja se puolestaan voi siirtää päällystettävyyttä.

Siisteydestä on pidettävä huolta ja edellytettävä urakoitsijoilta roskien keräystä ja mestojen kunnossapitoa. Pelkkä pölyjen lakaisu ei ole riittävä toimenpide vaan pinnat on imuroitava.

3.2 Lämpötila ja sisäilman kosteus

Sisäilman ja rakenteiden lämpötilalla on ratkaiseva merkitys rakenteiden kuivatuksessa. Mitä korkeampi on ilman lämpötila, sitä alhaisempi on ilman kosteus (RH%), ja mitä alhaisempi on ilman RH%, sitä enemmän ilma kykenee sitomaan kosteasta rakenteesta haihtuvaa kosteutta.

Sisäilman lämpötila tulisi nostaa mahdollisimman nopeasti +20°C ja mieluiten +20 – +23°C, jolloin rakenteiden lämpötila voidaan saada lähelle + 20°C, tilan vedosta ja ilmavuodoista riippuen. Sisäilman RH% pyritään pitämään alle 50. Mitä suurempi ilman liike on, sitä suurempaa on myös kosteuden haihtuminen.

Kiinteistön ovien ja ikkunoiden avaamista työaikana tulee välttää, jotta olosuhteet rakenteiden kuivumiselle ovat optimaaliset. Ulko-oviin tulee asentaa ovipumpuilla toimivat ovet.

Talvella kiinteistön tehostettu lämmittäminen päivä/yöaikaan ja tuulettaminen aamuisin on koettu toimivana keinona alentaa sisäilman kosteutta. Tuuletuksen on oltava hallittua ja sisäilman olosuhteita tulee seurata reaaliaikaisesti etäluettavalla olosuhdeseuranta laitteistolla.

3.3 Kuivatus ja lämmitys

Kuivaimet, puhaltimet ja lämmittimet asennetaan niin, että ne häiritsevät mahdollisimman vähän työmaan muuta toimintaa. Sähköjohdot ripustetaan seinälle/kattoon ja niitä ei jätetä lattialle kompastumisvaaran takia.

Ennen puhaltimien asennusta lattioiden tulee olla huolellisesti imuroituina pölystä, koska muuten lattialle asennettavat puhaltimet nostavat pölyn huoneilmaan. IV-kanavat on pidettävä tulpattuina myös asennustöiden yhteydessä.

Adsorbtiokuivaimien poistoletkut tulee saada ulos ikkunoista. Kondenssikuivaimien poistoletkut asennetaan valmiisiin viemäreihin. Kuivaimia/puhaltimia lisätään tarpeen mukaan. Ilmankuivaimien asennuksessa tulee huomioida sähköistys. Kuivaimien läheisyyteen tulee tuoda 16A sähköistyspakki, jotta vältetään pitkiltä jatkojohtovedoilta.

Lämmityskalusto valitaan kohteen mukaan. Lämmitys on syytä aloittaa heti kun se on mahdollista. Kesäisin rakennettaessa lisälämmitystä ei tarvitse, mutta viimeistään syyskuussa lämmitys tulee olla kohteessa. Kohteen varsinainen lämmitysmuoto on syytä saada päälle mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

Työnjohto perehdytetään kuivain- ja lämmityskaluston käyttöön. Laitteiden käytössä tulee noudattaa ohjeita. Työturvallisuus kuivaus/lämmityslaitteiden käytössä tulee huomioida ja noudattaa valmistajan ohjeita. Vioittuneesta laitteesta on ilmoitettava vuokraajalle.

3.4 Vesipisteet ja vesivahingot

Puhtaan veden järjestäminen rakennuksen kerrokseen tulee suunnitella tarkkaan ja vesipisteiden ympäryks tulee suojata vesitiiviillä materiaalilla, joka on lisäksi irroitettu betonipinnoista. Vesipisteet ja laastinsekoituspisteet on sijoitettava sellaisiin paikkoihin, jotka voidaan päällystää mahdollisimman myöhäisessä vaiheessa. Runkovaiheessa on syytä huomioida, etteivät vesiputket pääse jäätymään. Työmaan käyttövesijohdot tulee sulkea yöksi sekä viikonlopuiksi. Huomiota tulee kiinnittää myös rakennusaikaisten jätevesien poistoon.

Mikäli työmaalla tapahtuu vesivahinkoja, tulee irtovesi kuivata välittömästi ja kartoittaa vahingon laajuus sekä dokumentoida vesivahinko. Ensi tilassa on asennettava vahinkoalueelle kohdistettu lämmitys ja kuivatus sekä tehdä tarvittaessa rakenneavauksia kuivumisen edistämiseksi. Kaikki vesivahingot ja vaurioalueet on merkittävä muistiin (lätäkkökartta) ja varmistaa ko. kohtien kuivuminen mittauksilla ennen päällystämistä. Lätäkkökartassa tulee rakennuksen pohjakuviin merkitä rakennuksen eri vaiheissa kastuneet kohdat. Dokumentista pitää selvittää dokumentin laatija sekä päivämäärä.

4.KOSTEUSMITTAUS JA LAADUNVARMISTUS

4.1 Yleistä

”Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava siitä, että rakenteissa olevan kosteuden ja rakennuskosteuden kuivumisaste mahdollistaa rakenteiden peittämisen kuivumista hidastavalla ainekerroksella, pinnoitteella tai rakenteella vaurioita aiheuttamatta. Rakennusvaiheen vastuuhenkilön on huolehdittava kosteusmittauksin rakenteiden asianmukaisesta kosteuspitoisuudesta seuraavaan työvaiheeseen siirtymistä varten” (Ympäristöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017 15§).

Mittauksien suorittajiksi on syytä valikoida kolmas osapuoli, joka pystyy puolueettomasti ottamaan kantaa mitattavan rakenteen todelliseen kosteuteen. Mittaajien tulee olla pätevöityneitä (PKM tai Eurofins/VTT). Mittaukset suoritetaan RT- kortissa 14-10984 kuvatuilla porareikä- ja näytepalamittauksilla.

Rakenteista pyritään aikaisessa vaiheessa ottamaan lähtötasomittaus, kun se on olosuhteiden mukaan mahdollista. Mittauksia jatketaan 2-3 viikon välein ja pinnoitettavuusmittaus tehdään vähintään 2 viikkoa ennen aikataulun mukaista päällystettävyyttä, jotta mahdolliset tarvittavat lisäkuivaustarpeet voidaan huomioida.

Työmaan tulee huomioida, etenkin porareikämittauksissa, että olosuhteet mittauspisteiden kohdilla on mahdollisimman tasaiset koko mittauksen ajan tasaantumisaikoiheen. Muussa tapauksessa mittausepävarmuus kasvaa ja mittaus joudutaan uusimaan, mikä saattaa aiheuttaa työmaalle tarpeetonta aikataulupainetta. Mittareikien poraukset on syytä ajoittaa viimeiselle arkipäivälle, mittapäiden tasaantumisaajan vuoksi (min.3pv), tällöin mittatulpat saavat rauhassa tasaantua viikonlopun ylitse.

Etäluettavalla olosuhdeseurannalla pystytään seuraamaan työmaan sisäilmankosteutta sekä lämpötilaa. Reaaliaikaisella seurannalla saavutetaan lisä hyötyä, kuten työmaan lisä kuivatuksen ja lämmityksen tarpeen arviointi.

4.2 Mittauspisteet

Mittauspisteiden määrä kohteessa on kiinni pinta-alasta sekä rakenteista. Kosteusmittaaja yhdessä työjohtoon kanssa arvioi tarvittavat mittauspisteiden määrät niin, että ne on suoritettu riittävän laajalti huomioiden valuajat, rakenteet ja tulevat pinnoitteet. Lätäkkökartan avulla mittauspisteet pystytään kohdentamaan riskialueisiin. Betonisten väliseinärakenteiden mittaaminen pistokoeluoontoisesti on suotavaa.

Lattialämmityksien sijainti pitää selvittää ennen mittareikien porauksia.

Mahdolliset valvojan/rakennuttajan toiveet/vaatimukset mitattavista rakenteista, on syytä selvittää ennen mittaus suunnitelman laadintaa.

Työntekijöitä on informoitava mittauspisteiden sijainnista, jotta työsuoritukset mittauspisteiden lähetyillä voidaan välttää (Kuva 5).



KUVA 5. Epäonnistunut mittaus. Oikaisutasoite kaadettu mittaustulppien ympärille.