

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikan koulutusohjelma / Korjausrakentaminen ja rakennusrestaurointi

Pinja Kostamo

RAKENNUSAIKAINEN SUOJAUS

Opinnäytetyö 2013

TIIVISTELMÄ

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennustekniikka

KOSTAMO, PINJA

Rakennusaikainen suojaus

Opinnäytetyö

52 sivua + 2 liitesivua

Työn ohjaajat

Yliopettaja Tarmo Kontro

Yliopettaja Sirpa Laakso

Lehtori Anu Kuusela

Toimeksiantaja

Kotkan kaupunki Tilapalvelu

Huhtikuu 2013

Avainsanat

Suojaus, kosteudelta suojaus, kosteus, rakennusvaihe

Tässä opinnäytetyössä käsitellään rakennusaikaisen kosteudelta suojaamisen nykytilaa ja kehittymismahdollisuuksia koko toimitusketjun aikana, kosteudenhallinnan tavoitteita ja hyötyjä rakennushankkeen osapuolille, suojauskaluston käyttömahdollisuuksia uudis- ja korjausrakentamisessa sekä tarkastellaan home- ja mikrobivaurioiden syntymistä rakenteisiin ja kosteuden vaikutuksia rakennusmateriaaleihin.

Tietoja opinnäytetyöhön on hankittu rakennusalan kirjallisuudesta, internetistä, Suomen rakentamismääräyskokoelmasta ja rt-kortistosta. Työssä on hyödynnetty alan ammattilaisten haastatteluja sekä esimerkkityömaata. Työn toimeksiantaja on Kotkan kaupunki Tilapalvelu ja työ on tehty keväällä 2013.

Opinnäytetyö osoittaa rakennusaikaisen kosteudelta suojaamisen tärkeyden ja vaikutuksen valmistuvan rakennuksen terveellisyyteen ja laatuun. Opinnäytetyön osana on tehty toimeksiantajan toivomuksesta suojaustyöohje työmaalle.

ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Construction engineering

KOSTAMO, PINJA

Bachelor's Thesis

Supervisors

Commissioned by

April 2013

Keywords

Dampness Protection during Construction Phase

52 pages + 2 pages of appendices

Tarmo Kontro, Principal Lecturer

Sirpa Laakso, Principal Lecturer

Anu Kuusela, Senior Lecturer

Kotkan kaupunki Tilapalvelu

Protection, protection against dampness, dampness,
construction phase

The purpose of this bachelor's thesis was to examine the current state of protection against dampness, possibilities to improve protection during construction phase, goals and benefits of controlling dampness on construction sites, and the usage of protection equipment in new construction production and renovation. The thesis studies how dampness affects different building materials and how microbe and mould damages appear in structures.

Information for this thesis was gathered from sources such as construction literature, websites, construction regulations, instructions and, by interviewing the professionals of the field. The thesis was commissioned by Kotkan kaupunki Tilapalvelu and it was carried out during spring 2013.

The thesis demonstrates the importance of decent protection against dampness and the effects that it has on healthiness and quality in the building. A protection guide for construction sites was designed as a part of this thesis.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	7
2	KOSTEUS RAKENNUSTYÖMAALLA	8
	2.1 Sisäiset ja ulkoiset kosteuslähteet	8
	2.2 Ulkoilman kosteus	9
	2.2.1 Absoluuttinen kosteus	9
	2.2.2 Suhteellinen kosteus	9
	2.3 Suomen sääolosuhteet	10
	2.3.1 Lämpötilat	11
	2.3.2 Sateet	11
	2.3.3 Ilmaston muutoksen vaikutukset	13
	2.4 Rakennekosteus	14
	2.4.1 Hygroskooppisuus	15
	2.4.2 Rakennusmateriaalien kriittisiä kosteuksia	17
3	KOSTEUDENHALLINTA	18
	3.1 Kosteudenhallinnan tavoitteet	18
	3.2 Kosteudenhallintasuunnitelman sisältö	18
	3.3 Sopimukset	19
	3.4 Hyödyt rakennushankkeen osapuolille	19
4	KOSTEUELTA SUOJAAMINEN TOIMITUSKETJUN ERI VAIHEISSA JA OSA- ALUEIDEN PARANTAMINEN	20
	4.1 Rakennusmateriaalien suojaus ennen kuljetusta työmaalle	20
	4.2 Rakennusmateriaalien suojaus kuljetusten aikana	22
	4.3 Rakennusmateriaalien ja työkohteen suojaus työmaalla	23
	4.3.1 Varastoinnin aikainen rakennusmateriaalien suojaus	23
	4.3.2 Työkohteen suojaus	25
5	SUOJAUSKALUSTO	26

5.1 Suojapeitteet	28
5.2 Julkisivusuojat	29
5.2.1 Pystysuojat	29
5.2.2 Telinekatot	29
5.3 Sääsuojat	29
5.3.1 Käyttökohteita	30
5.3.2 Mallin valinta	31
5.3.3 Työturvallisuus	31
5.3.4 Sääsuojan nosto ja tarvittavat nosturit	32
5.3.5 Sääsuojien tuenta ja ankkurointi	32
5.3.6 Tarkastukset	33
6 KOSTEUS- JA HOMEVAURIOT	34
6.1 Homeen ja mikrobikasvuston syntyminen rakennuksiin	34
6.2 Kosteusvaurioiden ilmeneminen	37
6.3 Oireet ja terveydelliset vaikutukset	37
7 KOSTEUDEN VAIKUTUKSET RAKENNUSMATERIAALEIHIN	38
7.1 Puu	38
7.1.1 Puutavaran kosteus	38
7.1.2 Puutavaran kuivuminen	40
7.2 Betoni	40
7.2.1 Betonin kosteus	40
7.2.2 Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen	42
7.2.3 Betonin kuivuminen	43
7.3 Muut rakennusmateriaalit	44
7.3.1 Eristeet	44
7.3.1.1 Mineraalivilla	44
7.3.1.2 Polyuretaani ja polystyreeni	45
7.3.2 Tiilet	45
7.3.3 Kipsilevyt	45
8 ESIMERKKITYÖMAA	46
8.1 Työmaan esittely	46

8.2 Työmaan kustannukset ja kosteudenhallinta	46
8.3 Suojaukset työmaalla	46
LÄHTEET	49
LIITTEET	
Liite 1. Suojaustyöohje työmaalle	

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia rakennusaikaisen suojauksen nykytilaa ja rakennusmateriaalien suojauksen kehittymismahdollisuuksia toimitusketjun kaikissa vaiheissa sekä suojauskaluston käyttömahdollisuuksia uudis- ja korjausrakentamisessa. Tavoitteena oli tehdä toimeksiantajan toivomuksesta suojausohje rakennustyömaalle. Aihe on rajattu rakennustarvikkeiden ja rakenteiden suojaukseen kosteudelta.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Kotkan kaupunki Tilapalvelu / rakennuttajapäällikkö Ville Suni. Tietoja opinnäytetyöhön on hankittu rakennusalan kirjallisuudesta, internetistä, Suomen rakentamismääräyskokoelmasta sekä rt-kortistosta. Seurantatyömaana työssä on käytetty Karhulaan rakennettavan uuden päiväkodin rakennustyömaata, jonka pääurakoitsijan rakennusliike Kalevi Suntio Oy:n vastaavaan mestarin Mika Suntion haastattelua on hyödynnetty opinnäytetyössä.

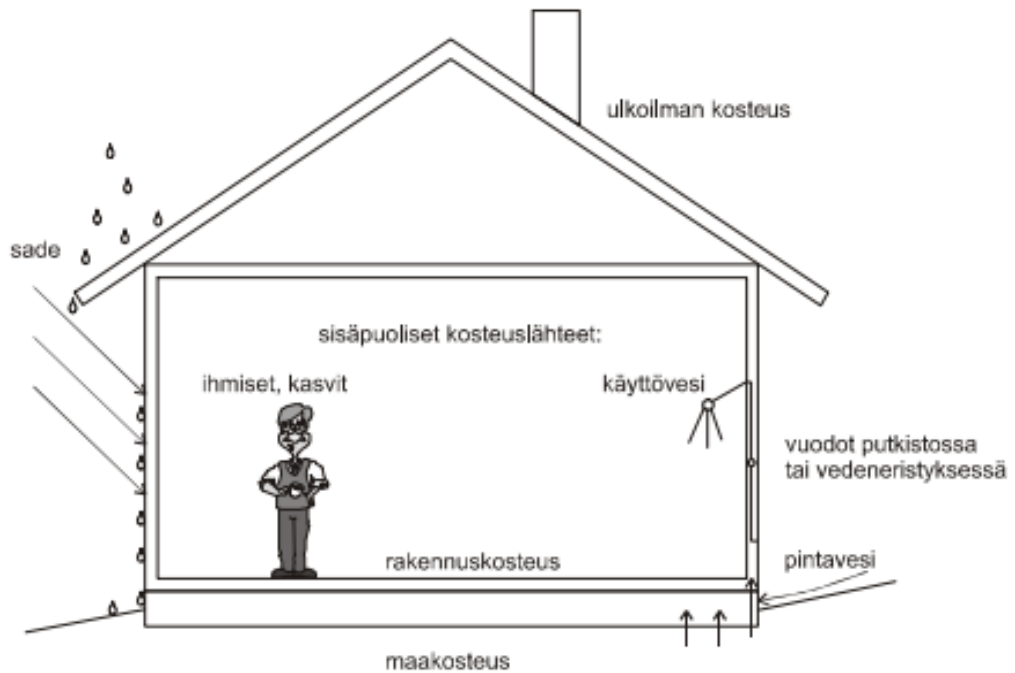
Työssä käsitellään rakennustyömaan kosteuslähteitä, kosteudenhallinnan tavoitteita ja hyötyjä rakennushankkeen osapuolille, kosteudelta suojaamista toimitusketjun aikana ja suojauskaluston käyttömahdollisuuksia. Työssä tarkastellaan kosteuden vaikutuksia rakennusmateriaaleihin sekä home- ja mikrobivaurioiden syntymistä rakenteisiin.

Rakennusaikainen suojaus kosteudelta on ajankohtainen aihe rakennusten kosteusvaurioiden yleistyessä. Usein vauriot ovat seurausta puutteellisesta rakentamisen aikaisesta suojauksesta Suomen vaihtelevissa sääolosuhteissa. Riittävän rakennusvaiheen suojauksen lopputuloksena on terveellinen, turvallinen ja kaikin tavoin toimiva rakennus.

2 KOSTEUS RAKENNUSTYÖMAALLA

2.1 Sisäiset ja ulkoiset kosteuslähteet

Rakennusten kosteus- ja homevaurioiden syinä ovat joko sisäiset tai ulkoiset kosteuslähteet. Sisäisiä kosteuslähteitä ovat esimerkiksi roiskevedet, vesivuodot ja -vahingot sekä sisäilman vesihöyry. Ulkoisia kosteuslähteitä taas ovat esimerkiksi vesi-, lumi- ja räntäsateet, ulkoilman vesihöyry, maaperän kosteus sekä rakennekosteus. Rakennekosteudella tarkoitetaan rakentamisen aikana tai sitä ennen rakenteisiin tai rakennusmateriaaleihin joutunutta kosteutta, joka ylittää rakennuksen käytönaikaisen tasapainokosteuden ja jonka tulee poistua. Kuvassa 1 näkyvät rakennuksen sisäpuoliset ja ulkopuoliset kosteuslähteet. (Kosteuslähteet 2008.)



Kuva 1. Rakennuksen kosteuslähteet (Kosteus 2004, 12)

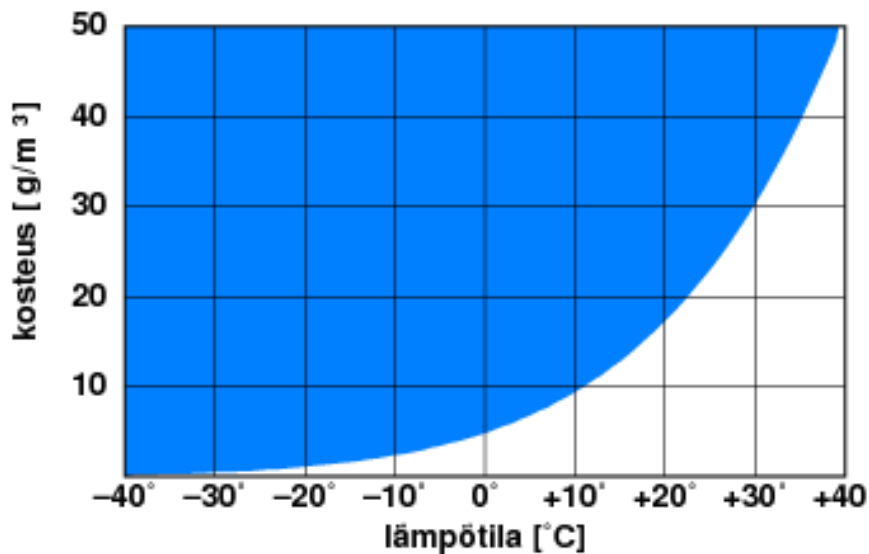
Rakentaminen on tehtävä siten, etteivät sisäisistä tai ulkoisista kosteuslähteistä peräisin oleva kosteus pääse haitallisesti tunkeutumaan rakenteisiin ja sisätiloihin. Rakenteiden on saatava kuivua riittävästi ja tarvittaessa niiden liiallista rakennekosteutta voidaan joutua koneellisesti kuivaamaan tai edistämään kuivumista tehostamalla ilmankiertoa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma, C2 Kosteus 1998, 3.)

2.2 Ulkoilman kosteus

2.2.1 Absoluuttinen kosteus

Ulkoilman absoluuttinen kosteus kertoo ilmassa olevan veden tai vesihöyryn määrän tietyssä tilavuudessa eli kuvaa ilman absoluuttista vesisisältöä. Ilman absoluuttinen kosteus ilmaistaan grammoina kuutiometriä kohden. Lämpimässä ilmassa voi olla kosteutta enemmän kuin kylmässä ilmassa. Lämpötilan ollessa -20 °C mahtuu ilmaan kosteutta vain n. $0,87\text{ g/m}^3$ normaali-ilmanpaineessa 101325 Pa , kun taas lämpötilan ollessa 20 °C mahtuu ilmaan kosteutta n. $17,3\text{ g/m}^3$ samassa ilmanpaineessa. Nämä arvot ovat kyllästyskosteuspitoisuuksia tietyissä lämpötiloissa. Mikäli ilman kosteus-pitoisuus ylittää tämän kyllästyskosteuden, tiivistyy kosteus pisaroiksi. (Randèn 2007, 54.)

Kuvasta 2 ilmenevät eri lämpötilojen kyllästyskosteusarvot, joiden ylittyessä kosteus tiivistyy.



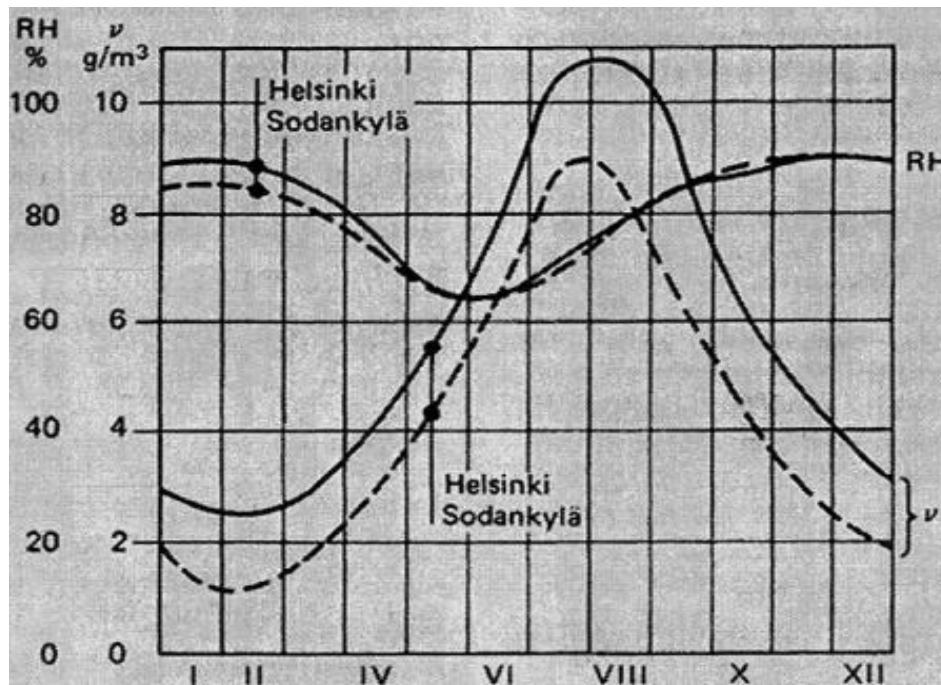
Kuva 2. Kyllästyskosteutet grammoina kuutiometriä kohden eri lämpötiloissa (Karttunen)

2.2.2 Suhteellinen kosteus

Ulkoilman suhteellisella kosteudella tarkoitetaan ilmassa olevan kosteuden suhdetta siihen kosteusarvoon, joka ilmassa suurimmillaan voi olla ilman, että kosteus ti-

vistyy pisaroiksi eli ulkoilman absoluuttisen kosteuden suhdetta ilman kyllästyskosteuspitoisuuteen tietyssä lämpötilassa. Suhteellinen kosteus ilmaistaan prosentteina. (Randèn 2007, 54.)

Diagrammi kuvassa 3 ilmaisee Helsingin ja Sodankylän suhteellisia (RH) ja absoluuttisia (ν) kosteuksia eri kuukausina tammikuusta (I) joulukuuhun (XII). Ylempi käyrä kuvaa Helsinkiä ja alempi käyrä Sodankylää. Kuvasta havaitaan, että suhteelliset kosteudet ovat molemmissa kaupungeissa lähes samankaltaisia. Suhteellisen kosteuden arvot eivät vaihtele paljon eri kuukausina, vain hieman alemmalla tasolla kesäisin kuin talvisin. Ulkoilman absoluuttinen kosteus on selkeästi suurempi molemmissa kaupungeissa kesäkuukausina kuin talvikuukausina.



Kuva 3. Suhteellisten ja absoluuttisten kosteuksien eroja Helsingissä ja Sodankylässä (Björkholtz 1997, 47)

2.3 Suomen sääolosuhteet

Suomen vaihtelevissa sääolosuhteissa rakennustarvikkeiden ja työkohteiden suojaaminen on erityisen tärkeää, sillä riittävällä suojauksella vältetään käyttämästä märkiä rakennustarvikkeita ja ehkäistään kosteusvaurioiden syntymistä sekä helpotetaan ja nopeutetaan työn tekoa. Työskenneltäessä suojan alla kuivassa ja lämpimässä vältetään aikatauluongelmilta, kun sää ei vaikuta työn etenemiseen.

2.3.1 Lämpötilat

Suomen vaihtelevat lämpötilaerot tulee ottaa huomioon, sillä ilma on kesällä 20 °C:n lämpötilassa merkittävästi kosteampaa kuin talvella -20 °C:n lämpötilassa, vaikka ilman suhteellinen kosteus onkin talvella suurempi. Taulukossa 1 kuvataan eräiden paikkakuntien ulkoilman lämpötiloja (t), suhteellisia kosteuksia (RH), vesihöyryn painetta (p) ja ilmassa olevan vesihöyryn määrää eri kuukausina tammikuusta (I) joulukuuhun (XII). (Björkholtz 1997, 48.)

Taulukko 1. Tietoja ulkoilmasta eräillä paikkakunnilla (Björkholtz 1997, 47)

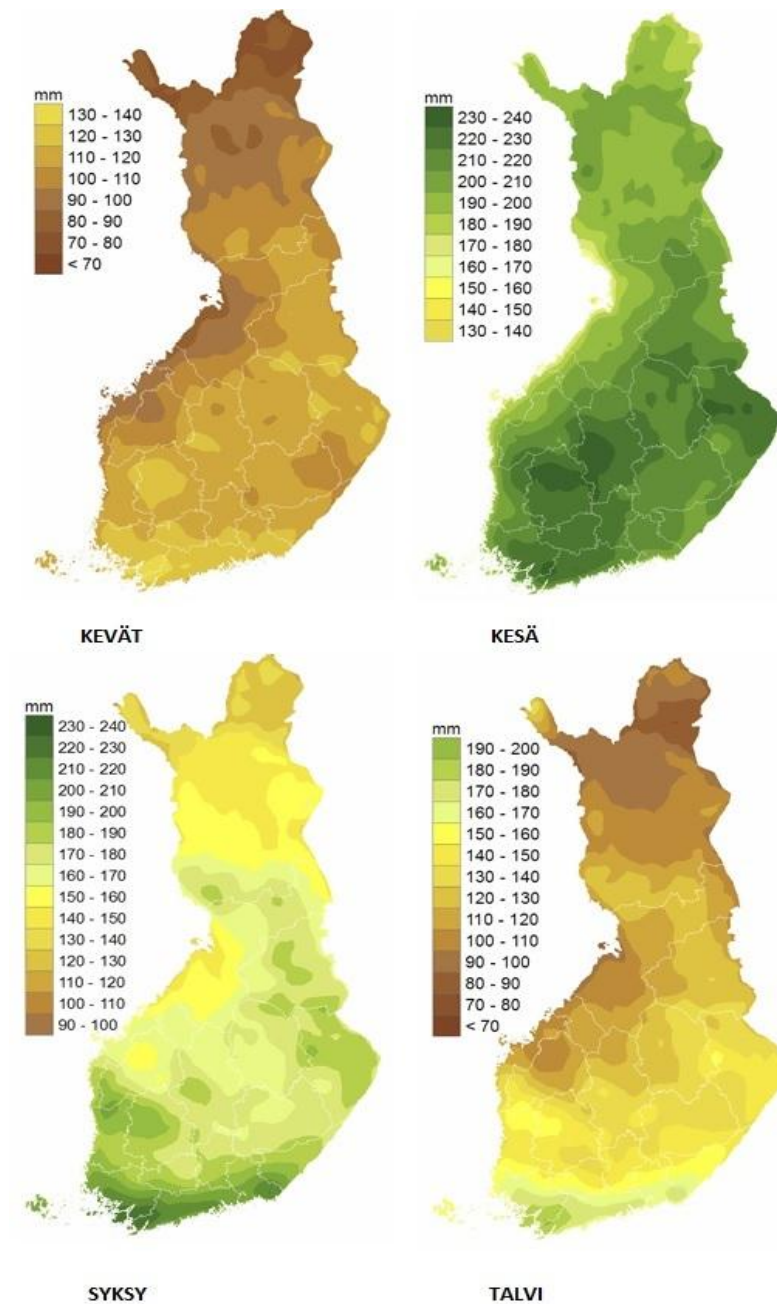
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Helsinki	t (°C)	-6,1	-6,6	-3,5	2,6	8,9	14,0	17,2	16,0	11,1	5,4	1,0	-2,6
	RH (%)	88	87	82	76	66	64	71	78	84	86	89	89
	p (Pa)	331	314	382	563	757	1025	1394	1420	1115	777	586	446
	v (g/m ³)	2,69	2,55	3,07	4,42	5,82	7,74	10,41	10,65	8,51	6,04	4,64	3,57
Turku	t	-6,0	-6,6	-3,6	2,2	8,7	13,9	17,1	15,7	10,6	5,2	0,9	-2,7
	RH	89	88	82	76	67	65	71	77	84	87	90	90
	p	337	317	379	546	758	1035	1386	1375	1079	775	588	447
	v	2,74	2,58	3,05	4,30	5,83	7,82	10,35	10,33	8,25	6,03	4,66	3,58
Jyväskylä	t	-8,8	-8,7	-4,8	2,0	8,7	13,9	16,9	15,0	9,8	3,8	-0,8	-5,0
	RH	89	87	81	75	68	65	72	80	86	88	91	90
	p	265	261	339	531	769	1035	1388	1366	1047	710	523	371
	v	2,17	2,14	2,74	4,19	5,92	7,82	10,37	10,29	8,03	5,56	4,17	3,00
Vaasa	t	-6,7	-6,9	-4,2	1,5	7,6	13,0	16,5	15,0	10,1	4,4	-0,1	-3,3
	RH	80	87	83	78	69	67	72	79	84	87	89	89
	p	282	305	365	533	725	1006	1353	1349	1044	733	540	422
	v	2,33	2,49	2,94	4,29	5,60	7,62	10,13	10,16	7,99	5,72	4,29	4,69
Kajaani	t	-10,6	-10,6	-6,7	0,4	6,9	13,0	16,1	14,0	8,3	2,1	-2,6	-7,0
	RH	86	85	81	75	67	66	69	78	84	87	90	88
	p	216	214	286	472	671	991	1264	1250	925	621	451	306
	v	1,79	1,77	2,36	3,75	5,19	7,51	9,48	9,44	7,13	4,89	3,61	2,50
Sodankylä	t	-13,5	-13,5	-8,9	-2,2	4,8	11,3	14,7	12,0	6,2	-0,5	-5,8	-9,8
	RH	85	83	80	73	67	65	69	78	84	88	89	89
	p	162	158	236	377	580	874	1157	1098	802	518	343	241
	v	1,36	1,32	1,94	3,01	4,52	6,67	8,72	8,35	6,22	4,12	2,79	1,99

2.3.2 Sateet

Rakennuksiin ja rakenteisiin kohdistuvista kosteusrasituksista sade on merkittävin. Sade voi olla vettä, räntää, tai lunta. Näistä sadetyypeistä rakennuksia eniten kasteleva on räntäsade, joka saattaa jäädä pitkäksi aikaa vaikuttamaan loiville ja vaakasuorille pinnoille. (Siikanen 1996, 52.)

Suomen ilmastolle on tyypillistä kosteus- ja sadeolojen epäsäännöllinen vaihtelu ja sademäärät vaihtelevat kovastikin eri vuodenaikoina ja eri paikkakunnilla. Etelä-Suomessa sataa pääsääntöisesti eniten. Eri vuosina sademäärät saattavat vaihdella run-

saasti. Kuvassa 4 näkyvät vuosien 1981 - 2010 keskimääräiset sademäärät Suomessa eri vuodenaikoina.



Kuva 4. Suomen sademäärät keskimäärin vuosina 1981 - 2010 (Suomen ilmastoa kuvaavat vertailukauden 1981 - 2010 keskiarvot 2012)

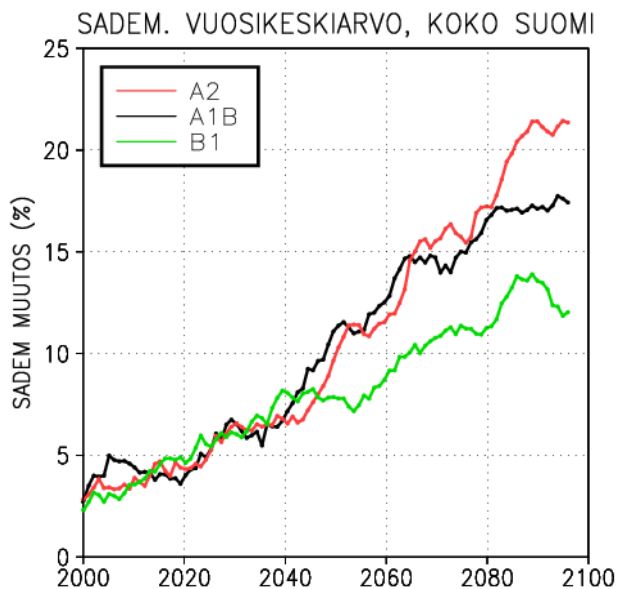
Kosteus ja sade aiheuttavat rakennuksille rasituksia, jotka vaikuttavat rakennustöiden toteutukseen, rakenteiden valintaan ja mitoitukseen sekä rakennustöiden ajoitukseen ja niiden suorittamiseen. Pienten työkohteiden rakentaminen sijoittuu yleensä kevät-, ke-

sä- tai syyskuukausille, mutta suurempien työkohteiden rakentaminen on yleensä ympärivuotista. Vaihteleviin säihin tulee varautua riittävällä kosteussuojauksella.

2.3.3 Ilmaston muutoksen vaikutukset

Rakentamisaikaisen sääsuojauksen merkitys tulee tulevaisuudessa korostumaan entistään, sillä ilmastonmuutoksen myötä Suomen keskilämpötila tulee nousemaan, minkä seurauksena ilman suhteellinen kosteus nousee nopeuttaen sateiden kiertoa. Talven keskimääräinen lämpötila tulee nousemaan eniten. Sademäärät tulevat lisääntymään ja talvisinkin lunta sataa enemmän ja sulamisen ja jäätyminen syklit tihenevät. Pakkasten väheneminen luo mikrobeille otolliset kasvuolosuhteet. Lämpötilojen muutokset sekä lisääntyvät sateet ja ilmankosteus kasvattavat tarvetta riittävälle rakennustarvikkeiden ja työkohteiden suojaukselle. (Sademäärät lisääntyvät.)

Diagrammissa kuvassa 5 on esitetty ilmastonmuutoksen seurauksena Suomen keskimääräisen sademäärän muuttuminen prosentuaalisesti vuosina 2000 - 2100 verrattuna vuosien 1971 - 2000 sademäärien keskiarvoon. Sademäärien muutokset ovat 19 mallin tulosten keskiarvoja. Mallien tulokset on esitetty kolmelle kasvihuonekaasuskenaariolle, jotka ovat suuret päästöt (A2), melko suuret päästöt (A1B) ja pienet päästöt (B1).



Kuva 5. Arvio vuotuisten sademäärien muuttumisesta Suomessa (Sademäärät lisääntyvät)

2.4 Rakennekosteus

Rakennusmateriaaleihin sitoutunut kosteus määrä riippuu niin materiaalin valmistuksessa käytetyn veden määrästä kuin materiaalin mahdollisesta kastumisesta kuljetusten, varastoinnin tai materiaalien asentamisen aikana. Rakennusmateriaaleista ja rakenteista erityisesti betonissa, tasoitteissa, puisissa ja muuratuissa rakenteissa on kosteutta jo itsessään. Muissa rakennusmateriaaleissa ja rakenteissa kosteus on pääsääntöisesti ulkoisista kosteuslähteistä. (Siikanen 1996, 61.)

Taulukossa 2 on esitetty eräiden rakennusmateriaalien rakennekosteuksia eli niitä ylimääräisiä kosteuksia, jotka poistuvat rakenteesta ennen kuin se on tasapainossa rakennetta ympäröivän ilman kosteuden kanssa. Sisätiloissa ilman suhteelliseksi kosteudeksi oletetaan RH 50 %.

Taulukko 2. Rakennusmateriaalien rakennekosteuksia (Björkholtz 1990, 33)

Aine	Rak.vaiheen kosteus kg/m ³	Kemiall. sid. kosteus kg/m ³	Hygrosk. kosteus kg/m ³	Rakennekosteus kg/m ³
Paikalla valettu betoni				
K 15	180	40	25	115
K25	180	57	33	90
K40	180	70	40	70
Kevytbetoni	100-200	-	20	80-180
Kalkkistem. laasti	300	20	30	250
Poltettu tiili	10	-	10	0
Muurattu tiilirakenne	80	-	10	70
Puu	60-80	-	40	20-40

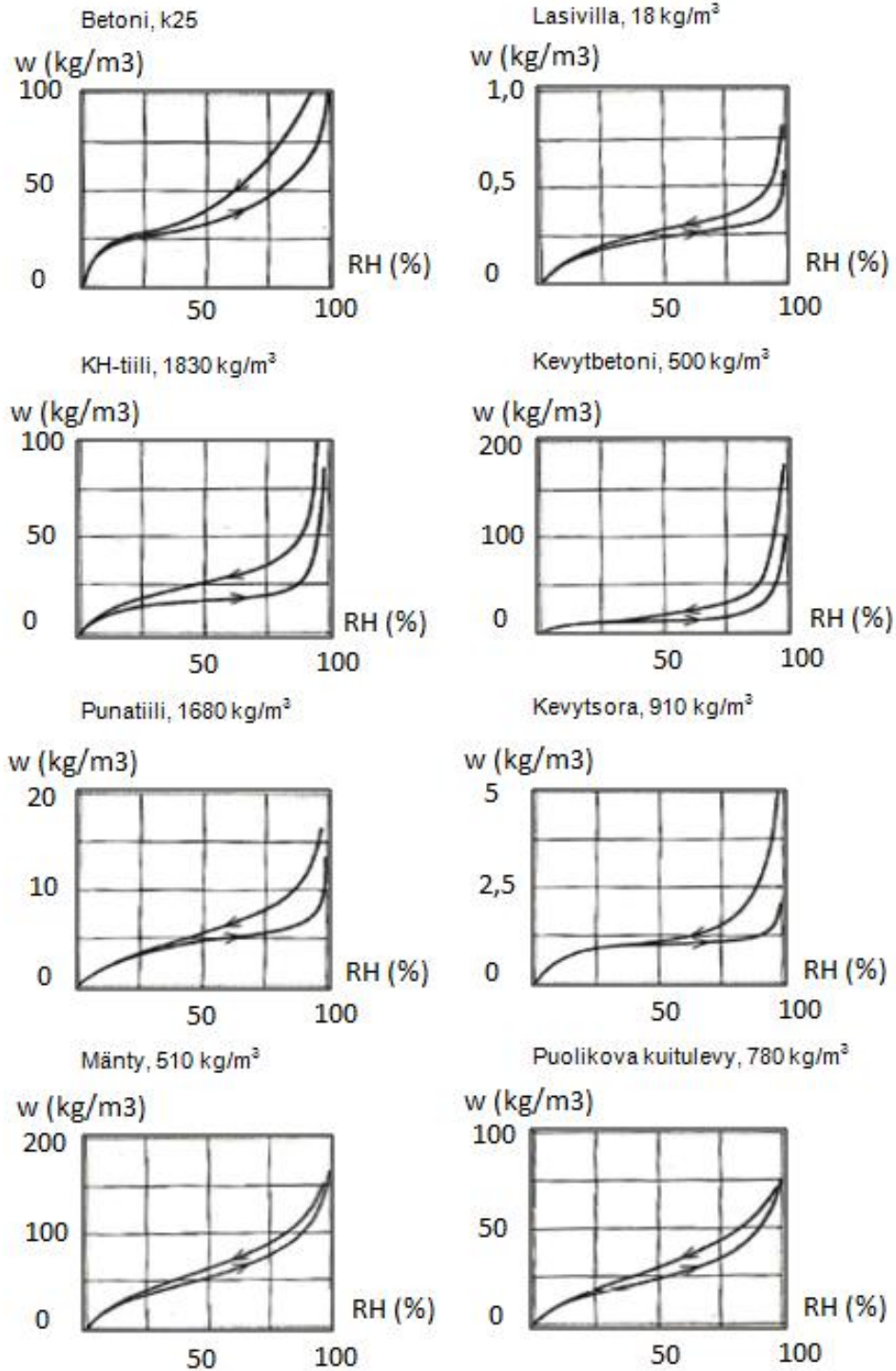
Rakennustarvikkeiden liiallista kosteuskuormitusta ja rakennekosteuden kertymistä tarvikkeisiin rakentamisen aikana voidaan välttää varastoimalla rakennustarvikkeet oikein ja sadevesiltä suojattuna, toimittamalla tarvikkeet työmaalle oikeaan aikaan ja huolehtimalla työnaikaisesta materiaalien ja rakenteiden riittävästä suojauksesta sekä

varmistamalla rakenteiden riittävä kuivatus ennen käyttöönottoa. (Björkholtz 1997, 51.)

2.4.1 Hygroσκοoppisuus

Huokoisen materiaalin kykyä sitoa itseensä kosteutta ilmasta sekä luovuttaa kosteutta ilmaan kutsutaan hygroσκοoppisuudeksi. Materiaalin huokosissa olevan ilman suhteellisen kosteuden asetuttua samalle tasolle materiaalia ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden kanssa on materiaali saavuttanut hygroσκοoppisen tasapainokosteuden. Tasapainokosteus vaihtelee eri materiaaleilla ja on lisäksi riippuvainen lämpötilasta sekä siitä, onko kyseessä absorptio eli kostuminen vai desorptio eli kuivuminen. Rakennusmateriaalin kostumisen ja kuivumisen nopeus on riippuvainen tietysti itse materiaalista, mutta myös sitä ympäröivistä olosuhteista, eli onko materiaali kosketuksissa kostean ilman, veden tai toisen materiaalin kanssa. (Björkholtz 1990, 37; Björkholtz 1997, 59.)

Kostumisen ja kuivumisen prosessia kuvataan sorptio- eli tasapainokäyrillä. Kuvassa 6 on esitetty joidenkin rakennusmateriaalien sorptiokäyriä. Hygroσκοoppisuus vaihtelee hyvin runsaasti eri rakennusmateriaaleilla, puupohjaisilla rakennusmateriaaleilla se on suurin, kun taas mineraalivilloilla lähes olematon.



Kuva 6. Betonin, lasivillan, KH-tiilen, kevytbetonin, punatiilen, kevytsoran, männyn ja puolikovan kuitulevyn absorptio- ja desorptiokäyrät suhteessa ilman suhteelliseen kosteuteen RH. Desorptiokäyrä on yläpuolella ja absorptiokäyrä alapuolella. (Björkholtz 1997, 61.)

2.4.2 Rakennusmateriaalien kriittisiä kosteuksia

Kriittisellä kosteudella tarkoitetaan materiaalin kosteuspitoisuuden ylärajaa, jolla materiaali vielä toimii tyydyttävällä tasolla pitkiäkin aikoja. Rakennusmateriaalin kriittinen kosteus ilmaistaan suhteellisena kosteutena RH_{kr} . Toimiakseen tyydyttävästi ja halutulla tavalla rakennusaineen suhteellisen kosteuden tulee olla kriittistä kosteutta pienempi eli $RH < RH_{kr}$. Tällöin kosteus ei aiheuta materiaaleissa haittoja. (Björkholtz 1997, 60.)

Rakennusmateriaaleilla on erilaisia kriittisiä suhteellisia kosteuksia ja materiaalien kriittisiä kosteuksia suuremmat suhteelliset kosteudet aiheuttavat materiaaleissa tai materiaalien päällysteissä erilaisia vaurioita. Betoni kestää hyvin kosteutta, mutta sen suuri kosteuspitoisuus aiheuttaa päällysteissä, tasoitteissa ja liimoissa vaurioita. Liian suurien suhteellisten kosteuksien aiheuttamia vaurioita rakennusmateriaaleissa ovat teräksen ruostuminen, puun ja puutuotteiden homehtuminen ja lahoaminen, muovimattojen kupruilu ja lattialiimojen tartuntalujuuden menettäminen. Näiden materiaalien kriittiset suhteelliset kosteudet ovat:

- | | |
|---|-------------------------|
| • Teräksen ruostuminen | $RH_{kr} \approx 60 \%$ |
| • Puun lahoaminen | $RH_{kr} \approx 80 \%$ |
| • Homehtuminen | $RH_{kr} \approx 75 \%$ |
| • Muovimattojen kupruilu | $RH_{kr} \approx 95 \%$ |
| • Lattialiimojen tartuntalujuuden menetys | $RH_{kr} \approx 90 \%$ |

(Björkholtz 1990, 42.)

Taulukko 3. Rakennusmateriaalien kriittisiä ja kyllästymiskosteuksia kilogrammoina kuutiometrissä. (Björkholtz 1990, 40)

Aine	Tiheys kg/m ³	Kriittinen kosteus kg/m ³	Kyllästymiskosteus kg/m ³
Punatiili	1700	80	360
Punatiili	1900	60	250
Kevytbetoni	700	200	740
Sem.laasti	2100	180	210
KH-tiili	1800	110	320
KH-tiili	1900	80	280

Suojaamalla rakennusmateriaalit ja -tarvikkeet huolellisesti kosteudelta kaikissa toimitusketjun vaiheissa vältetään turhalta kuivattamiselta ja näin säästetään aikaa ja kustannuksia.

3 KOSTEUDENHALLINTA

3.1 Kosteudenhallinnan tavoitteet

Rakennuksen kosteudenhallinnan tavoitteita ovat kosteusvaurioiden ehkäiseminen, kuivatustarpeen ja aikatauluviivästyksien vähentäminen sekä materiaalihukan minimoiminen. Kosteudenhallinnan tavoitteet saavutetaan suunnittelun, toteutuksen ja ylläpidon keinoin. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 11.)

3.2 Kosteudenhallintasuunnitelman sisältö

Rakennustyömaan kosteudenhallintaan kuuluvat kosteusriskien arviointi, kuivumisai-ka-arviot, olosuhdehallinta ja riittävä suojaus, seuranta ja valvonta sekä raportointi. Kosteudenhallinta on tärkeä osa työmaan suunnittelua ja laadunhallintaa. (Kosteudenhallintasuunnitelma 2008.)

3.3 Sopimukset

Tarjouspyyntöasiakirjoissa tulee olla esillä rakennushankkeeseen liittyvän kosteudenhallinnan tavoitteet ja menettelytavat. Sopimusta laatiessa viimeistään tulee varmistaa, että vaatimukset sekä menettelyt on kirjattu sopimukseen. Kosteudenhallintasuunnitelman tulee olla osa rakennuttajan ja urakoitsijan välillä tehtävää sopimusta ja sopimuksessa tulee määritellä, kuinka sovittuja menettelytapoja valvotaan noudatettavan. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 41.)

Laadun tason ollessa määritelty sopimusasiakirjoissa, saavutetaan oikea suunnittelutyön ja työn toteutuksen kustannustaso. Ei ole viisasta tinkiä kosteudenhallinnan suunnittelun ja toteutuksen tasosta vähäisen rakentamisen aikaisen kustannushyödyn takia.

3.4 Hyödyt rakennushankkeen osapuolille

Rakennuttajalle on edullista aikataulussa pysyminen, mitä edesauttaa mm. kosteudenhallinnan suunnittelu ja suunnitelmien mukainen toteutus. Rakentamisen aikataulussa pysymisen seurauksena rakennus saadaan käyttöön nopeammin ja toimimaan tarkoituksensa mukaisesti. Hyvä kosteudenhallinta rakentamisvaiheessa pienentää merkittävästi rakennuksen tulevia huoltokuluja.

Kosteudenhallinnan hyötyjä urakoitsijalle ovat aikataulussa pysyminen sekä lisäkustannusten minimoiminen. Lisäkustannuksia voivat aiheuttaa materiaalien vaurioitumisen seurauksena materiaalihukka sekä rakenteiden lisääntynyt kuivatustarve, mikä kasvattaa myös energiankulutusta. Huolehdittaessa kosteudenhallinnasta ja suojuuksista vältetään takuuajan korjaustöitä. Huolellisesti toteutettu suojaus vaikuttaa positiivisesti urakoitsijan imagoon. Käyttäjän kannalta taas on tärkeää, että rakentamisen lopputuloksena syntyvä rakennus on terveellinen, turvallinen ja teknisesti toimiva kokonaisuus.

4 KOSTEDELTA SUOJAAMINEN TOIMITUSKETJUN ERI VAIHEISSA JA OSA-ALUEIDEN PARANTAMINEN

Kuivana rakentamisen onnistumisen kannalta on tärkeää, että rakennustarvikkeet suojataan hyvin jokaisessa vaiheessa aina tehtaiden ja jälleenmyyjien varastoilta lähtien kuljetuksen aikana työmaalle asti ja työmaalla varastoinnin ja rakentamisen aikana. Rakennusmateriaalien kostumisen kannalta suurimpia riskejä ovat tehdassuojausten puutteellisuus ja vaurioituminen sekä materiaalien asennustyö ja sen jälkeinen aika.

Hyvällä työnaikaisella kosteussuojauksella ehkäistään kosteudelle alttiiden rakennusmateriaalien ja rakenteiden vaurioitumista välittömästi tai myöhemmin sekä vähennetään merkittävästi takuuaikaisia korjauksia ja niiden kustannuksia. Rakennusmateriaalien kuivatustarve vähenee oleellisesti ja materiaalihukka pienenee, kun koko toimitusketjun aikaisesta riittävästä kosteussuojauksesta huolehditaan. (Kukkonen 2002; Lönnblad 2012.)

Rakennusmateriaalien ja -tuotteiden kastumisen riskiä pienennetään oikein ajoitetuilla materiaalitoimituksilla ja edellyttäen toimittajilta riittävää kuljetuksen aikaista suojautusta, noudattamalla valmistajien antamia tarvikkeiden varastointiohjeita, suunnittelemalla työmaan varastointialueet ja -menetelmät ajoissa sekä huolehtimalla, että työmaalla on riittävästi suojauskalustoa työkohteiden ja materiaalien suojaamiseen. Työsuoristusten huolellinen suunnittelu ja työmaalla toteutus pienissä osissa on tärkeää, jotta kesken olevat rakenteet saadaan suojattua saman työvuoron aikana. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 103.)

Suojaustoimenpiteitä suunniteltaessa on otettava huomioon, mitkä rakennusmateriaalit voivat vaurioitua kastuessaan, kuten puupohjaiset tuotteet ja lämmöneristeet, ja mitkä saattavat välillisesti aiheuttaa kosteusvaurioita kastuessaan, kuten esimerkiksi tiilet ja betonituotteet, joita pinnoitettaessa tai päällystettäessä voi muodostua kosteusvaurioita. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 103.)

4.1 Rakennusmateriaalien suojaus ennen kuljetusta työmaalle

Vaikka rakennusmateriaalit olisivat suojattuja tehtaalla valmiiksi, on yleistä, että suojaukset repeilevät tai hajoilevat ennen materiaalien saapumista työmaalle. Tehdassuojaukset eivät ole aina riittäviä jokaisen rakennusmateriaalin suojaamiseksi. Kos-

teudelle herkimmat materiaalit, kuten kipsilevyt ja mineraalivillaeristeet, pakataan tiukasti muovipeittein, että ne säilyisivät hyvässä kunnossa vaurioitumatta tehtaiden ja rakennustarvikekauppojen varastointien aikana. Muovi suojaa hyvin sateelta, mutta toisaalta se repeilee herkästi ja sen sisäpintaan pääsee tiivistymään kosteutta. Muovin revetessä sadevedet pääsevät sisälle pakkaukseen, mutta eivät pois pakkauksesta. Pakkausmuovin sisäpintaan tiivistyvä kosteus tippuu pisaroina rakennusmateriaalin päälle kostuttaen sitä. Vaikka muovin sisäpintaan tiivistynyt kosteusmäärä ei olisikaan suuri, pakkaukseen jääneen ilman suhteellinen kosteus on korkea. Esimerkiksi puupohjaisen rakennusmateriaalin joutuessa olemaan pitkiä aikoja tällaisissa olosuhteissa, saattaa materiaalin pinnalle syntyä hometta ja lahon alkua. Tästä syystä muoviin pakattuja rakennusmateriaaleja tulee tarkkailla ja tarpeen vaatiessa poistaa materiaalit pakkauksistaan ja varastoida rakennusmateriaalit sisätiloihin mahdollisuuksien mukaan. (Björkholtz 1990, 45.)



Kuva 7. Erään lämmöneristeiden valmistajan tehtaalla muovilla suojatut eristelevypaketit (Paroc 2013)

Monien rakennusmateriaalien tehdassuojauksissa on puutteita. Esimerkkinä tällaisesta ovat betonielementtituotteet, jotka eivät sinänsä vaurioidu kosteudesta, mutta niiden kastuminen kuitenkin saattaa pidentää kuivumisaikaa merkittävästi. Betoni itsessään kestää hyvin kosteutta, mutta betonin sisältämä liiallinen kosteus voi aiheuttaa päällyste- ja pinnoitemateriaaleissa sekä pinnoitteen kiinnitysmateriaaleissa vaurioita. Be-

tonielementit tulee olla suojattuina koko toimitusketjun ajan. Betonielementtituotteista erityisesti betonisandwich-elementtien eristekerrokset tulee olla hyvin suojattuna kosteudelta ja sadevesiltä, sillä useasti niiden tehdasmuovisuojaukset rikkoutuvat kuljetusten tai varastointien aikana, jolloin eristekerrokset pääsevät helposti kastumaan. Eristekerroksia voidaan lisäsuojata kuljetuksia ja varastointia varten suojapeitteillä. Myös puutuotteiden varastointivaiheen aikaiseen suojaukseen tulee kiinnittää enemmän huomiota. Puutuotteet yleensä suojataan peitteiden avulla suurimmilta sadevesiltä, joten tulee varmistaa myös niiden tuulettuvuus peitteiden alla. Rakennustarvikkeiden huolellista ja riittävää varastoinnin aikaista suojausta tulee edellyttää tarvikkeiden toimittajilta. (Merikallio 2002, 23; Rautiainen 2010; Koponen 2010.)

4.2 Rakennusmateriaalien suojaus kuljetusten aikana

Rakennustarvikkeiden kuivana pitämisen kannalta on tärkeää varmistaa suojaus kuljetusten aikana. Rakennusmateriaaleja saatetaan joutua kuljettamaan pitkiäkin matkoja vaihtelevissa sääolosuhteissa. Mikäli suojaukset eivät ole riittäviä tai mahdollisesti jopa puuttuvat kokonaan ja materiaalit sateisten säiden vuoksi kastuvat, saattaa seurauksena olla lisääntynyt kuivatustarve tai jopa materiaalien vaurioituminen käyttökelvottomiksi eli materiaalihukka. Ylimääräinen kuivatustarve ja uusien materiaalien tilaaminen vaikuttavat rakentamisen kustannuksien lisäksi myös aikatauluun pidentävästi. (Lönnblad 2012.)

Rakennusmateriaaleja vastaanottaessa tulee tarkastaa materiaalien kunto ja niiden mahdolliset vauriot. Jos materiaalien suojamuovit ovat rikkoutuneet ja materiaalit päässeet mahdollisesti kastumaan tai materiaalit ovat muuten vaurioituneet, on tehtävä huomiosta kuormakirjaan merkintä. Merkintä kuormakirjassa helpottaa asioiden selvittämistä ja ylimääräisten kustannusten osoittamista oikealle taholle, mikäli rakennusmateriaalit ovat vaurioituneet käyttökelvottomiksi. (Lönnblad 2012.)

Kuljetusten aikana voitaisiin harkita käytettäväksi kuivauslaitteita. Erityisesti pitkiä matkoja kuljetettaessa rakennusmateriaalit ja -tarvikkeet kuivuisivat jo matkan aikana, mikäli ne ovat päässeet kastumaan ennen kuljetusta.

4.3 Rakennusmateriaalien ja työkohteen suojaus työmaalla

Työmaalla tulee suojata riittävästi niin välivarastoitavat rakennusmateriaalit kuin itse työkohdekin. Kosteudenhallintasuunnitelma ja suojaussuunnitelma asianmukaisine suojauskalustoineen on sisällytettävä urakkapyyntöihin ja -ohjelmiin. Suojauksen ollessa urakan kustannuksiin mukaan laskettuna on suojaus mahdollista tehdä ja vaatia tehtäväksi oikein. Poikkeamia suunnitelmista ei tule hyväksyä ja mikäli niitä esiintyy työmaalla, tulee niihin puuttua välittömästi. (Rautiainen 2010; Koponen 2010.)

Sääsuojatekniikat ovat edistyneet korjausrakentamisen kehittymisen myötä ja perinteinen kevyillä pressuilla suojaaminen on vähentynyt. Erityisesti korjausrakentamisessa on jo jopa tavallista käyttää kantavalla rungolla tuettuja kangasrakenteita. Lisääntyneet rankkasateet ja myrskytuulet lisäävät kunnollisten ja kestävien sääsuojien käytön tarvetta. Kevyet suojapeitteet eivät enää riitä, sillä ilmastonmuutoksen myötä sateet ja tuulet tulevat entisestäänkin lisääntymään. (Koponen 2010.)

4.3.1 Varastoinnin aikainen rakennusmateriaalien suojaus

Kosteudelle arimmat rakennusmateriaalit ovat yleensä kohtuullisen hyvin suojattuja jo tehtaalla. Tehdassuojaus on pääsääntöisesti riittävä kuljetuksen aikana, elleivät suojaukset ole rikkoutuneet. Työmaalla on kuitenkin syytä varmistaa riittävä säältä suojaus.

Rakennusmateriaalien saapuessa työmaalle olisi hyvä saada ne mahdollisuuksien mukaan sisätiloihin suojaan ja käytettäväksi mahdollisimman pian. Tämä ei kuitenkaan aina ole mahdollista ja riippuu työmaan ja työmaan sisävarastointitilojen koosta sekä rakennustarviketoimitusten suuruudesta, voidaanko materiaalit varastoida sisätiloihin.

On ehkä kustannustehokkaampaa tilata suurempia määriä rakennustarvikkeita kerralla, kuin tehdä useita pienempiä tilauksia työn etenemisen mukaan, vaikka seurauksena onkin työmaalla materiaalien varastointi. Rakennustarvikkeiden varastointiaikaa työmaalla tulee kuitenkin pyrkiä pienentämään ja tilata rakennusmateriaalit ja -tuotteet sopivan kokoisissa erissä oikeaan aikaan ja suoraan työkohteeseen. Pienetkin muutokset työmaa-aikataulussa saattavat aiheuttaa tarvetta varastoida tarvikkeita työmaalla. Varastointiin tulee aina varautua riittävällä suojauskalustolla. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 103.)

Työmaan koon ollessa riittävä voidaan myös harkita sääsuojan tai muun varastokatoksen käyttöä rakennusmateriaalien suojaamiseen. Erityisesti talvisin materiaalien ollessa suojassa katoksen alla vähentyvät niin lumityöt kuin materiaalien etsiminen lumen alta. Sääsuojia on saatavana myös lämpöeristettyinä, jolloin ne soveltuvat hyvin myös kylmälle ja kosteudelle arkojen materiaalien säilyttämiseen. Rakennustarvikkeiden suojaamisen lisäksi katosta voitaisiin käyttää myös työpisteenä sateisten säiden aikana.

Usein joudutaan rakennustarvikkeet varastoimaan ulkotiloihin ja suojaaminen tapahtuu usein suojapeitteillä. Tällöin on varmistettava suojapeitteiden hyvä kunto ja riittävyys. On myös varmistettava, etteivät tarvikkeet ole suoraan maan päällä.

Useat rakennusmateriaalien valmistajat antavat tuotteilleen ohjeet varastointiin. Varastointiohjeissa kerrotaan, miten materiaalit tulisi säilyttää työmailla ja kuinka suojata ne kosteutta vastaan. Varastointiohjeisiin tulee ehdottomasti tutustua ja noudattaa niitä. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 103.)



Kuva 8. Työmaalla väärin varastoidut lämmöneristeet ovat kastuneet puutteellisen suojauksen seurauksena (Rakennustarvikkeiden säilytys, kosteuden hallinta ja työturvallisuus 2008)

4.3.2 Työkohteen suojaus

Usein rakennustarvikkeet työmaalla pyritään suojaamaan jotenkuten, mutta itse työkohteen rakentamisaikainen suojaaminen on yhtä tärkeää. Työkohde voidaan suojata esimerkiksi sää- tai julkisivusuojilla. Riittävällä suojauksella saavutetaan monia etuja.

Kunnollisella työkohteen kosteussuojauksella estetään rakennustarvikkeiden vaurioituminen ja pilaantuminen niitä asennettaessa ja vältetään aiheuttamasta ulkonäöllisiä tai muita laatuvirheitä. Riittävästi suojatun rakentamiskohteen lopputuloksena on terveellinen rakennus, jossa ei ole terveydellisiä haittoja aiheuttavia mikrobikasvustoja. (Lönnblad 2012.)

Rakennusmateriaalien työnaikaisen kosteudelta suojaamisen lisäksi riittävästä työkohteen suojauksesta on muitakin hyötyjä. Työskentelyolosuhteet paranevat, jolloin työskentely on helppoa ja mukavaa sekä tehokasta. Työturvallisuus paranee työskennellessä suojan alla kuivassa ja myös sairastumisalttius vähenee. Vältetään vaihtelevien säiden aiheuttamilta aikataulullisilta ongelmilta, kun työssä voidaan edetä huonoista sääistä huolimatta. Työtä helpottaa myös lumi- ja sulatustöiden väheneminen. (Lönnblad 2012.)

Pienikokoiset rakennukset ja rakennusosat voidaan suojata kokonaan rakentamisen aikana. Suurienkin rakennusten suojaamista kokonaan tai ainakin niiden kriittisimpien kohtien suojaamista kannattaa harkita. Kosteudelle arimpien rakennusmateriaalien suojaaminen on tärkeintä. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi puupohjaiset tuotteet ja lämmöneristeet. Esimerkiksi tasakattoa ja sen eristystöitä tehtäessä suojauksella kosteudelta on merkittävä vaikutus työn laatuun. Mikäli rakenteeseen pääsee satamaan vettä rakentamisen aikana, ei rakenne pääse kuivumaan, sillä kosteus on tiiviiden kerrosten, katteen ja höyrynsulun välissä. Kastuneen eristeen seurauksena katon lämpöläpäisykerroin eli U-arvo on oletettua laskennallista arvoa korkeampi, lämpöenergiaa kuluu enemmän ja katteen käyttöikä lyhenee. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 102; Björkholtz 1990, 45.)



Kuva 9. Erään rakennuksen kunnostus telineisiin tuettujen sääsuojien avulla (Tompuri 2009)

5 SUOJAUSKALUSTO

Työkohteen ja työkohteessa käytettävien rakennustarvikkeiden huolellinen suojaaminen kosteudelta ja pölyltä varastoinnin, kuljetusten ja mahdollisten välivarastointien aikana sekä tietysti itse rakentamisen aikana on oleellista rakenteellisesti hyvän, terveellisen ja turvallisen lopputuloksen kannalta.

Huonosti suojatun tai kokonaan suojaamattoman rakennuskohteen liiallisen rakennuskosteuden kuivattaminen hidastaa työn valmistumista ja saattaa tulla kalliiksi. Rakentamisvaiheessa tapahtunut kosteusvaurio vaikuttaa merkittävästi rakennuksen elinikään, elinkaaren aikaisiin korjaustarpeisiin ja tietysti myös kustannuksiin. Hyvin tehty rakennusaikainen suojaus vähentää rakenteiden välitöntä kuivatustarvetta sekä tulevia korjaustarpeita. Kun rakennusmateriaalit eivät pääse kastumaan eivätkä mene kastumisen seurauksena pilalle, ei niitä tarvitse vaihtaa uusiin, jolloin työmenekit pienenevät ja pysytään paremmin aikataulussa. (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin; Sääsuojauksen ohjekirja.)

Rakentamisvaiheessa kosteudelta suojaamiseen voidaan käyttää sääsuojia, julkisivusuojia sekä suojapeitteitä. Sääsuojat soveltuvat erinomaisesti monenlaisiin kohteisiin aina kattotöistä perustustöihin sekä koko rakennuksen huputtamiseen, kun taas

suojapeitteet soveltuvat lähinnä rakennustarvikkeiden varastoinnin aikaiseen suojaukseen. (Koski & Tanhuanpää 1992.)

Suojauskaluston valintaan vaikuttavat vertailulaskelmat työkokonaisuuksien kustannuksista ja kestosta tehtäessä työ ilman suojauskalustoa ja suojauskalustoa käytettäessä. Suojakalustoa valittaessa otetaan huomioon sääolosuhteet, työkohde, suojakaluston kustannukset sekä laatuvaatimukset. (Koski & Tanhuanpää 1992.)

Taulukosta 4 selviää, minkälaisiin suojattaviin kohteisiin sääsuojat, suojapeitteet sekä julkisivusuojat soveltuvat.

Taulukko 4. Suojauskaluston soveltuvuus suojattaviin kohteisiin (Koski & Tanhuanpää 1992)

Käyttöohje	Sääsuojat	Suojapeitteet	Julkisivusuojat
Perustustyöt (antura, sokkeli, alapohja)	XX	X	○
Elementtityöt (ontelolaatta, seinäelementti)	XX	X	○
Valutyöt (holvi, laatta, kansi)	XX	X	X
Julkisivutyöt (muuraus, rappaus, maalaus)	○	X	XX
Kattotyöt	X	X	XX
Sisäpuolinen suojaus	○	XX	X
Kokonaissuojaus	X	○	XX
Työsuoja ja varasto	XX	X	○

XX soveltuu hyvin

X soveltuu

○ ei sovellu

5.1 Suojapeitteet

Suojapeitteitä käytetään nykyisin pääasiallisesti rakennustyömailla varastoinnin aikaiseen rakennusmateriaalien ja elementtien suojaukseen. Niitä voidaan myös käyttää täydentämään muita suojausmenetelmiä. Yksinään ne eivät kuitenkaan aina riitä suojaamaan rakennusta, sillä suojapeitteillä ei voida käytännössä saavuttaa tarvittavaa tiiveyttä ja saumattomuutta kosteudelta täydellisesti suojaamiseen. Peitteiden saumojen kautta vesi pääsee vuotamaan rakenteisiin. Suojapeitteet toimivat kuitenkin hyvin varastoitavien tarvikkeiden suojaamisessa ja ne kestävät hyvin vaihtelevia sääolosuhteita ja suojaavat rakennustarvikkeita kosteudelta ja auringonvalolta ja ne ovat helppokäyttöisiä. (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin.)

Peitteiden avulla voidaan suojaus toteuttaa telineiden tai työtasojen päällä. Näin saadaan suojattua sekä työkohte että työskentely. Suojapeitteillä suojatessa tulisi käyttää mahdollisimman suuria peitteitä, jolloin saumakohtia tulisi vähiten. (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin.)

Suojapeitteiden materiaalina on termoplastinen muovi, polyeteenimuovi, PVC-kangas tai polyesteri- ja verkkokangas. Peitteiden tyypillisimmät koot ovat 4 m * 6 m, 5 m * 7 m ja 6 m * 9 m. Suojapeitteet kestävät hyvin lämpöä ja pakkasta, n. -35 °C ... +70 °C. Suojapeitteiden paino vaihtelee 550 g/m² - 680 g/m² välillä. Peitteiden reunat ovat vahvistettuja, ja niissä on metalliset purjerengat ja kiinnitysnaurat, jotka helpottavat käyttöä. (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin; Säasuojauksen ohjekirja.)

Suojapeitteitä on saatavana myös eristepeitteinä. Eristepeitteet ovat lämpöä ja ääntä eristäviä eli ne suojaavat niin kylmältä ja kuumalta kuin melultakin. Eristepeite on hyvä ratkaisu esimerkiksi valujen suojauksessa, sillä ne eivät ime vettä eivätkä tartu valuun. (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin; Säasuojauksen ohjekirja.)

Suojapeitteiden kiinnitykset ja kiinnitysköysien kunto on tarkastettava säännöllisesti. Mikäli peitteet ovat repeytyneet tai hajonneet, on ne korjattava tai vaihdettava uusiin. Talviaikaan tulee kerrostunut lumi tulee poistaa peitteiden päältä. (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin; Säasuojauksen ohjekirja.)

5.2 Julkisivusuojat

Julkisivusuojia ovat pystysuojat sekä telinekatot. Pystysuojia ja telinekattoja voidaan käyttää ylimmän työtason, seinien tai jopa koko rakennuksen työnaikaiseen suojaamiseen kosteudelta. (Koski & Tanhuanpää 1992.)

Julkisivusuojien mitoituksessa otetaan huomioon lumi- ja tuulikuormat. Suojien saumat on tiivistettävä huolellisesti, jottei tuuli pääse rakennuksen ja peitteen väliin mahdollisesti kaataen koko suojan. Kantavien runkorakenteiden, ankkuroinnin, tuentojen ja peitteiden sekä niiden kiinnitysten kunto tulee tarkistaa säännöllisesti onnettomuuksien välttämiseksi ja onnistuneen suojauksen saavuttamiseksi. (Koski & Tanhuanpää 1992.)

5.2.1 Pystysuojat

Pystysuojalla tarkoitetaan rakennustelineisiin kiinnitettyjä suojapeitteitä, jotka kiristetään telinerunkoon peitekiinnikkeillä, naruilla tai hihnoilla. Pystysuojan peitteet voidaan nostaa esimerkiksi nosturilla. Pystysuojat soveltuvat hyvin julkisivutöiden aikaiseen suojaukseen kosteudelta ja pölyltä. (Koski & Tanhuanpää 1992.)

5.2.2 Telinekatot

Telinekatto kootaan rakennustelineiden osista, jotka liitetään toisiinsa. Suojapeite kiinnitetään telinekattorunkoon peitekiinnikkeiden avulla tai saumapelleillä. Telinekatto kootaan valmiiksi maassa, jonka jälkeen se nostetaan kokonaisuena ja kiinnitetään kantavien pystytelinerakenteiden päälle ja kiinnitetään niihin. (Koski & Tanhuanpää 1992.)

Ristikkorakenteisista telinekatoista on mahdollista koota koko rakennuksen katon peittävä suoja. Telinekatto sopii parhaiten kattokorjauskohteiden sekä yksittäisten työkohteiden ja telinetasojen suojaamiseen kosteudelta. (Koski & Tanhuanpää 1992.)

5.3 Sääsuoja

Sääsuoja ovat tilapäiseen käyttöön tarkoitettuja suojarakenteita ja niitä käytetään suojaamaan työkohteita sekä rakennusmateriaalit sateelta, pakkaselta, lumelta ja jäältä, tuu-

lelta sekä liialliselta auringonvalolta ja pölyltä. Samalla sääsuoja suojaa työskenteleviä ihmisiä, joiden on helpompi ja turvallisempi työskennellä kuivassa ja lämpimässä sääsuojan alla. Onnettomuuksien riski pienenee oleellisesti työskenneltäessä kuivassa ympäristössä. Sääsuojilla on siis huomattava positiivinen vaikutus niin työn laatuun, työskentelytehokkuuteen ja -mukavuuteen kuin työturvallisuuteenkin. Sääsuoja vähentää myös vaihtelevista säästä aiheutuvia aikatauluongelmia. (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin; Sääsuojauksen ohjekirja.)

Sääsuojat ovat työmaalla koottavia, yleensä teräs- tai alumiinirunkoisia rakenteita, joiden katemateriaalina käytetään yleensä palosuojattua PVC-kangasta. Sääsuojia on saatavilla kylmä- ja lämminratkaisuina. Suojia on saatavana myös erikokoisina. Pituus on pääsääntöisesti moduulipituus kuusi metriä, joskin lyhyempiäkin pituuksia on saatavilla. Pituussuunnassa sääsuojia voidaan työmaalla yhdistää toisiinsa tarvittava määrä. Sääsuojien leveydet vaihtelevat viidestä metristä jopa 45 metriin. Sääsuoja voidaan myös asentaa kiskoille, mikä helpottaa sen liikuttamista työn etenemisen ja suojaustarpeen mukaan. (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin; Sääsuojauksen ohjekirja.)

5.3.1 Käyttökohteita

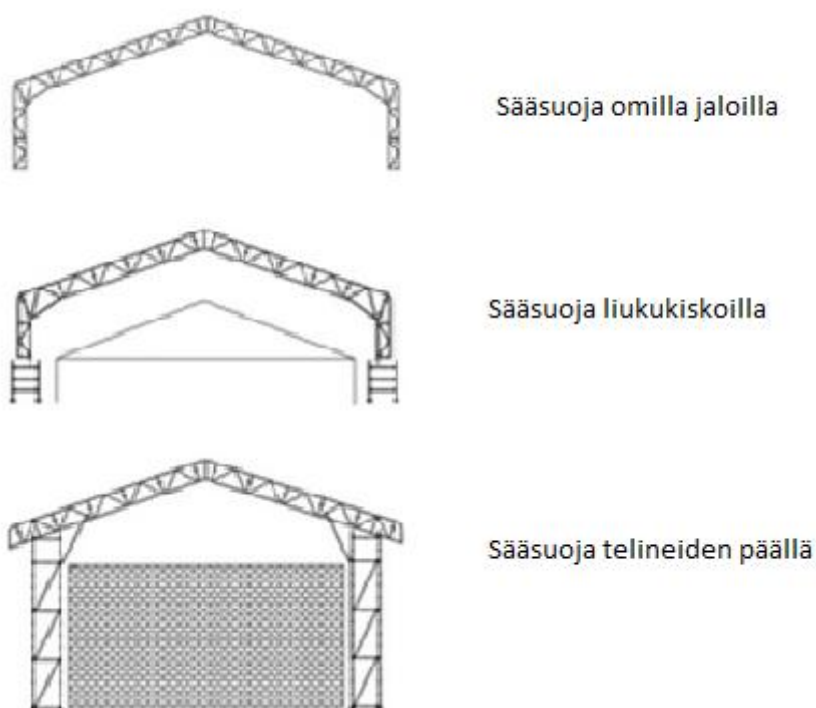
Korjausrakentamiskohteissa voidaan rakennus huputtaa kokonaan tai osittain. Uudisrakennuskohteissa kokonaan huputtaminen saattaa muodostua ongelmalliseksi, sillä täytyy jo ennen suojan asentamista suunnitella sääsuojan avauspaikat niin, että suojan kantava runko ei ole tiellä ja että rakennustarvikkeet saadaan suojan sisäpuolelle. Uudisrakennuskohteissa on helpompaa käyttää sääsuojaa pienemmissä työkohteissa koko työmaan huputuksen sijasta. Sääsuoja on hyvä vaihtoehto työmaalla myös rakennustarvikkeiden varastoinnin aikaisessa suojauksessa. Hyvän kosteussuojan lisäksi suoja- peitteiden käyttöön verrattuna sääsuojan käytön etuna on rakennustarvikkeiden tuulettavuus. (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin; Sääsuojauksen ohjekirja.)

Erityisesti betonisandwich-elementtien asennuksessa sääsuojasta on hyötyä. Vaikka elementtien eristekerros suojataan muovilla jo tehtaalla, repeilevät muovit kuitenkin useasti työmailla elementtien siirtojen yhteydessä, minkä seurauksena eristeet pääsevät kastumaan.

5.3.2 Mallin valinta

Sääsuojan mallin valintaan vaikuttavat vuodenaika, tuuli- ja lumikuormitus sekä suojattavan kohteen muoto ja leveys. Sääsuojan asennustapa eli asennetaanko suoja maahan, katolle vai telineiden päälle vaikuttaa suojan mallin valintaan. (Sääsuojauksen ohjekirja.)

Kuvassa 10 on esitetty sääsuojien tuentatapoja. Suoja voidaan tukea omille jaloilleen, liukukiskoille tai telineiden päälle.



Kuva 10. Sääsuojan tuentatapoja (Sääsuojauksen ohjekirja)

5.3.3 Työturvallisuus

Sääsuojaa asennettaessa on kiinnitettävä huomiota työturvallisuuteen. Asennusturvallisuuteen vaikuttavat asentajien ammattitaito ja työkokemus, asennuspaikan sijainti ja sen olosuhteet sekä asianmukaiset nostokalustot ja turvavälineet. (Sääsuojauksen ohjekirja.)

Sääsuojassa on oltava riittävä valaistus sekä ilmanvaihto. Suojauskalustoa pystytettäessä, siirrettäessä tai nostaessa ei telineiden alapuolella saa työskennellä. (Sääsuojauksen ohjekirja.)

5.3.4 Sääsuojan nosto ja tarvittavat nosturit

Suurikokoisten sääsuojien asentamiseen tarvitaan avuksi nosturi. Nosturi valitaan asennusetäisyyden ja kuorman painon mukaan. Vallitsevat tuuliolosuhteet on otettava huomioon, sillä sääsuojaa ei saa nostaa tuullessa yli 10 m/s. (Sääsuojauksen ohjekirja.)

Kuvassa 11 sääsuojaa nostetaan katolle nosturin avulla.

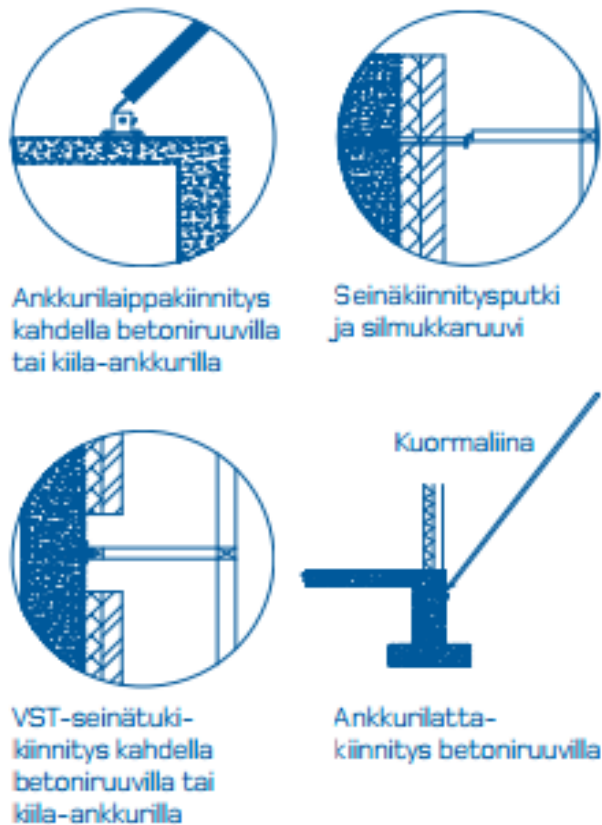


Kuva 11. Sääsuojan nosto nosturilla (Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin)

5.3.5 Sääsuojien tuenta ja ankkurointi

Sääsuoja on mahdollista tukea esimerkiksi suoraan maahan, vesikaton tai suojattavan kohteen ulkopuolisten telineiden päälle. Sääsuoja ankkuroidaan käytössä oleviin ankkurointipisteisiin. Ulkopuolisiin telineisiin tuettaessa sääsuoja ankkuroidaan telineisiin, jotka taas ankkuroidaan seinään ja rakennuksen runkoon. Nostetta vastaan voidaan sääsuoja ankkuroida esimerkiksi rakennuksen sokkeliin tai kattoholviin. (Sääsuojauksen ohjekirja.)

Sääsuojan ankkurointi tulee suorittaa siten, että se kestää vallitsevat sääolosuhteet. Suojauskohteisiin tuovat omat haasteensa ja vaatimuksensa Suomen vaihtelevat sääolosuhteet. Esimerkiksi talven sääolosuhteet tai syksyiset myrskyt edellyttävät sääsuojalta jyvempää rakennetta sekä kestävämpää ankkurointia. Mikäli sääsuojan katolle kertyy lunta, jäätä tai vettä, on ne poistettava säännöllisesti. (Sääsuojauksen ohjekirja.)



Kuva 12. Sääsuojien ankkurointitapoja (Sääsuojauksen ohjekirja)

5.3.6 Tarkastukset

Sääsuojat tulee tarkastaa riittävän usein, esimerkiksi viikoittain. Sääsuojien tarkastuksiin kuuluvat ankkuroinnin ja kiinnitysten tarkastukset sekä vesipussin tai lumikuormien tarkastukset ja niiden poistamisesta huolehtimisen. (Sääsuojauksen ohjekirja.)

6 KOSTEUS- JA HOMEVAURIOT

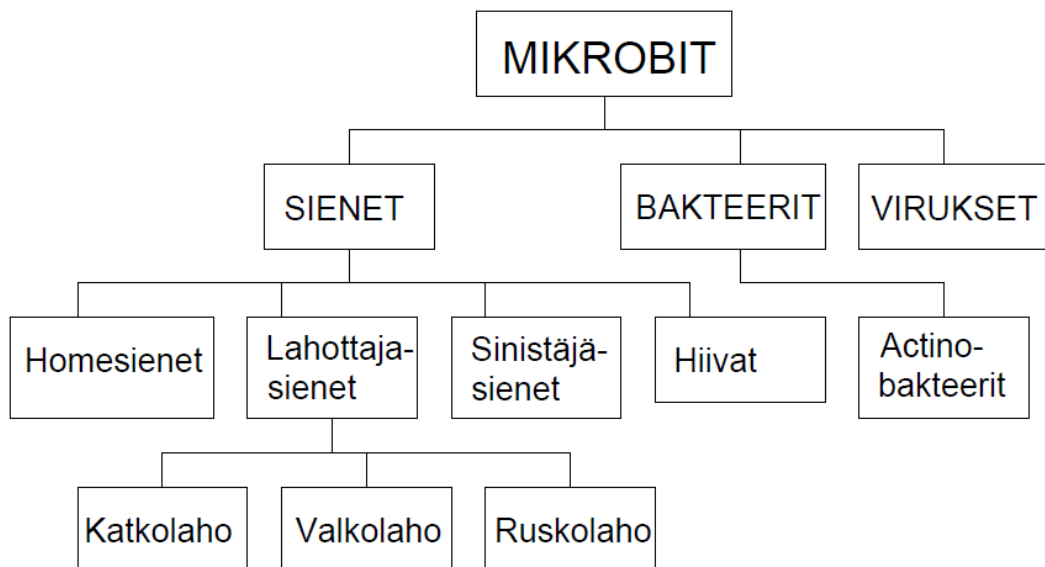
Riittäväällä materiaalien ja rakenteiden suojauksella on merkittävä vaikutus rakentamisen laatuun erityisesti täällä Suomessa, jossa eri vuodenaikoina lämpötilat ja kosteusolosuhteet vaihtelevat runsaasti. Puutteet työmaan kosteudenhallinnassa vaikuttavat suuresti rakennuksen elinkaaren aikaisiin kosteus- ja homevaurioihin.

Rakennustarvikkeiden ja rakennuskohteiden puutteellisen suojauksen seurauksena kosteudelle arkojen rakennusmateriaalien ominaisuudet heikkenevät ja rakentamisen kustannukset kohoavat jouduttaessa korvaamaan pilalle menneet rakennustarvikkeet uusilla ja kuivattamaan liiallista rakennuskosteutta pois rakenteista. Suojaamattomuuden seurauksena saattaa rakennuksessa ilmetä huomattavia kosteus- ja homevaurioita jo pian rakennuksen valmistumisen jälkeen. (Rakennustarvikkeiden säilytys, kosteuden hallinta ja työturvallisuus 2008; Rakennusten kosteus- ja homeongelmat 2012.)

6.1 Homeen ja mikrobikasvuston syntyminen rakennuksiin

Mikrobeita ovat esimerkiksi home-, lahottaja- ja sinistäjä sienet, bakteerit ja virukset. Mikrobit ovat eläviä organismeja ja ne tarvitsevat elääkseen vettä, ravinteita, lämpöä ja happea sekä tällaisten otollisten olosuhteiden riittävän pitkän kestoajan. Erityisesti kosteudella, lämmöllä ja niiden vaikutusajalla sekä käytettävillä rakennusmateriaaleilla on merkittävä vaikutus kasvuston syntymiseen rakenteissa. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 153.)

Rakennuksissa voi olla kosteusvaurion seurauksena samaan aikaan useita eri mikrobilajeja, bakteereita sekä home- ja lahottajasieniä. Mikrobit on jaoteltu kuvassa 13.



Kuva 13. Mikrobitien tekninen jaottelu (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 154)

Homesienet voivat kasvaa monissa eri rakennusmateriaaleissa ja etenkin materiaalien pinnoilla, joihin on kertynyt orgaanista eli eloperäistä pölyä ja jotka ovat altistuneet suurelle kosteusrasitukselle. Homesienet voivat kasvaa materiaalin huokosilman tai materiaalia ympäröivän ilman suhteellisen kosteuden ollessa riittävän pitkän aikaa yli 70 - 80 % RH ja lämpötilan ollessa 5 - 50 °C. Homeen kehittyminen on kuitenkin hidasta alle RH 90 % kosteusolosuhteissa ja riippuu tällöin lämpötiloista. Yli RH 95 % kosteusoloissa ja lämpötilan ollessa sopiva 20 - 40 °C voivat homeet kasvaa jo muutamassa vuorokaudessa silmin havaittaviksi. Alle 5 °C:n lämpötiloissakin homeet voivat kasvaa, kun suhteellinen kosteus on pitkäaikaisesti yli 90 - 95 %. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 153.)

Kaikkien rakennusmateriaalien pinnassa voi kasvaa hometta, mikäli niiden pinnalla on homeiden kasvulle tarvittavaa orgaanista materiaalia. Materiaalien vastustuskyky hometta vastaan on kuitenkin vaihtelevaa. Taulukossa 5 on jaoteltu eräitä rakennusmateriaaleja niiden homehtumisherkkyden mukaan.

Taulukko 5. Rakennusmateriaalien jako homeen kestävyysluokkaan (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 156)

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

Homeen kasvulle hyvin herkkiä rakennusmateriaaleja ovat jotkut puupohjaiset materiaalit, kuten esimerkiksi männyn pintapuu, herkkiä ovat paperi- ja puupohjaiset tuotteet, kohtalaisen kestäviä ovat kivipohjaiset tuotteet ja kestäviä lasi- ja metallituotteet, sekä tuotteet, joihin on lisätty tehokkaita suoja-aineita.

Diagrammeissa kuvassa 14 on esitetty, miten erilaiset materiaalit homehtuvat eri kosteusolosuhteissa ajan suhteen 20 °C:n lämpötilassa laboratorio-oloissa suhteellisen kosteuden ollessa RH 88 - 90 % tai RH 98 - 100 %. Homeen kasvua on kuvattu homeindeksin avulla, jossa

1 = mikroskoopilla havaittava kasvu

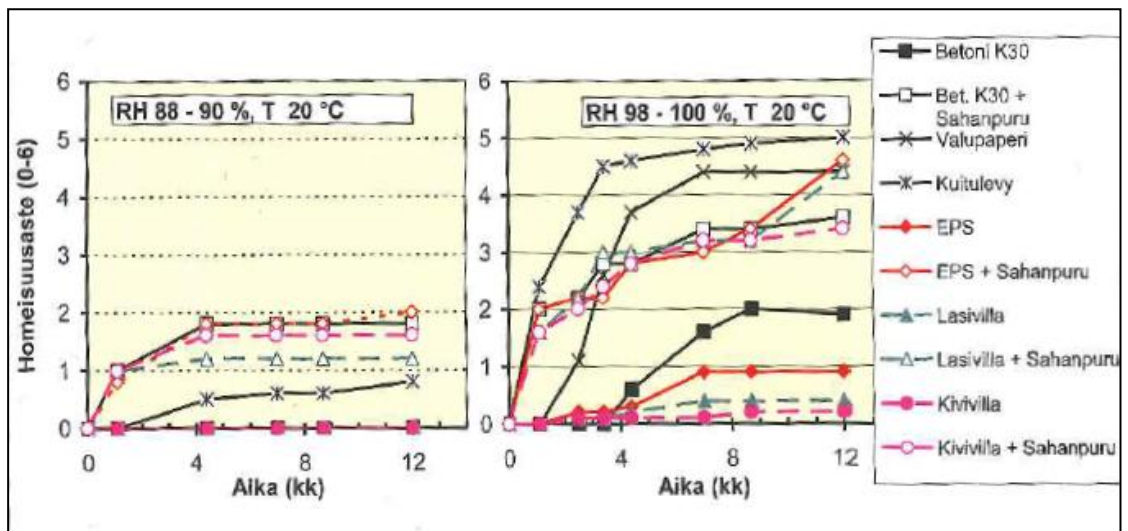
2 = selvä mikroskoopilla havaittava kasvu

3 = silmin havaittava kasvu ja selvä mikroskoopilla havaittava kasvu

4 = selvä silmin havaittava kasvu ja runsas mikroskoopilla havaittava kasvu

5 = runsas silmin havaittava kasvu

6 = erittäin runsas kasvu.



Kuva 14. Rakennusmateriaalien homehtuminen ajan suhteen eri kosteusoloissa (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 155)

Lyhytaikaisina suuretkaan kosteusrasitukset ja korkeat kosteusolosuhteet eivät aiheuta rakennusmateriaaleissa homekasvua lämpimässäkään tiloissa, kunhan materiaalit saavat välillä kuivua. (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 156.)

6.2 Kosteusvaurioiden ilmeneminen

Rakennuksen kosteus- ja homevauriot saattavat ilmetä ummehtuneena tai pistävänä hajuna, joka aiheutuu mikrobikasvustojen aineenvaihduntatuotteina. Rakenteiden liiallinen kosteus saattaa ilmetä hilseilyä maalatuilla ja rapatuilla pinnoilla, puun tummumisenä tai pinnoitteiden pullistumina. Rakenteiden pinnoilla voi olla jopa silmin nähtävissä mikrobikasvustoa. (Kosteusvauriot 2013.)

6.3 Oireet ja terveydelliset vaikutukset

Kosteus- ja homevaurioituneessa rakennuksessa asuvilla tai työskentelevillä saattaa esiintyä monenlaisia oireita, joista tavanomaisimpia ovat hengitysteiden, silmien tai ihon ärsytysoireet, väsymys, päänsärky ja pahoinvointi. Kuumeilu ja lihas- ja nivelkiput ovat myös mahdollisia, joskin harvinaisempia. Homevaurioilla on todettu olevan yhteyttä myös pitkäaikaissairauksiin, kuten esimerkiksi astman syntyyn ja pahenemiseen. (Lönnblad 2012; WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould 2009, 63.)

Suomen Rakentamismääräyskokoelman kohdassa C2 Kosteus on annettu määräyksiä koskien rakennusten terveellisyyttä ja rakennustarvikkeiden suojausta kosteudelta:

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 ajan.

Rakennusaineet ja -tarvikkeet sekä rakennusosat on suojattava haitalliselta kostumiselta kuljetusten, varastoinnin ja rakentamisen aikana. Kosteiden rakenteiden ja rakennuskosteuden on annettava kuivua tai rakenteita on kuivatettava riittävästi, ennen kuin ne peitetään kuivumista hidastavalla ainekerroksella tai pinnoitteella.

7 KOSTEUDEN VAIKUTUKSET RAKENNUSMATERIAALEIHIN

Puutteellinen työnaikainen rakennusmateriaalien suojaus kosteudelta saattaa vaikuttaa materiaalien ominaisuuksiin heikentävästi. Orgaanisiin rakennusmateriaaleihin kuten puupohjaisiin tuotteisiin kosteus vaikuttaa nopeammin kuin epäorgaanisiin materiaaleihin. Orgaanisissa materiaaleissa kosteus voi aiheuttaa esimerkiksi muodonmuutoksia ja materiaalin vaurioitumista. Epäorgaanisissa materiaaleissa, kuten esimerkiksi betonissa, kosteus vaikuttaa materiaalin päällä oleviin pintoihin. Lämmöneristeissä kosteus vaikuttaa heikentävästi eristävyyteen, jolloin lämmönläpäisykerroin eli u-arvo on oletettua laskennallista arvoa suurempi.

7.1 Puu

7.1.1 Puutavaran kosteus

Puun kosteuspitoisuudella tarkoitetaan puussa olevan vesimäärän painon suhdetta puun absoluuttiseen kuivapainoon. Esimerkiksi tuoreen havupuun kosteuspitoisuus on noin 30 p-%. Eri kuivausmenetelmillä voidaan puun kosteuspitoisuutta pienentää haluttuun suuruusluokkaan, joka on riippuvainen puun käyttökohteesta. (Puutavaran kosteus.)

Taulukko 6. Suositeltavat puun kosteuspitoisuudet painoprosentteina (p-%) käyttökohteen mukaan (Puutavaran kosteus)

Käyttökohte	Kosteuspitoisuus
Runko	< 24 %
Ulkoverhous	< 18 %
Sisäverhous	< 16 %
Lattiaverhous	< 10 %

Taulukosta 6 selviävät puun suositeltavat kosteuspitoisuudet painoprosentteina eri käyttökohteissa.


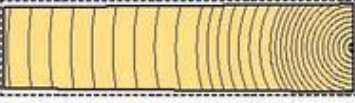
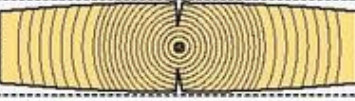
Puun kosteuspitoisuus ei ole absoluuttinen arvo, vaan vaihtelee ilman suhteellisen kosteuden vaihtelun mukaan. On siis tärkeää varmistaa, että puutavaran kosteuspitoisuus ei pääsisi vaihtelemaan kuljetusten ja työmaalla varastointien aikana eikä rakentamisvaiheessa. Puutavaraa varastoitaessa työmaalla on tärkeää, että ne suojataan riittävästi sadevesiltä ja että ne varastoidaan kuivalle ja tukevalle alustalle irti maasta sekä huolehditaan riittävästä tuuletuksesta. Varastointi tulee tehdä niin, että kosteusolosuhteet vastaavat mahdollisimman hyvin puutavaran lopullisia kosteusolosuhteita käyttökohteessaan. (Puutavaran kosteus.)

Puun kosteuden pysyessä pitkiä aikoja yli 20 p-%:ssa alkaa puu vaurioitua. Toimiakseen tyydyttävällä ja tarkoituksenmukaisella tavalla ja säilyttääkseen lujuusominaisuutensa, puu ei saa lahota. Laho syntyy lämpötilan ollessa 3 - 45 °C ja ilman suhteellisen kosteuden ollessa yli 80 %. Home syntyy helposti orgaanisen puun pintaan suhteellisen kosteuden ollessa yli 75 %. Home vaatii elääkseen saman lämpötila-alueen 3 - 45 °C. Puun pinnan epäpuhtaudet lisäävät homeen kasvua. Home ei vaikuta puun lujuusominaisuuksiin, sillä se ei pääse tunkeutumaan puun pintaa syvemmälle. Homeen levittämät itiöt ovat kuitenkin terveydelle haitallisia ja voivat aiheuttaa esimerkiksi hengityselinten, silmien ja ihon ärsytysoireita sekä päänsärkyä ja pahoinvointia. (Puutavaran kosteus.)

7.1.2 Puutavaran kuivuminen

Riippuen ulkoilman suhteellisesta kosteudesta ja sen vaihteluista, ulkona ilmakeivatu puutavaran kosteuspuitoisuus on noin 15 - 25 p-%. Puutavaraa voidaan keinokeivata, mikäli sen kosteuspuitoisuuden halutaan pienenevän. (Puutavaran kosteus.)

Puun keivussa sen taivutus- ja puristuslujuus kasvavat. Keivussa puutavara kutistuu, muuttaa muotoaan ja puun pintaan saattaa tulla halkeamia. Puun kosteuseläminen aiheuttaa vaikeuksia erityisesti rakenteiden liitoksissa. Kuvassa 15 on esitetty esimerkkejä sahatavaran keivumisen aiheuttamista poikkileikkauksen muodonmuutoksista. (Puutavaran kosteus.)

Sydänhalkaistu sahatavara kupertuu	
Vinokvarttisahattu sahatava kutistuu mutta säilyttää paremmin muotonsa	
Ydinkeskeinen sahatavara halkeilee keskeltä ja ohenee syrjistä	

Kuva 15. Puutavaran poikkileikkauksen muodonmuutoksia (Puutavaran kosteus)

7.2 Betoni

7.2.1 Betonin kosteus

Betonissa esiintyy kosteutta riippumatta siitä, onko kyseessä paikalla valettu betoni vai betonielementti. Betonin valmistukseen käytetty vesimäärä vaikuttaa suuresti betonin kosteuden määrään, mutta myös kuljetusten, työmaalla varastoinnin sekä rakentamisen aikana rakennusmateriaaliin päässyt kosteus vaikuttavat betonin kosteuden määrään. (Betonitekniikan oppikirja by201 2007,432.)

Betoni huokoisena materiaalina pystyy luovuttamaan kosteutta sekä imemään sitä itseensä. Rakennusvaiheessa betonituotteet usein pääsevät kastumaan esimerkiksi sa-teista. Betonin kastumisen vaikutus sen kuivumiseen on sitä suurempi, mitä alhaisempi on betonin lujuusluokka eli mitä korkeampi on betonin vesi-sideainesuhde. (Betonitekniikan oppikirja by201 2007,432.)

Betoni itsessään kestää hyvin kosteutta vaurioitumatta, mutta betonin sisältämä kosteus voi aiheuttaa vaurioita päällyste- ja pinnoitemateriaaleissa ja niiden kiinnitysaineissa. Betonirakenteen sisällä saa olla suurikin kosteuspitoisuus, kunhan betonin kosteus välittömästi päällysteen alla ei pääse nousemaan liian korkeaksi. Ennen ryhtymistä pinnoitus- tai päällystystöihin, pitää betonirakenteen antaa kuivua päällystemateriaali-kohtaisen kosteusraja-arvon alapuolelle. Jos rakenteet päällystetään liian kosteana, ennen kuin betoni on kuivunut riittävästi, seurauksena voi olla päällystemateriaalissa, ta-soitteessa tai liimassa kosteusvaurio. Esimerkkeinä tällaisista kosteusvaurioista ovat päällysteen irtoaminen, terveydelle haitalliset mikrobit ja hajuhaitat. Betonin pinnalle voi muodostua hometta, mikäli rakenteen pinnalla on orgaanista materiaalia, kuten vaikka pölyä. Hometta voi syntyä, kun suhteellinen kosteus on yli 75 % ja lämpötila 3 - 45 °C riittävän pitkiä aikoja, esimerkiksi useita viikkoja. (Betonitekniikan oppikirja by201 2007,432.)

Päällystemateriaalien valmistajat antavat yleensä tuotteilleen sallittavien alustan enimmäiskosteuden raja-arvon. Taulukossa 7 on esitetty eräiden lattiapäällysteille sallittavia betonisen alustan enimmäiskosteuksia. Pinnoitustöihin ei pidä ryhtyä ennen kuin betonin suhteellinen kosteus on todettu mittauksin riittävän kuivaksi. Mittaukset tulisi suorittaa kohdissa, joissa suhteellisen kosteuden arvioidaan olevan suurin.

Taulukko 7. Lattiapäällysteille sallittavia alustan enimmäiskosteuksia (Björkholtz 1990, 43)

Betonin suhteellisen kosteuden enimmäisarvo %	Päällyste	Huomautuksia
60	- Sauva- ja lautaparketit ilman puun ja betonin välistä kosteudeneristystä	Puun kosteusliikkeet Sienikasvun alkaminen
80	- Mosaiikkiparketti	Puupäällyste irtoaa kosteusliikkeidensä takia alustasta
85	- Huopa- tai solumuovipohjaiset muovimatot - Kumimatot - Korkkilaatat, laattojen alapinnassa kosteudeneristys - Tekstiilimatot, joissa on alusrakenne (kumi, PVC, kumilateksisiveily) - Luonnonmateriaalista tehdyt tekstiilimatot ilman alusrakennetta	Bakteeritoiminta, sienikasvu, liimojen kosteudenkestämättömyys (PVAc)
90	- Muovilattiat - Muovimatot ilman huopa- ja solumuovipohjaa - Linoleum - Alustaan kiinnittämättömät puulattiat, puun ja betonin välissä kosteudeneristys - Polyuretaanimuovimassat - Täyssynteettiset tekstiilimatot ilman alusrakennetta (erikoistapauksissa suht. kosteus $\leq 97\%$)	Useimmat liimatyyppit eivät kestä suurta kosteutta, päällysteessä muutoksia. Puulattioiden kosteudeneristykseenä toimii esim. 0,2 mm:n muovikalvo, saumat limitäin tai teipattuina. Märissä tiloissa sekä kosteuden ollessa suuri ($\geq 90\%$) mattojen kiinnitykseen on käytettävä vedenpitävää liimaa ja riittävän runsaalla liimamäärällä varmistettava saumojen pitävyys.
97	- Epoksi-, akryyli- ja polyesterimuovimassat	Betonin pinnan on oltava muovimassaa levitettäessä kuiva sekä riittävän lämmin, muussa tapauksessa pinta on kuivattava välittömästi ennen massan levitystä esim. säteilylämmityksellä kovettumisen ja tartunnan varmistamiseksi.

7.2.2 Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen

Betonin suhteellista kosteutta voidaan mitata ja mitataankin sähköisillä mittalaitteilla, jotka koostuvat näyttölaitteesta ja mittapästä. Mittapään sisällä on kosteusanturi ja lämpöanturi. Rakenteen suhteellinen kosteus voidaan mitata joko rakenteeseen poratusta reiästä tai rakenteesta otetusta materiaalinäytepalloista. RH-mittauksilla selvite-

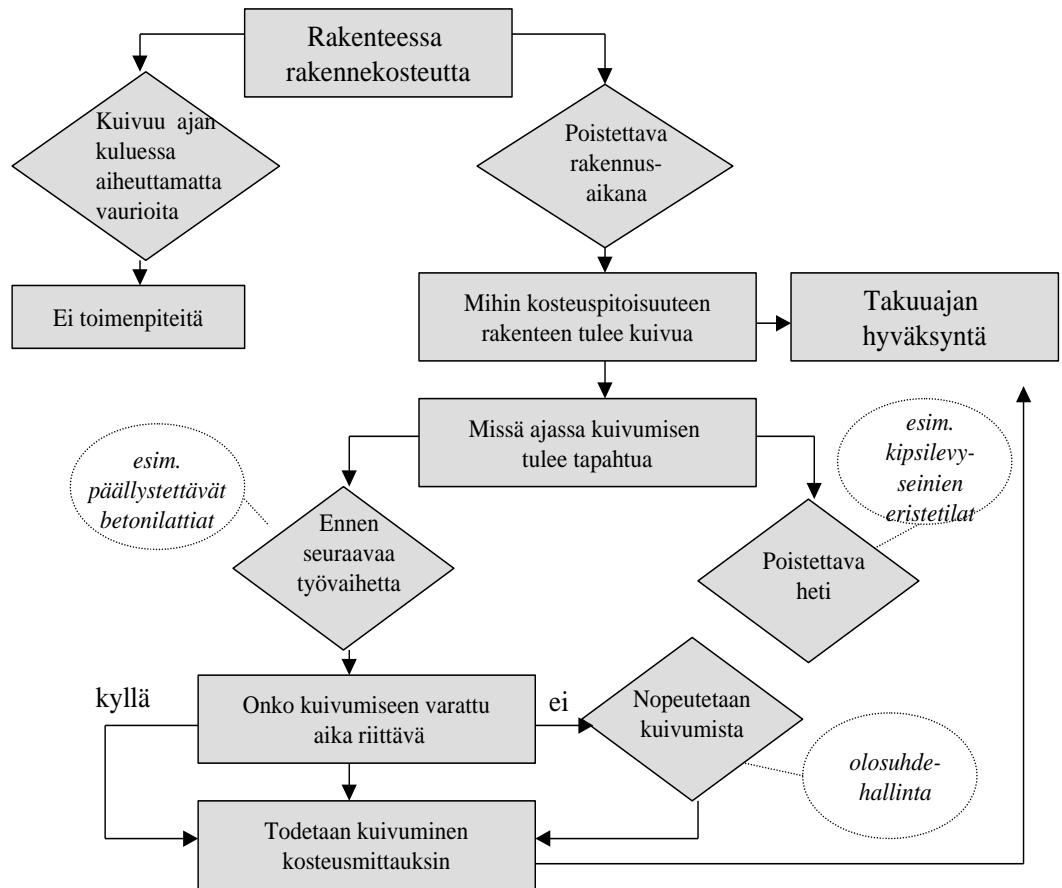
tään betonirakenteen kosteusteknistä käyttäytymistä ja rakenteen kosteusjakaumaa, josta selviää kosteuden liikkumissuunta rakenteessa. Suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella voidaan arvioida voidaanko rakenne jo päällystää tai pinnoittaa ilman kosteusvaurion riskiä. (Merikallio 2002, 11.)

7.2.3 Betonin kuivuminen

Betonin kuivuminen on hidasta verrattuna muihin rakennusmateriaaleihin. Se on riippuvainen monesta tekijästä, kuten betonin ominaisuuksista, rakenneratkaisuista ja kuivumisolosuhteista. Betonirakenteen pinnalla olevan kosteuden haihtumisen ja rakenteen sisällä olevan kosteuden pintaan siirtymisen nopeus riippuvat ympäristön lämpötilasta, suhteellisesta kosteuspitoisuudesta ja ilmavirroista. Optimaalinen ilman suhteellinen kosteus on 50 % betonin kuivumisen kannalta. Yleensä betonin riittävän nopea kuivuminen vaatii vähintään 20 °C lämpötilaa, mutta lämpötilan ollessa 25 - 30 °C nopeutuu betonin kuivuminen merkittävästi. Nuoressa betonissa korkeat lämpötilat voivat aiheuttaa halkeilua ja lujuudenkatoa, joten tätä suurempia kuivatuslämpötiloja tulisi käyttää vain kosteusvauriokohteiden pikakuivatuksissa. Kuivumista voidaan tehostaa aiheuttamalla ilmavirtauksia betonin pinnalle. (Merikallio 2002, 33.)

Rakenneratkaisu vaikuttaa siihen, kuinka pitkän matkan kosteus joutuu betonissa siirtymään pintaa kohti. Mitä paksumpi betonirakenne on, sitä pidempi kosteuden siirtymismatka pintaan on, jolloin kuivuminen on hitaampaa. Kuivuminen hidastuu myös, mikäli betonissa oleva kosteus pääsee haihtumaan vain yhteen suuntaan. (Merikallio 2002, 35.)

Kuvan 16 mukaisesti voidaan arvioida betonirakenteiden kuivatustarvetta ja kuivatukseen käytettävää aikaa päällystettäessä rakenteita kosteudelle herkkillä materiaaleilla.



Kuva 16. Rakennekosteuden kuivatustarpeen ja -ajan arviointi (RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen 2011, 100)

7.3 Muut rakennusmateriaalit

Rakennusmateriaaleista puutavara ja betoni ovat rakennustyömaan kosteudenhallinnan kannalta tärkeimpiä tarkasteltavia materiaaleja, mutta ilman kosteus ja sateet vaikuttavat myös muihin rakennusmateriaaleihin.

7.3.1 Eristeet

7.3.1.1 Mineraalivilla

Ilman suhteellisella kosteudella ei ole juurikaan merkitystä mineraalivillan lämmöneristyskykyyn, mutta käytettäessä niitä maaeristeinä on maaperän kosteuden vaikutus mineraalivillan otettava huomioon. Öljyllä käsitellyt mineraalivilloja voidaan käyttää kapillaarikatkaistuissa maaeristeissä, sillä ne eivät ime vettä. Öljyamättömien mineraalivillojen lämmöneristyskyky heikkenee merkittävästi, kun kosteus niissä li-

sääntyy esimerkiksi villojen altistuessa sateelle. Siksi on tärkeää suojata ne kunnolla kaikissa toimitusketjun vaiheissa. Tehtailla mineraalivillat suojataankin tiukasti muovin, mutta työmaalle tuotuna tulisi varmistaa, että muovit ovat ehjiä tai varastoida villat sisätiloihin suojattuna kosteudelta. (Siikanen 1993, 234.)

7.3.1.2 Polyuretaani ja polystyreeni

Polyuretaani- ja polystyreenilevyt eivät läpäise ilmaa tai vesihöyryä ja ne imevät vain vähän vettä, sillä ne ovat umpisoluisia. Tästä syystä ne soveltuvat hyvin kohteisiin, joissa eriste on kosketuksissa veden kanssa. Ne eivät mätäne, homehdu eivätkä piilaannu kosteuden vaikutuksesta. (Siikanen 1993, 275.)

7.3.2 Tiilet

Tiilen valmistuksessa kuivauksen ja polton aikana poistuu tiilestä vettä ja palavaa orgaanista ainetta jättäen tiileen huokosverkoston. Huokoisena materiaalina tiili imee ja luovuttaa kosteutta ilman suhteellisen kosteuden mukaan. Tiilen vedenimukyky riippuu huokoisuudesta, huokosten koosta ja muodosta sekä tiilen polttolämpötilasta. Vedenimunopeus vaihtelee erilaisilla tiilillä. Tiilet, joissa on suuria huokosia, imevät vettä itseensä nopeammin kuin pienempihuokoiset tiilet. Tiilen vedenimunopeus vaikuttaa laastin ja muurauskiven väliseen tartuntaan, rakenteen lujuuteen ja saumojen tiiveyteen. Imunopeuden ollessa pieni, eikä laastista poistu vesi, laastista tulee heikkoa lujuudeltaan eikä saumoista tule riittävän tiiviitä. Jos taas tiili imee vettä liian nopeasti, poistuu laastista vesi, joka tarvitaan laastin kovettumiseen. Tätä voidaan ehkäistä kastelemalla tiili ennen muurausta. (Siikanen 1993, 90.)

7.3.3 Kipsilevyt

Ilman suhteellisen kosteuden vaihtelut eivät juurikaan vaikuta kipsikartonkilevyihin. Ilman suhteellisen kosteuden ollessa 45 - 90 % on kipsikartonkilevyn muodonmuutos vain noin 0,04 %. Kipsilevyä ei tule käyttää kohteissa, joissa ilman suhteellinen kosteus on pitkiä aikoja yli 90 %, sillä kipsilevy kostuessaan menettää lujuuttaan ja jäykkyyttään. Tämän takia myös varastoitaessa tulisi ne suojata hyvin sadevesiltä sekä varastoida ne kuivalle alustalle irti maasta. (Siikanen 1993, 237.)

8 ESIMERKKITYÖMAA

8.1 Työmaan esittely

Opinnäytetyössäni olen esimerkkityömaana käyttänyt Karhulaan Kartanonkadulle rakenteilla olevan uuden päiväkodin rakennustyömaata. Rakennuttajana on Kotkan kaupungin Tilapalvelu ja pääurakoitsijana työmaalla Rakennusliike Kalevi Suntio Oy. Työmaalla haastattelin Rakennusliike Kalevi Suntio Oy:n toimitusjohtaja ja vastaava mestari Mika Suntiota.

Uuden päiväkodin rakentaminen on aloitettu elokuussa 2012 ja sovittu valmistumispäivämäärä on kesäkuun 2013 lopulla. Päiväkoti tulee olemaan Kotkan alueen suurimpia, bruttopinta-alaltaan n. 1600 brm² ja se on mitoitettu 140 lapsen hoitopaikaksi. (Suntio 2013.)

8.2 Työmaan kustannukset ja kosteudenhallinta

Alkuperäisessä investointibudjetissa kohde oli kirjattuna 3,2 miljoonan euron tavoitehintaisena, mutta kustannukset ovat kuitenkin alkuperäisestä nousseet jo urakkakilpailun aikana. Suojauskaluston kustannusten osuus on Suntion mukaan 10 000 euron luokkaa. Kosteudenhallintasuunnitelma on sisällytettyinä rakennuttajan ja urakoitsijan välillä tehtyihin sopimuksiin. Kosteudenhallintasuunnitelmaan kuuluvat mm. suojaus- ja kosteudenmittaus suunnitelmat sekä niiden seuranta ja valvonta. (Suntio 2013.)

8.3 Suojaukset työmaalla

Työmaalle tuotaessa materiaalit oli suojattu kuljetusten aikana tehdassuojauksin. Mikäli tarvikkeet eivät menneet työmaalle saapuessaan suoraan käyttöön, ne varastoitiin joko ulos katosten ja suojapeitteiden alle tai sisätiloihin vesikaton ollessa jo valmis. Vesikatto suojattiin kokonaan peittein rakennusvaiheessa. (Suntio 2013.)



Kuva 17. Karhulan päiväkotityömaan vesikaton suojausten kiinnityksiä



Kuva 18. Puutavaran suojaus

Kuvassa 17 näkyvät työmaan vesikaton suojiin kiinnitykset. Kuvassa 18 näkyvän puutavaran suojaus on toteutettu hyvin huomioon ottaen vallitsevat sääolosuhteet, tiukoin peitein riittävän korkean alustan päälle.



Kuva 19. Kivivillaeristeet suojattuna tehdassuojauksin katoksen alla

Kyseiseen työmaahan eivät sääsuojat Suntion mukaan soveltuneet. Syynä tähän on suojien avattavuuden ja suurien elementtien siirtämisen vaikeus sääsuojan sisäpuolelle. Suntion mukaan sääsuojien käytöstä muilla työmailla on jäänyt kuitenkin hyvin positiivinen mielikuva. Hänen mukaansa sääsuojat soveltuvat erinomaisesti erityisesti saneerauskohteisiin.

LÄHTEET

Asiantuntevaa palvelua suojausprojekteihin. Lainapeite. Verkkojulkaisu. Saatavissa: [http://www.lainapeite.fi/files/Finland@\\$@__@\\$@hanne,role1/saasuojatesite_2004@\\$@__@\\$@jutta,Master%20Admins.pdf](http://www.lainapeite.fi/files/Finland@$@__@$@hanne,role1/saasuojatesite_2004@$@__@$@jutta,Master%20Admins.pdf) [viitattu 5.3.2013].

Betonitekniikan oppikirja by201. 2007. Suomen betoniyhdistys ry. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Björkholtz, D. 1990. Rakennuksen kuivattaminen. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Björkholtz, D. 1997. Lämpö ja kosteus, Rakennusfysiikka. Saarijärvi: Gummerus Kirjapaino Oy.

Karttunen, J. Kosteus. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <http://www.astro.utu.fi/zubi/weather/humidity.htm> [viitattu: 17.2.2013].

Koponen, E. 2010. Rakennustarvikkeiden ja rakennustyön sääsuojaus. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi/lehdet/ry/index/lehti/5tUscQ5Aq.html> [viitattu 29.2.2013].

Koski, H., Tanhuanpää, V-P. 1992. Suojauskalusto. KONE-RATU 07-3022. Rakennustieto Oy.

Kosteudenhallintasuunnitelma. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Verkkojulkaisu. Saatavissa: http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/korjausten_laadunvarmistus/tyo_maan_kosteudenhallinta/kosteudenhallintasuunnitelma/ [viitattu 20.2.2013].

Kosteus. 2004. Rafnet-ryhmä. Verkkojulkaisu. Saatavissa: http://www.tekniikka.oamk.fi/~kimmoi/talrakjatko/kosteus_27092004.pdf [viitattu: 17.2.2013].

Kosteuslähteet. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Verkkojulkaisu. Saatavissa: http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/kosteustekninen_toiminta/kosteuslahteet/ [viitattu 17.2.2013].

Kosteusvauriot. 2013. Valvira. Verkkajulkaisu. Saatavissa:

http://www.valvira.fi/ohjaus_ja_valvonta/terveydensuojelu/asumisterveys/kosteusvauriot [viitattu 10.3.2013].

Kukkonen, E. 2002. Rakennustuotteet on suojattava työmaalla. Verkkajulkaisu. Saatavissa:

http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/unnamed_2266.html [viitattu 24.2.2013].

Lönnblad, P. 2012. Työmaan suojaaminen kosteudelta. Luento. Kotka.

Merikallio, T. 2002. Betonirakenteiden kosteusmittaus ja kuivumisen arviointi. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Paroc. 2013. Paroc Oy Ab. Verkkajulkaisu. Saatavissa:

http://www.energiatehokaskoti.fi/ajankohtaista/mukana_energiatehokasta_kotia_rakentamassa/paroc_oy_ab [viitattu 27.2.2013].

Puutavaran kosteus. Puuinfo. Verkkajulkaisu. Saatavissa:

<http://www.puuinfo.fi/puutavaran-kosteus> [Viitattu 15.3.2013].

Rakennustarvikkeiden säilytys, kosteuden hallinta ja työturvallisuus. 2008. Rakennusvirhepankki RVP-M-19. FISE Oy. Verkkajulkaisu. Saatavissa:

http://www.fise.fi/default/media/www/rakennusvirhepankki/menettelytapa/rvp_m_19__rakennustarvikkeiden_sailytys__kosteuden_hallinta_ja_tyoturvallisuus?__EVIA_MEDIA_PATH_DOWNLOAD [viitattu 1.3.2013].

Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. 2008. Eduskunta. Verkkajulkaisu. Saatavissa:

http://web.Rakennusten_kosteus_ja_homeongelmat.fi/dman/Document.php?documentId=er28612160849612&cmd=download [viitattu 9.3.2013].

Randèn, J. 2007. Rakennusfysiikka 1, Lämmöneristyksen ja kosteudenkulun rakennusfysikaaliset perusteet. Luentomoniste. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

Rautiainen, A. 2010. Kosteudenhallinnan osaaminen ja asenteet vaihtelevat. Verkkojulkaisu. Saatavissa:

<http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/5uxx5KAKH.html> [viitattu 29.2.2013].

RIL 250-2011, Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

Sademäärät lisääntyvät. Ilmasto-opas. Verkkojulkaisu. Saatavissa: https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/suomen-muuttuva-ilmasto/-/artikkeli/27922915-7ee5-4122-ae60-51f58e6aef9a/sademaarat-lisaantyyvat.html#cli_references [viitattu 18.2.2013].

Siikanen, U. 1993. Rakennusaineoppi. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Siikanen, U. 1996. Rakennusfysiikka, Perusteet ja sovellukset. Tampere: TammerPaino Oy.

Suntio, M. 2013. Haastattelu 10.4.2013.

Suomen ilmastoa kuvaavat vertailukauden 1981 - 2010 keskiarvot. 2012. Ilmatieteenlaitos. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmastollinen-vertailukausi> [viitattu 18.2.2013].

Suomen rakentamismääräyskokoelma, C2 Kosteus. 1998. Ympäristöministeriö. Verkkojulkaisu. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1918-c2.pdf> [viitattu 17.2.2013].

Sääsuojauksen ohjekirja. Ramirent. Verkkojulkaisu. Saatavissa:

http://www.telinerami.fi/files/attachments/telinerami_fi/77629_telinerami_saasuojauksen_ohjekirja_a5_nettiin.pdf [viitattu 5.3.2013].

Tompuri, V. 2009. Kunnan sääsuojaus korvaa pressuilla leikkimisen. Verkkojulkaisu. Saatavissa:

<http://www.rakennustieto.fi/lehdet/rakennustaito/index/lehti/51On3MFwa.html> [viitattu 2.3.2013].

WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. 2009. World Health Organization. Verkkojulkaisu. Saatavissa:

http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43325/E92645.pdf [viitattu 13.3.2013].

SUOJAUSTYÖOHJE TYÖMAALLE

Kartoita kosteusriskit

Kosteudenhallinta työmaalla alkaa suunnittelusta ja kosteusriskien kartoittamisesta. Kosteudelle herkistä materiaaleista ja rakenteista sekä niiden varastointipaikoista ja -tavoista on hyvä tehdä luettelointi. Luetteloiden avulla työmaalla eri työvaiheissa on helpompi varautua kosteudenhallintaan sekä tarvikkeiden oikea-aikainen tilaaminen helpottuu ja varastointiaika työmaalla lyhenee.

Tee kosteudenhallinta- ja suojaussuunnitelma

Kosteudenhallintasuunnitelman tulee sisältyä jo urakkatarjouksiin ja -sopimukseen sekä suojauskaluston asennus- ja vuokrakustannusten rakennushankkeen kokonaisbudjettiin. Kosteudenhallintasuunnitelmaan kuuluvat mm. suojaus- ja kosteusmittaussuunnitelmat sekä niiden seuranta ja valvonta. Kosteudenhallintasuunnitelmassa tulee esiintyä materiaaleille ja rakenteille soveltuvat varastointipaikat.

Varmista kuljetusten ja varastointien aikainen suojaus

Tarvikkeiden toimittajalta on edellytettävä riittävää suojausta kuljetusten aikana. Työmaalla on varmistettava rakennusmateriaalien ja rakenteiden kunnollinen suojaus kosteudelta. Mahdollisuuksien mukaan rakennustarvikkeet ja -materiaalit tulee varastoida sisätiloihin. Mikäli tarvikkeet joudutaan varastoimaan ulkotiloihin, on huolehdittava, että ne ovat suojattu sadevesiltä ja että ne ovat riittävän korkealla alustalla suojattuna maankosteuden ja valumavesien haitallisilta vaikutuksilta. Työmaalle on varattava riittävästi suojauskalustoa ja varastointitilaa sekä noudatettava tarvikkeiden valmistajien varastointiohjeita.

Varmista työkohteen suojaus ja dokumentointi

Työmaalla työkohde on oltava riittävästi suojattuna työn aikana ja keskeneräiset työvaiheet on suojattava kunnolla päivän päätteeksi. Suojauskaluston kunto on tarkastettava päivittäin ja asiasta tehtävä merkintä tarkastuspäiväkirjaan, jolla voidaan osoittaa suunnitelmien noudattaminen. Vastaavan mestarin tai työmaan valvojan on huolehdittava, että kaikki osapuolet noudattavat suunnitelmia.

Varmista riittävät kuivumisajat

Materiaalien on annettava kuivua riittävästi. Materiaalien kosteuspitoisuudet tulee todeta mittauksin ennen pinnoitustöihin ryhtymistä.