

Motverkande av fuktproblem under byggnadsprocessen

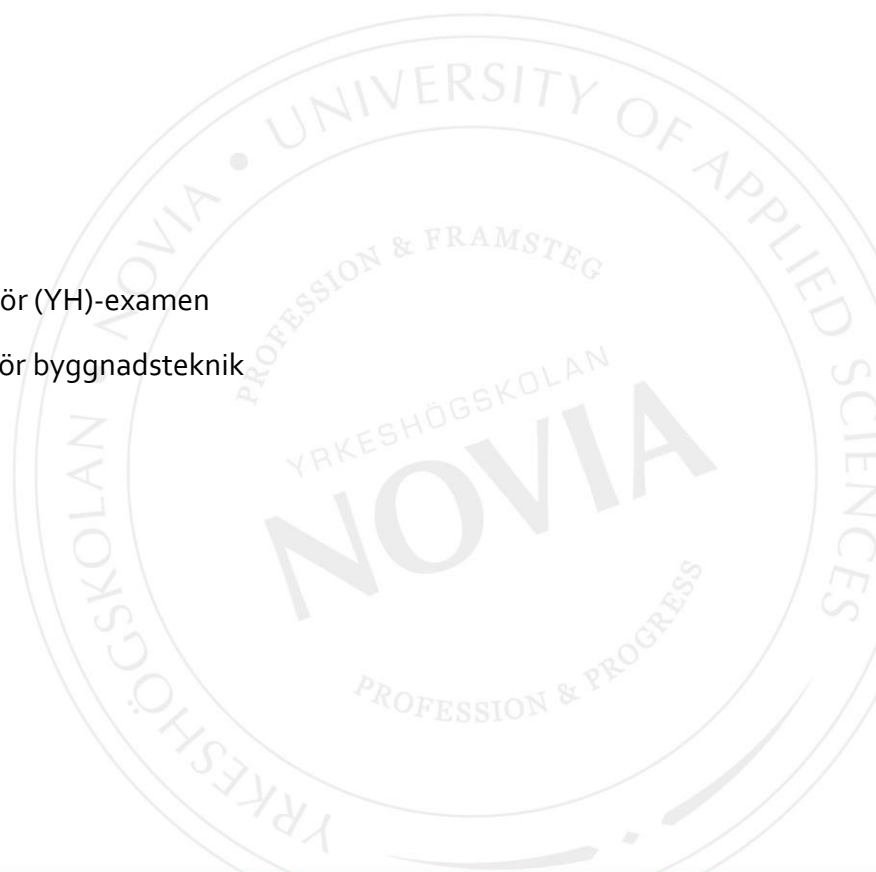
Fukt i byggnadsmaterial och konstruktioner

Alexander Martin

Examensarbete för ingenjör (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för byggnadsteknik

Vasa 2018



EXAMENSARBETE

Författare: Alexander Martin
Utbildning och ort: Byggnadsteknik, Vasa
Inriktningsalternativ: Konstruktionsteknik
Handledare: Anders Borg (Novia),
Stefan Forslund (YIT)

Titel: Motverkande av fuktproblem under byggnadsprocessen – Fukt i byggnadsmaterial och konstruktioner

Datum: 18.4.2018

Sidantal: 54

Bilagor: 3

Abstrakt

Examensarbetets uppdragsgivare är YIT talo Ab i Vasa, företaget har fattat ett beslut om att ta i bruk fuktsäkerhetsmetoden Kuivaketju10 i sin verksamhet och därav uppstod behovet av en fördjupad utredning om vad metoden innebär och hur man under byggnadsprocessen kan motverka framtida fuktproblem.

Syftet med arbetet var att undersöka hur fukt påverkar byggnadsmaterial och konstruktioners funktion. Arbetet hade för avsikt att ta fram fukthantering under byggnadsprocessen och reda ut hur fuktproblem kan undvikas, samt att behandla Kuivaketju10 som fuktsäkerhetsmodell i byggnadsprocessen. Metoden i detta arbete var litteraturöversikt och semistrukturerade intervjuer med yrkeskunniga inom branschen.

Resultatet blev en sammanställning av hur fukt påverkar byggnadsmaterialen: trä, betong, gips, ångspärr och olika isoleringsmaterial. Konstruktioner som behandlades som riskkonstruktioner var platta massiva tak, våtrum och källarvägg mot mark. Som en bilaga till arbetet har det utformats en manual där fuktsäkerhetsmodellen Kuivaketju10 behandlas.

För att kunna motverka fukt i byggnader och konstruktioner är det viktigt att känna till hur fukt transporteras och varifrån fukten kommer. Vid val av byggnadsmaterial bör sådana material eller kombinationer av material väljas som klarar av den fuktbelastning som de utsätts för i den färdiga byggnaden. Fuktsäkerhet i en byggnad påverkas av många beslut som görs under byggnadsprocessen. Alla som deltar i processen bör vara medvetna om konsekvenserna för slutprodukten.

Språk: Svenska

Nyckelord: Kuivaketju10, fukthantering, fuktproblem

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Alexander Martin
Koulutus ja paikkakunta: Rakennustekniikka, Vaasa
Suuntautumisvaihtoeht: Rakennesuunnittelu
Ohjaajat: Anders Borg (Novia),
Stefan Forslund (YIT)

Nimike: Kosteusongelmien ennaltaehkäiseminen rakentamisprosessin aikana –
Kosteus rakennusmateriaaleissa ja rakenteissa

Päivämäärä: 18.4.2018

Sivumäärä: 54

Liitteet: 3

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on YIT talo Oy Vaasassa. Yritys on tehnyt päätöksen soveltaa kosteudenhallinnan Kuivaketju10-toimintamallin toiminnassaan, joten syntyi tarve tutkimukseen siitä, miten toimintamallia käytetään ja miten kosteusongelmia voidaan ehkäistä rakennusprosessin aikana.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää miten kosteus vaikuttaa rakennusmateriaalien ja rakenteiden toimintaan. Työn aikomuksena oli kehittää kosteudenhallintaa rakentamisen aikana, selvittää miten kosteusongelmia voidaan välttää, sekä miten Kuivaketju10-kosteudenhallintamallia voidaan soveltaa rakennusprosessissa. Työn menetelminä ovat kirjallisuuskatsaus ja puolistrukturoituja haastatteluja alan ammattilasten kanssa.

Tuloksena tuli kokoelma, miten kosteus vaikuttaa erilaisiin rakennusmateriaaleihin, kuten puuhun, betoniin, kipsiin, höyrynsulkuun ja eri eristysmateriaaleihin. Rakenteet, joita käsiteltiin riskirakenteina, ovat tasaiset massiiviset katot, märkähuoneet ja maata vasten olevat kellariseinät. Liitteenä työhön on laadittu käsikirja, joka käsittelee kosteudenhallinnan toimintamalli Kuivaketju10:tä.

Jotta kosteus rakennuksissa ja rakenteissa voidaan torjua, on tärkeä tietää, miten kosteus liikkuu ja mistä kosteus tulee. Rakennusmateriaalien valinnassa on valittava materiaaleja tai materiaaliyhdistelmiä, jotka kestävät kosteuden kuormittamisen valmiissa rakennuksessa. Kosteusturvallisuuteen rakennuksissa vaikuttavat monet rakennusprosessin aikana tehdyt päätökset. Kaikkien, jotka osallistuvat prosessiin, tulee olemaan tietoisia vaikutuksista lopputulokseen.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: kuivaketju10, kosteudenhallinta, kosteusongelmat

BACHELOR'S THESIS

Author: Alexander Martin
Degree Programme: Construction Engineering, Vaasa
Specialization: Structural design
Supervisors: Anders Borg (Novia),
Stefan Forslund (YIT)

Title: Counteracting Moisture Problems During the Building Process – moisture in building materials and structures

Date: April 18.2018

Number of pages: 54

Appendices: 3

Abstract

The employer to this Bachelor's thesis is YIT talo Oy in Vaasa. The company has made the decision to use the moisture safety method Kuivaketju¹⁰ in their operations and a deeper investigation of what the method means and how to avoid future moisture problems during the building process is needed.

The purpose of the thesis was to investigate how moisture affects the function of building materials and structures. The work intended to develop moisture management during the building process and figure out how moisture problems can be avoided, as well as treat Kuivaketju¹⁰ as a moisture safety model in the building process. The method is literature review and semi structured interviews with professionals in the industry.

The result where a complication of the building materials wood, concrete, plaster, vapor barrier and various insulation materials. Structures that have been treated as risk constructions are flat solid roofs, wet rooms and basement walls against soil. As an attachment to this thesis a manual has been made, where the moisture safety model Kuivaketju¹⁰ is presented.

In order to counteract moisture in buildings and structures it is important to know how moisture is transported and where the moisture comes from. When selecting building materials, such materials or combinations of materials should be chosen that can handle the moisture load that they are subjected to in the finished building. Moisture safety in a building is affected by many decisions made during the building process. Everyone involved in the process should be aware of the consequences for the complete product.

Language: Swedish

Key words: Kuivaketju¹⁰, moisture management,
moisture problems

Innehållsförteckning

1. INLEDNING.....	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Beställaren	2
1.3 Syfte och målsättning.....	2
1.4 Metodval	2
1.5 Forskningsfrågor	3
1.6 Avgränsningar	3
1.7 Definitionslista.....	4
2. TEORETISK BAKGRUND	5
2.1 Allmänt om fukt.....	5
2.2 Fukttransport	5
2.2.1 Diffusion	6
2.2.2 Konvektion.....	6
2.2.3 Kapillärkraft	7
2.2.4 Tyngdkraft.....	7
2.3 Uttorkning.....	8
2.4 Fuktkällor	9
2.4.1 Luftfuktighet.....	9
2.4.2 Nederbörd	9
2.4.3 Byggfukt.....	10
2.4.4 Markfukt.....	10
2.4.4 Läckage	10
2.5 Konsekvenser av fukt	11
2.5.1 Biologisk nedbrytning	11
2.5.2 Fysikalisk nedbrytning.....	12
2.5.3 Kemisk nedbrytning	12
2.5.4 Övriga konsekvenser på grund av fukt.....	12
2.6 Inomhusluftproblem som en följd av fukt	13
3. FUKT I MATERIAL.....	14
3.1 Trä	15
3.2 Betong	17
3.3 Tegel.....	19
3.4 Gips	20
3.4 Isolering	20
3.4.1 Mineralull.....	20
3.4.2 Cellplast	21
3.5 Ångspärr och fuktspärr.....	21

4. RISKKONSTRUKTIONER MED AVSEENDE PÅ FUKT	22
4.1 Massiva tak	22
4.1.1 Tätskikt	25
4.1.2 Avvatning	26
4.2 Våtrum	26
4.2.1 Golv i våtrum	27
4.2.2 Väggar i våtrum	29
4.3 Källarvägg mot mark	31
4.3.1 Dränering av källarvägg mot mark	32
4.3.2 Vattentrycksisolering	32
5. MOTVERKANDE AV FUKTPROBLEM UNDER BYGGNADSPROCESSEN	33
5.1 Lagar, förordningar och anvisningar	33
5.2 Planering av fuktsäkerhet	35
5.3 Skydd mot fukt under byggnadstiden	35
5.3.1 Konstruktioner	36
5.3.2 Byggnadsmaterial	36
5.3.3 Uttorkning av konstruktioner	37
5.4 Fuktmätning	38
5.5 Tidtabell	39
6. KUIVAKETJU10	41
6.1 Bakgrund	42
6.2 Beställare	43
6.3 Planering	43
6.4 Byggande	44
6.5 Ibruktagande	45
6.6 Användning	45
6.7 Kostnader	45
6.8 Skillnader till nuvarande metoder	46
7. SAMMANFATTNING OCH RESULTAT	47
8. DISKUSSION	49
Litteraturförteckning	51
Figurförteckning	54

Bilageförteckning

Bilaga 1	Intervjufrågor
Bilaga 2	Skärmlapp (fuktsäkerhetsbeskrivning och förverkligandedirektiv)
Bilaga 3	Kuivaketju10

1. INLEDNING

Detta ingenjörsarbete är utarbetat till beställaren YIT talo Abp. Företaget har fattat beslutet om att ta i bruk fuktsäkringsmetoden Fuktkedja10 (fin. *Kuivaketju10*) i sin verksamhet och därav uppstod behovet av en fördjupad utredning om vad denna metod innebär. Arbetet kommer att behandla problematiken kring fukt i byggnader, risker kopplat till fukt som uppstår under byggnadsprocessen och hur dessa kan motverkas. Arbetet är utfört som en del av YH-ingenjörsexamen vid Yrkeshögskolan Novia och omfattar 15 studiepoäng. I de inledande kapitlen kommer det att presenteras bakgrunden till detta arbete, syftet och målsättningen, metodvalet, avgränsningarna och en presentation av beställaren.

1.1 Bakgrund

Finlands byggnadsbestånd omfattar ca 1 510 000 byggnader, av dessa består 85 % av bostadshus och 15 % av andra byggnader enligt Statistikcentralen (2016). Byggnadsbeståndet omfattar totalt 434 miljoner kvadratmeter våningsyta, vilket innebär 63% d.v.s. 274 miljoner kvadratmeter våningsyta i bostadshus och 37 %, motsvarande 160 miljoner kvadratmeter våningsyta i andra byggnader.

Av byggnadsbeståndet i Finland uppskattas 7–10 % av rad- och egnahemshusen, 6–9 % av skolor och daghem, 20–26 % av sjukinrättningar och 2,5–5 % av kontorsutrymmen vara utsatta för mögel och fuktskador enligt Riksdagens statistik (2012). De ekonomiska följderna av mögel- och fuktproblem är stora. Finland uppskattas ha en saneringsskuld på mellan 30 och 50 miljarder euro vilket kan läggas i proportion till att Finlands totala byggbestånd har ett uppskattat värde på 350 miljarder euro. Finlands totala kostnader för sanering av allvarliga fuktskador rör sig mellan 1,2 och 1,6 miljarder euro per år. Det vill säga ca 5,6–7,5 % av värdet på den totala årliga byggnadsproduktionen. Fuktproblem i byggnader leder inte enbart till höga kostnader för saneringar utan kan även i värsta fall leda till hälsoproblem för de som vistas i en fuktskadad byggnad. Hälsovårdskostnaderna för de som drabbas av symptom som en följd av att ha vistats i en fuktskadad byggnad uppskattas vara ca 450 miljoner euro årligen (Reijula, 2012).

1.2 Beställaren

Beställaren till detta examensarbete är YIT talo Abp i Vasa. YIT är Finlands största företag verksamma inom byggnadsproduktion med delområdena: husbyggnad, infrabyggnad och beläggning. Förutom i Finland är utför företaget arbeten i totalt 11 länder i norra Europa. Företaget bildades genom en sammanslagning mellan företagen Lemminkäinen och YIT den första februari 2018. Genom sammanslagningen hoppas man kunna göra företaget mer konkurrenskraftigt på den internationella marknaden. Det nya företaget har en uppskattad omsättning på 3,4 miljarder euro och över tio tusen anställda. (Yit, 2018)

1.3 Syfte och målsättning

Arbetets syfte är att göra en litteraturöversikt över tidigare gjorda undersökningar om fukt och fuktproblem i material och konstruktioner. Arbetet har för avsikt att göra en fördjupning om fukthantering under byggnadsprocessen, reda ut hur fuktproblem kan undvikas samt behandla hur fukt påverkar materialens och konstruktioners funktion. *Kuivaketju10* (sv. *Fuktkedja10*) kommer även att behandlas i arbetet som en modell för att motverka framtida fuktproblem under byggnadsprocessen. Som en bilaga till arbetet kommer det att göras en manual avsedd för beställaren med information om vad *Kuivaketju10* innebär för företaget.

Målsättningen är att reda ut material och konstruktioners fukttekniska egenskaper samt att behandla *Kuivaketju10* som fuktsäkringsmetod för att ge förutsättningar och grundinformation som skall göra det lättare för beställaren att kunna implementera modellen i sin verksamhet.

1.4 Metodval

Metoden i detta arbete är systematisk litteraturöversikt om tillgängligt material och analys av tillgänglig information om byggnadsmaterial och konstruktioners fukttekniska egenskaper samt motverkande av fuktproblem under byggnadsprocessen och fuktsäkerhetsmetoden *Kuivaketju10*. Utöver litteratur har intervjuer gjorts med yrkeskunniga inom branschen, Ville Kuusela och Christian Björklund som båda arbetar som ansvariga arbetsledare för YIT i Vasa. Målet med intervjuerna var att få en inblick i hur fukthanteringen utförs för tillfället och behovet av en ny fuktsäkerhetsmodell.

1.5 Forskningsfrågor

Forskningsfrågorna i detta examensarbete är följande:

- Hur påverkas de vanligaste byggnadsmaterialen av fukt?
- Hurdana fuktproblem kan uppstå i massiva platta tak, våtrum och källarväggar mot mark?
- Hur motverkas fuktproblem under byggnadsprocessen?

1.6 Avgränsningar

Jag hoppas på att i detta arbete kunna göra en djupgående studie om vad det är som orsakar fukt i byggnader och hur detta påverkar byggnadsmaterial och konstruktioner samt hur detta kan motverkas. De material som kommer att behandlas i detta arbete är trä, betong, tegel, gips och olika isoleringsmaterial. Konstruktioner som kommer att tas upp är platta massiva tak, våtrum och källarväggar mot mark. Fuktens påverkan på byggnadsmaterial och konstruktioner kommer att beaktas ur ett byggnadsfysikaliskt perspektiv, där de mekaniska egenskaperna hos materialet behandlas. Som metod för att motverka fuktproblem under byggnadsprocessen kommer fuktsäkringsmetoden *Kuivaketju10* att lyftas fram samt de lagar och direktiv som gäller fukt under byggnadsprocessen. Arbetet är avgränsat till att endast omfatta nybyggnad.

1.7 Definitionslista

I detta kapitel definieras vanligt förekommande terminologi som används inom fuktmekniken. Detta för att bättre kunna förstå innebörden av texten där termerna används i senare kapitel.

Byggnadsprocess - Hela den process som ett byggnadsprojekt genomgår från planering till slutlig produkt.

Fibermättnad - Tillstånd hos trä då fibrerna är mättade med vatten men cellhålligheterna är tomma på vatten. Detta motsvarar ett RF på 100 % och en fuktkvot på 25–30 % beroende på träslag.

Fuktbetingad rörelse - Den rörelse som uppstår i ett material då det sväller eller krymper som en följd av förändring i relativ fukthalt och ånghalt.

Fukthalt - $w = \frac{\text{förångningsbara vattnets vikt}}{\text{materialets volym}} [\text{kg}/\text{m}^3]$

Fuktkvot - $u = \frac{\text{mängden förångningsbart vatten, kg}}{\text{mängden torrt material, kg}} [\%]$

Hyroskopisk fukt - Den fukt i ångform som ett material innehåller då det är i jämvikt med sin omgivning.

Klimatskal - Byggnadens yttre konstruktioner, så som väggar och tak.

Kritiskt fuktillstånd - Med kritiskt fuktillstånd avses den gräns då materialet fortfarande bibehåller godtagbara egenskaper under den tid materialet utsätts för fuktbelastningen.

Mättnadsånghalt - Mättnadsånghalten, v_s [kg/m^3], är den maximala mängden vatten luften kan innehålla vid en given temperatur. Om mättnadsånghalten överskrids, kommer överloppsvattnet att kondenseras.

Målfuktkvot - Term som används då man vill uppnå ett visst fuktinnehåll i ett material.

Relativ fuktighet, (RH) - Förhållandet mellan ånghalt och mättnadsånghalt vid given temperatur angett i procent. Kan vara allt mellan 0 och 100 %.

Ånghalt - Mängden vatten i luften definieras som ånghalt v [kg/m^3]. Ånghalten är beroende av temperaturen, ju högre temperatur luften har desto större är även den potentiella vattendensiteten.

Ångpermeabilitet - Definierar hur genomsläppligt ett material är för vattenånga.

2. TEORETISK BAKGRUND

En förutsättning för att kunna motverka fukt i byggnader och konstruktioner är att känna till hur fukt rör sig, varifrån fukten kommer och vilka konsekvenser fukten kan leda till. I detta kapitel kommer den teoretiska bakgrunden till fukttransport, fuktkällor och konsekvenser av fukt att behandlas.

2.1 Allmänt om fukt

Definitionsmässigt är fukt vatten i dess tre aggregationstillstånd, det vill säga som fast form (snö, is), vätska (vatten) och gas (vattenånga). Då det talas om fukt, syftar man oftast på fukt i luften eller fukt bundet till något material.

Mängden vattenånga i luften definieras som ånghalt v [kg/m^3]. Ånghalten är beroende av temperaturen, ju högre temperatur T [K] luften har desto större är även den potentiella vattendensiteten (Burström, 2007 s.54–55). Mättnadsånghalten, v_s [kg/m^3], är den maximala mängden vatten luften kan innehålla vid en given temperatur. Relativa luftfuktigheten (RF) i svensk litteratur och RH i finsk litteratur är förhållandet mellan ånghalten och mättnadsånghalten angett i procent (%). Den relativa fukthalten kan vara allt mellan 0 % och 100 %. Om ånghalten överskrider mättnadsånghalten och den relativa fukthalten i luften därmed överstiger 100 %, kommer överskottet att kondenseras.

I material kan vatten förekomma både kemiskt och fysikaliskt. Vatten i kemisk form är dock bundet till materialet på molekylnivå och kan därför inte avge fukt utan att materialet skulle förstöras. Det är därav vatten i fysikalisk form, det vill säga vatten som kan förångas som normalt avses med fukt i material. Det fysikaliska vattnet binds i ihåligheterna och luft sporterna i materialet. Hur mycket fukt ett material kan innehålla beror på materialets fysikaliska egenskaper. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.241–242)

2.2 Fukttransport

För att fukt ska kunna transporteras krävs det att det finns någon form av drivkraft t.ex. temperaturskillnader fukthalt, ånghalt eller lufttryck. Fukt rör sig hela tiden i konstruktioner och sker både i form av vätska (kapillärt och genom tyngdkraft) och i form av ånga (diffusion och konvektion). Fukttransporten kan samtidigt pågå så väl i samma riktning, som i motsatt riktning (Nevander & Elmarsson, 2006 s. 256). Det är viktigt att veta hur fukt rör sig i luften

och i material eftersom det ger förutsättningarna för att kunna bygga fuktsäkert och förstå hur en eventuell fuktskada kan uppstå. (Samuelson, Arfvidsson & Hagentoft, 2007 s.124)

2.2.1 Diffusion

Diffusion uppstår då det finns skillnader i koncentrationen av fukt. Vattenmolekylernas strävan efter att uppnå jämvikt fungerar som drivkraft för fukttransport. Fukten förflyttar sig från högre koncentration till lägre, där luftens kväve och syremolekyler byter plats med vattenmolekyler (Burstöm, 2007 s. 76). Desto större koncentrationsskillnaderna är desto större är även diffusionskraften, som till exempel då ånghalten inne i en byggnad är högre än ånghalten utanför en byggnad, strävar vattenånga att från insidan av byggnaden ta sig ut genom byggnadens klimatskal. Det är även frågan om diffusion då fukt från ett material avgår till omgivningen genom att fukt från materialets inre transporteras mot materialets yta och sedan till omgivningen. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.259–264)

2.2.2 Konvektion

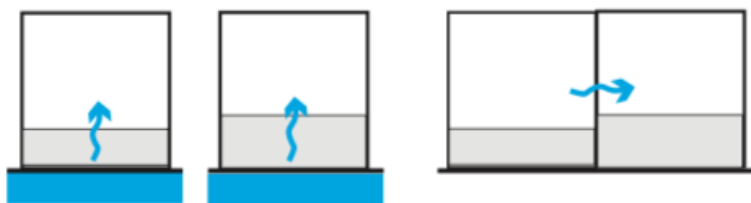
Konvektion innebär att vattenånga förflyttas med luftströmmar. För att en luftström skall kunna uppstå krävs tryckdifferenser mellan luftmassor, där luftrörelsen går från högre till lägre tryck. Detta kan uppstå på grund av till exempel temperaturskillnader, vindtryck eller ventilationssystem. Temperaturskillnader leder till att varm luft med lägre densitet stiger medan kall luft med högre densitet sjunker. (Adamson, Ahlgren, Bergström, Nevander 1970 s.40–42) Som en följd av detta bildas en skillnad i lufttrycket. I en byggnad innebär detta att det bildas ett övertryck vid taket och ett undertryck vid golvet. Tryckskillnader uppstår även på grund av ventilation, då det i allmänhet leder till ett lägre tryck inomhus i jämförelse med utomhus eller mellan olika rum i en byggnad. Vind kan ge upphov till tryckskillnader i en byggnad om t.ex. endast ena sidan av byggnaden utsätts för vind. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.265–266)

I lufttäta material som till exempel trä, betong eller plast kommer konvektion främst att ske genom hål och sprickor, medan det i porösa material så som mineralull kan ske både genom sprickor och hål, men även genom materialet. Fuktkonvektion kan leda till fuktproblem då varm luft kyls ner, lyften når mätnadsånghalt och kondens uppstår. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.265–266)

2.2.3 Kapillärkraft

Kapillärt transporteras fukt i vätskefas genom porösa materials luftporer och ihåligheter. Detta på grund av vattnets ytspänning och porväggarnas attraktionskraft. Anta att ett material läggs ner i flytande vatten. Den del av materialet som är i kontakt med vattnet kommer snabbt att nå vattenmättad medan den del av materialet som inte är i direkt kontakt med vatten fortfarande kan anses vara torrt. Det bildas alltså en differens mellan materialets yta och materialets inre. Detta kallas porvattenundertryck. För att jämna ut differensen tränger sig fukten in i materialet. (Nevander & Elmarsson, 2006 s. 414–422) Hur långt fukten kan tränga in i materialet är beroende av materialets pordiameter. I ett finporöst material finns större potential för porvattenundertryck och fukten kan tränga längre in i materialet. I ett material med stora porer kommer dock fukten att kunna transporteras snabbare, men inte lika långt eftersom porvattenundertrycket är mindre. Ett bra exempel på ett finporöst material är tegel, som i kontakt med vatten lätt kan suga upp fukt. (Burström, 2007 s. 68)

Portrycket påverkar materialet i alla riktningar och därmed kan även kapillär fukttransport ske i alla riktningar. Kapillärsugning kan ske både inne i materialet och mellan material om de är i direkt kontakt med varandra och det finns en differens i fukt mängden mellan materialen. På bilden nedan (*Figur 1*) har det högra materialet mindre porer och därmed även större kapillär stighöjd än materialet till vänster. (RT 05-10710, 1999)



Figur 1 Kapillär stighöjd, materialet till höger har mindre porer och därmed större kapillär stighöjd än materialet till vänster (hämtat från: Rakennustieto, 1999)

2.2.4 Tyngdkraft

På grund av gravitation kommer fritt vatten alltid att sträva efter att röra sig neråt. En sned yta kan leda vatten åt sidan men riktningen är hela tiden neråt. En stor del av byggnaders fukttekniska egenskaper bygger på vattnets rörelse på grund av tyngdkraft. Kapillärkraften är dock oftast större än tyngdkraften, vilket medför att tyngdkraftens betydelse för kapillär fukttransport sällan behöver beaktas. (Sisäilmayhdistys, 2008)

2.3 Uttorkning

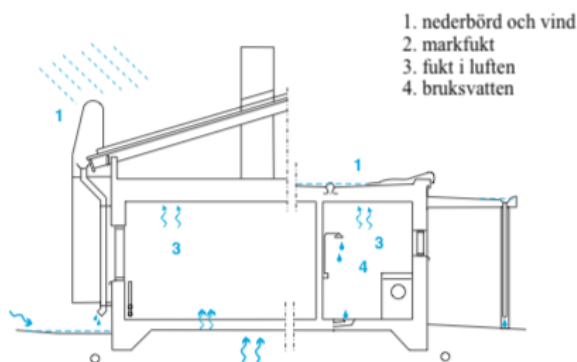
Med uttorkning eller desorption avses den fukt som måste avgå från ett material för att materialet skall uppnå långsiktig fuktjämvikt med sin omgivning. Som tidigare nämnts i kapitel 2.2, kan vattenånga endast transporteras genom diffusion eller konvektion och vatten i flytande form endast genom kapillärsugning eller tyngdkraft. Detta gäller även då fukt transporteras bort från ett material. Transporten av fukt bort från ett material är oftast ett resultat av ett flertal olika transportmekanismer som pågår samtidigt. Avgörande för att uttorkning skall kunna ske är omgivningens fuktighet men även temperaturen, luftströmmar och lufttryck. (Adamson Ahlgren, Bergström & Nevander 1970 s.36)

Uttorkningsförloppet kan i regel delas upp i tre skeden. I det första skedet är materialets yta fuktigt och avdunstning från materialet till omgivningen kan ske kapillärt. Under detta skede är uttorkningsförloppet i förhållande till tiden konstant förutsatt, att temperaturen och luftfuktigheten i omgivningen hålls stabil. I detta skede avgår även den största mängden fukt i förhållande till uttorkningstiden. Under följande skede är det materialets fysikaliska egenskaper och dimensioner som avgör hur snabbt uttorkningen kan ske. Vattnet i materialet kommer att genom kapillärsugning och diffusion att transporteras mot materialets yta och sedan till omgivningen. Man brukar tala om att det bildas en fuktfront som förflyttas längre in i materialet ju längre uttorkningen pågår. Detta innebär även att fukten måste transporteras längre för att kunna avges från ytan, vilket även resulterar i att ett större flödesmotstånd uppstår och därmed även en avtagande uttorkningshastighet. Under detta skede är ånghalten inne i materialet lika med mättnadsånghalten. I det sista skedet avgår den sista mängden överlopsfukt från materialet genom diffusion och materialet kan anses vara i fuktjämvikt med sin omgivning. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.422–426)

Avgörande för uttorkningen av ett material är omgivningen, eftersom materialet inte kommer att kunna bli torrare än omgivningen. Temperaturen är i regel det som har den största betydelsen för uttorkningen. Om temperaturen i ett utrymme höjs och ånghalten i luften är oförändrad kommer även mättnadsånghalten att stiga, vilket medför att den relativa fuktigheten i utrymmet sjunker. (Burström, 2007 s. 66) Ventilationen är viktig om man vill försnabba uttorkningsprocessen förutsatt att den luft som tillkommer har en lägre relativ fuktighet än den luft som förs bort. Faktorer som gör uttorkningen långsammare är om materialet ytbehandlats eller om materialet stängs in i någon konstruktion. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.422–426)

2.4 Fuktkällor

En förutsättning för att kunna motverka fukt i byggnader och konstruktioner är att känna till varifrån fukten kommer, det vill säga fuktkällor. En byggnad kan vara utsatt för flera fuktkällor samtidigt men oftast är det någon som är dominerande. Fukten kan komma både utifrån och inifrån byggnaden enligt (Figur 2). (Hagentoft, 2002 s.128)



Figur 2 Fuktkällor (Hämtat från: Rakennustieto, 1999)

2.4.1 Luftfuktighet

Fuktmängden i luften varierar årstider emellan och är under sommarmånaderna vanligtvis betydligt högre än under vintermånaderna. Utomhusluften får sin fukt genom att vatten från nederbörd, sjöar och hav förångas (Hagentoft, 2002 s. 128). Under vinterhalvåret är luften torr och innehåller endast 3–5 g/m³ vatten, trots att luftens relativa fukthalt kan vara mellan 80 och 90 procent. Under sommarmånaderna kan luften innehålla 9–11 g/m³ vatten med en relativ fukthalt mellan 65 och 90 procent. Detta på grund av temperaturen och därav luftens förmåga att binda vatten. Utomhusluften kommer in i byggnaden genom ventilation, vilket medför att även inomhusluften varierar beroende på årstiden. (Träguiden, 2017) Inomhusluften får dessutom ett tillskott av fukt som en följd av de aktiviteter som bedrivs i byggnaden. Detta fukttillskott är i storleksklass 1–4 g/m³ och kommer från t.ex. utandningsluft, svett, matlagning eller tvättning. (Hagentoft, 2002 s.128)

2.4.2 Nederbörd

Mängden nederbörd varierar stort mellan årstiderna och kan förekomma både som regn, snö eller hagel. Nederbörden kan komma både vertikalt uppifrån mot byggnadens tak eller som slagregn då nederbörd med hård vind förekommer. Slagregnet träffar byggnadens vertikala ytor och kan tränga in i konstruktionen med hjälp av tyngdkraft eller kapillärsugning. Om temperaturen dessutom sjunker innan materialet har hunnit torka ut, kan materialet skadas

på grund av frostsprängning. (Samuelson, Arfvidsson & Hagentoft, 2007 s.124; RT 05-10710, 1999)

2.4.3 Byggfukt

Med byggfukt avses den fukt som ett byggnadsmaterial måste avge för att nå fuktjämnvikt med sin omgivning. Mängden byggfukt i ett material varierar i stor grad mellan material men också beroende av den behandling materialet utsatts för innan det används i byggnaden. Fukten kan tillkomma under tillverkning, transport, lagring eller under byggnadsproduktionen. Då material lagras kan fukt mängden i materialet minska eller öka beroende på vilka förhållanden materialet utsätts för. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.280–281) Byggnadsmaterial så som trä, betong och lättbetong är material som ofta innehåller mycket fukt. Det kan ta flera år för byggfukten att torka ut ur dessa material och det är därför viktigt att detta beaktas i planeringen, så att fukt känsliga material inte är i direkt kontakt med dessa material. (Samuelson, Arfvidsson & Hagentoft, 2007 s.124–125)

2.4.4 Markfukt

Markfukt är fukt som lagras i marken från nederbörd eller grundvatten. Vatten från nederbörd upptas av marken och lagras i jordmånen. Vatten kan även tillföras i marken genom kapillär uppsugning från grundvattnet. Ytvatten som en följd av riklig nederbörd kan även uppstå. För att undvika att ytvattnet leder till problem i en byggnad leds detta vatten bort från byggnaden före det hinner upptas i jordmånen. Fukt kan genom diffusion och kapillär sugning transporteras från marken till byggnadskonstruktioner. Ur ett byggnadsfysikaliskt perspektiv bedöms marken alltid ha en relativ fuktighet på 100 %. Det är därför viktigt att det finns ett kapillärbrytande skikt mellan de konstruktioner som är i kontakt med marken. (Samuelson, Arfvidsson & Hagentoft, 2007 s.125)

2.4.4 Läckage

Vattenläckage kan uppstå i alla rör och maskiner där vatten cirkulerar, exempelvis från tappvattenledningar, vattenrör i uppvärmningssystem och installationer, så som radiatorer (Samuelson, Arfvidsson & Hagentoft, 2007 s.125). Om ett läckage uppstår inne i en konstruktion kan det vara svårt att upptäcka, och skadan kan hinna bli stor innan den upptäcks. I planeringsskedet kan det därav vara en idé med att ta i beaktande vad eventuella läckage kan medföra och hur de kan upptäckas så snabbt som möjligt. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.286)

2.5 Konsekvenser av fukt

Fukt är den vanligaste orsaken till skador i material och konstruktioner, skadetyper varierar i stor grad och är beroende av materialets egenskaper. (Burström, 2007 s.81) Alla material innehåller fukt men det är först då fuktbelastningen går över det kritiska fukttillståndet som materialet tar skada. Med kritiskt fukttillstånd avses den gräns då materialet fortfarande bibehåller godtagbara egenskaper under den tid materialet utsätts för fuktbelastningen. Den kritiska fuktkvoten anges i relativ fuktighet eller målfuktkvot. (Nevander & Elmarsson, 2006 s. 290) Om ett material överskrider den kritiska fuktkvoten kommer negativa förändringar hos materialet att uppstå och risken för permanenta skador i materialet ökar. Den kritiska fuktkvoten varierar i stor grad mellan olika material men de negativa konsekvenserna av fukten i materialet ökar vanligtvis i följd av hur mycket det kritiska fukttillståndet överskrids (Ejner & Nilsson, 2008). De skador som uppstår i materialet kan vara biologiska nedbrytningar, fysikaliska nedbrytningar, kemiska nedbrytningar eller missfärgningar.

2.5.1 Biologisk nedbrytning

Biologisk nedbrytning sker genom påverkan av nedbrytande organismer. Även som alla andra organismer har även dessa krav på sin miljö och trivs bäst i en temperatur mellan 20 och 30 grader. De kräver även fukt, inte bara i omgivningen, utan även i det material de växer på eller i, samt tillgång på syre och näring. Då byggnadsmaterial bryts ner är många olika mikroorganismer delaktiga. De vanligaste nedbrytande organismerna är rötsvamp, blånadssvamp och mögelsvamp (Samuelson, Arfvidsson & Hagentoft, 2007 s. 133) Rötsvamp bryter ner vedstrukturen i trämaterial vilket leder till att trämaterialets hållfasthet snabbt försämras. Blånadssvamp kan växa både utanpå och innanför trämaterial och ger materialet en blåaktig färg. Blånadssvampen försämrar inte virkets hållfasthet men kan leda till att materialets vattenupptagande förmåga ökar och därav öka risken för rötsvamp. Mögelsvampar växer på materialets yta och sprider sig genom trådliknande hyfer. Mögelsvampar kan inte bryta ned cellulosan i trämaterial och kan därför inte försämra materialets hållfasthet. I gynnsamma förhållanden kan mögelsvampar spridas snabbt och kan bara inom några dygn ge upphov till omfattande skador. (Träguiden, 2003)

2.5.2 Fysikalisk nedbrytning

Fysikalisk nedbrytning innebär dimensionsförändringar i material orsakade av fukt och temperaturförändringar. Då temperaturen sjunker och vatten ändrar aggregationstillstånd från flytande vatten till is expanderar det med cirka nio procent, eftersom is kan binda mera luft. Detta ger upphov till en mycket stor sprängkraft som hos till exempel betong kan resultera i att det bildas sprickor. Då marken fryser till is och tjäle uppstår kan det medföra rörelser i en byggnads grund. Då fukttinnehållet i ett material förändras kan materialet svälla eller krympa, vilket även kallas fuktbetingad rörelse. I trämaterial kan detta resultera i att det i materialet uppstår sprickbildning, välvning eller skevhet. (Samuelson, Arfvidsson & Hagentoft, 2007 s.134)

2.5.3 Kemisk nedbrytning

Kemisk nedbrytning uppstår som korrosion hos metaller då järn rostar och koppar ärgar. Korrosion uppstår genom en elektrokemisk reaktion då metallen utsätts för hög luftfuktighet eller vatten och syre. Till skillnad från de flesta andra material kommer dock korrosionen av metall att avta eller stoppas om fuktmängden blir allt för hög, eftersom detta stryper syretillförseln. Kemisk nedbrytning kan även ske hos golvlim som förtvålas och börjar lukta om det utsätts för fukt. (Samuelson, Arfvidsson & Hagentoft, 2007 s. 134)

2.5.4 Övriga konsekvenser på grund av fukt

Missfärgning kan uppkomma om ett material utsätts för flytande vatten. Det kan ge fläckar som kan vara svåra att avlägsna trots att materialet har torkats. Missfärgningar kan även uppstå som en följd av mögel- och blånadssvampar. (Nevander & Elmarsson, 2006 s. 287)

Material som utsätts för en fuktbelastning över det kritiska fuktillståndet behöver inte nödvändigtvis ta skada, om materialet tillåts att torka. Om materialet däremot utsätts för en fuktbelastning över det kritiska fuktillståndet en längre tid ökar riskerna för allvarliga skador avsevärt. Ifall ett trämaterial tidigare har varit utsatt för fukt är även risken för att om det tillåts att uppfuktas igen, lättare kan drabbas av mögelangrepp. (Ejner & Nilsson, 2008)

Fukt påverkar även värmeledningsförmågan hos porösa material med hög fuktkvot. Detta kan enklast förklaras genom att vatten har en bättre värmeledande förmåga än luft. Vatten har ett λ -värde på 0,6 (W/m*k) medan motsvarande värde för luft är 0,025 (W/m*k). Den förbättrade värmeledningsförmågan medför försämrade isoleringsförmåga och därmed även ökat energibehov. Energibehovet ökar även i en fuktig byggnad då fukten tar upp energi då

den ändrar aggregationstillstånd från flytande till ånga vid upptorkning. (Arfvidsson, Harderup & Samuelson, 2017, s. 46–47)

2.6 Inomhusluftproblem som en följd av fukt

En människa i arbetsför ålder tillbringar i medeltal ca 85 % av sin tid inomhus och andas ungefär 15 000 liter luft per dygn. Vilket innebär att den största delen av de luftföroreningar vi utsätts för på daglig basis är de som förekommer i inomhusluften enligt Institutet för hälsa och välfärd, THL (2016). En dålig kvalitet på inomhusluften kan leda till minskad trivsel och arbetseffektivitet men i värsta fall även till hälsobesvär. En hälsosam inomhusmiljö ska vara luktfri, dammfri, dragfri, bullerfri och ha rätt temperatur.

Fukt i material och konstruktioner kan leda till problem med inomhusluften, om det uppstår mikrobiell påväxt. Mikroberna sprider sig sedan från material och konstruktioner till inomhusluften genom emissioner. Detta kännetecknas vanligtvis i inomhusluften i form av en unken lukt eller tydlig mögellukt. Lukten kan vara tillfällig eller variera beroende på årstid. De vanligaste symtomen, som en följd av dålig inomhusluft, är andnings- och astmasymtom eller olika infektioner. (Sisäilmayhdistys, 2008)

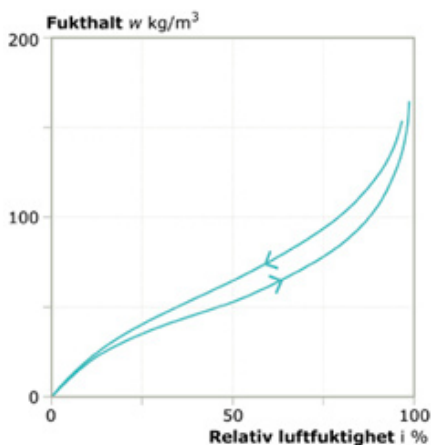
3. FUKT I MATERIAL

Material kan binda både fysikaliskt och kemiskt vatten. Det kemiskt bundna vattnet ingår som en beståndsdel i det torra materialets struktur och kan inte frigöras utan att materialet skulle förstöras (Burström, 2007 s. 61). Det är därav vatten i fysikalisk form som avses med fukt i material, det vill säga vatten som kan förångas. Det fysikaliska vattnet binds i ihåligheterna och luftporerna i materialet. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.241–250)

Det råder alltid någon form av balans mellan materialet och dess omgivning och enligt Nevander & Elmarsson (2006, s. 241) motsvarar det alltid något av följande fall:

- *”Materialet upptar fukt från omgivningen, vilket här kallas uppfuktning eller absorption”*
- *”Materialet avger vatten till omgivningen, vilket här kallas uttorkning eller desorption”*
- *”Materialet kan befinna sig i ett tillstånd av jämnvikt med omgivningen vilket innebär att lika mycket vatten upptas som avges per tidsenhet.”*

Materialet strävar alltså alltid efter dynamisk jämnvikt med sin omgivning. Då ett material upptar fukt från omgivningen är materialets hygroskopiska egenskaper avgörande, det vill säga materialets förmåga att uppta fukt från dess omgivning. Om materialet däremot avger fukt till sin omgivning är det materialets kapillärsugande förmåga eller permeabiliteten, det vill säga materialet igenomtränglighet som är av betydelse. Sambandet mellan materialets fuktighet och omgivningens fuktighet kan visas i en sorptionskurva (*Figur 3*) Den övre kurvan visar materialets fukthalt i förhållande till omgivningens relativa fuktighet under desorption (uttorkning) och den nedre kurvan visar förhållandet under absorption (uppfuktning). I ett material kommer alltid jämnviktsfuktkvoten att vara högre vid fuktupptagning än vid uttorkning. Därmed kan även den relativa fuktigheten vara något högre i omgivningen under fuktupptagning jämfört med under uttorkning. Denna skillnad är i trämaterial mellan 1 och 4% och minskar för varje gång materialet utsätts för torkning respektive återfuktning och kommer med tiden att närma sig noll. (Träguiden, 2013)



Figur 3 Sorptionskurva för furu, densitet 510kg/m³. (Hämtat från: Träguiden, 2017)

Fuktmängden i ett material kan definieras som fukthalt eller fuktkvot. Fukthalten w anger i kilogram, hur mycket vatten som finns i en volym. Fuktkvoten u , angett i procent är förhållandet mellan materialets vikt i kilogram jämfört med fukttinnehållet i kilogram, det vill säga materialets vikt ifall det vore torrt i förhållande till då det är fuktigt. (Nevander & Elmarsson, 2006 s.241–250)

3.1 Trä

Trä är ett byggnadsmaterial som redan länge har använts i byggande och används fortfarande i dag i stor utsträckning. Användningsområdet sträcker sig från bärande konstruktioner till golv, inredning och träbaserade skivor så som plywood eller lamellträ. Materialet framställs i sågverk där slutprodukten kan anpassas till användningsändamålet. Idag är det även vanligt att man använder sig av olika limningsmetoder för att få fram önskade egenskaper i trä. (Burström, 2007 s. 363)

Trä är ett hygroskopiskt material med en normalt hög fukthalt. Då trävirket färdigställs i ett sågverk kan fukthalten ligga mellan 40 och 200 % (Puuinfo, u.å.). För att det nyligen sågade virket ska kunna användas som byggnadsmaterial måste det tillåtas att torka upp till en viss målfuktkvot (jfr: Tabell 1 och 2). Varje virkesdel i ett parti är unikt med avseende på densitet och rå fuktkvot, vilket innebär att det kommer att finnas avvikelser i fuktkvoten. Därav används oftast ett medelvärde. Variationer i fuktkvoten finns även inom materialets tvärsnitt då torkningen sker utifrån in. Ytan på tvärsnittet kan ha en fuktkvot på 6–7 % medan fuktkvoten mitt i virket kan vara mellan 19–22 %. I en uppvärmd byggnad kommer fuktkvoten i trä i inomhusmiljö ligga på, i medeltal 7,5 %. Det är något högre under sommarmånaderna och något lägre under vintermånaderna. (Träguiden, 2017)

Tabell 1 Målfuktkvot och tillåten variation enligt SS-EN 14298 (Träguiden, 2017)

Målfuktkvot	Tillåten variation av medelfuktkvot i ett virkesparti		Tillåtet spridningsområden av fuktkvoten i 93,5 procent av viket i partiet	
	(%)	Undre gräns (%)	Övre gräns (%)	Undre gräns (%)
8	7	9	5,6	10,4
12	10,5	13,5	8,4	15,6
16	13,5	18	11,2	20,8

Tabell 2 Målfuktkvot enligt användning (Puuinfo)

Användning	Målfuktkvot
Stomme	<24%
Fasad	<18%
Inomhus beklädnad	<16%
Golv	<10%

Då fuktkvoten i trävirke når fibermättnad vid en fuktkvot på ca. 30 %, kommer fukten i cellväggarna att börja lämna virket, vilket kommer att medföra att träet kommer att börja krympa. Det motsatta kommer att uppstå om materialet får ett tillskott på fukt och materialet börjar svälla. Rörelsen i trämaterial är som störst då fuktkvoten varierar mellan 0 och 30 %. Rörelserna är inte jämt fördelade i materialet vilket kommer att leda till spänningar, som i sin tur kan leda till sprickor. Rörelsen är dessutom större vinkelrätt mot fiberriktningen i förhållande till längs fiberriktningen. (Träguiden, 2017) Upp fuktning och uttorkning genom fukttransport i vattenånga sker ungefär i samma hastighet. Materialets mekaniska egenskaper påverkas även av fuktkvoten. I regel har fukthalten större inverkan på tryckhållfastheten än draghållfastheten. Hur långvarig lasten är har också betydelse, t.ex. om en träbalk utsätts för en konstant påfrestning kommer nedböjningen med tiden att bli större. Man brukar tala om krypning. Med avseende på krypning är trämateriallets fukttinnehåll av stor betydelse, ju högre fuktkvot desto större är även risken för krypning. Om fuktförhållandena dessutom varierar kommer krypningen att öka ännu mer. Detta kan i värsta fall leda till brott om belastningen är tillräckligt stor. (Träguiden, 2003) Den vanligaste orsaken till hög fuktkvot i träbaserade byggnadsmaterial är felhantering på byggarbetsplatsen, då fukten kan tillkomma under lagring eller under montering. (Espring, Salin & Rosenkilde, 2005)

Trämateriel kan även då de utsätts för ogynnsamma förhållanden ta skada i form av mögel och röta. Detta är en naturlig del av naturens kretslopp, något som vi i byggnadssammanhang försöker motverka. (Burstöm, 2007 s. 387) Trämateriel kan i varma förhållanden utsättas för påväxt av mögel redan vid så låg relativ fuktighet som 75 %, riskerna framgår i tabellen nedan (Tabell 3). Faktorer som bör beaktas är tillgång på näringsämnen i materialets yta, pH-värde, UV-strålning och tid. (Espring, Salin & Rosenkilde, 2005) Mer om biologisk nedbrytning i kapitel 2.5.1

Tabell 3 Risk för röta och mögel hos trämateriel med avseende på fuktkvot och relativ fuktighet (Nevander & Elmarsson, 2006)

Risk		Ingen	Liten-Måttlig	Stör
Röta	Fuktkvot (%)	<16	16–25	>25
	Relativfuktighet(%)	<75	75–95	>95
Mögel	Fuktkvot (%)	<15	15–20	>20
	Relativfuktighet(%)	<70	70–85	>85

3.2 Betong

Betong är ett byggnadsmateriel med många fördelar. Det kan formas efter behov, har en hög beständighet och behåller sina egenskaper utan större krav på underhåll. Armerad betong är idag det mest använda byggnadsmaterialet i världen och användas i bärande konstruktioner som broar, tunnlar och byggnader med golv som utsätts för stor påfrestning. (Svensk Betong, u.å.) Betongens beståndsdelar är ballast (sand, sten och grus), cement och vatten. Beroende på sammansättningen och eventuella tillsatsämnen kan man få fram olika egenskaper hos betongen. Till skillnad från andra byggnadsmateriel levereras betong oftast som färdigblandat råmateriel till byggarbetsplatsen. Detta medför att man på byggarbetsplatsen i större utsträckning kan påverka slutprodukten. (Burström, 2007 s. 204–205)

Förhållandet mellan vatten och cement benämns vattencementtal. Med avseende på fuktaspekter är vattencementtalet den parameter som bäst karakteriserar betong (Nevander & Elmarsson 2006, s. 36). Betong av hög kvalitet har ett lågt vattencementtal vilket ger högre hållfasthet och beständighet men även kortare uttorkningstid. (Fagerlund, 2010) Då man talar om fukt i betong bör man skilja på den byggfukt som finns i ny gjuten betong och den fukt som kan tillföras från omgivningen i ett senare skede. En del av det vatten som tillsätts vid tillverkningen av betong binds kemiskt till materialet under härdningsprocessen och kommer inte att avges från materialet. Den fukt som inte binds kemiskt måste tillåtas avgå

från materialet före materialet kan uppnå jämvikt med sin omgivning. Uttorkningstiden styrs av flera faktorer bland annat betongens tjocklek, cementtyp, efterbehandling och den omgivning betongen utsätts för. (Svensk betong, u.å.) Porerna i betongen är små, vilket medför att kapillärsugning och ångdiffusion sker långsamt (Nevander & Elmarsson 2006, s. 36).

Betong är ett mycket fukttåligt material då det är härdat och kan bibehålla sina mekaniska egenskaper oavsett hur mycket byggfukt eller fukt från omgivningen det utsätts för. Detta innebär att betongen är ett säkert material med avseende på fukt och fuktskador. (Nevander & Elmarsson 2006 s. 37) De allra finaste gelporerna i betongen är så gott som alltid vattenfyllda redan vid måttliga fuktnivåer. Vattnet tillkommer från luften och tas upp av betongen genom så kallad kapillär kondensation. För att de större luftporerna i betongen skall fyllas med vatten krävs dock att betongen utsätts för flytande vatten. Vattnet i betongen kan leda till skador om temperaturen sjunker och frostangrepp uppstår. (Fagerlund, 1993) Då betongen fryser kommer en del av vattnet i porerna att övergå till is, vilket i sin tur kan leda till skador hos betongen då vatten ökar med 9 % i volym då det fryser. Skador hos betongen på grund av frostangrepp är sprickbildning då vattnet i betongens porer inte tillåts öka i volym. (Burström, 2007 s. 248) I sådan miljö där det finns tillgång på klorider, från till exempel havsvatten eller där salt används för att sänka fryspunkten, ökar risken för frostangrepp hos betongen. Detta eftersom kloridjonerna sänker vattnets fryspunkt och vatten kan transporteras i betongen trots att temperaturen ligger under vattnets fryspunkt. Vilket i sin tur gör det möjligt för is som bildats inne i luftporerna att fortsätta expandera och öka det inre trycket i betongen. För att göra betongen mera frostbeständig tillsätts luft i betongen. Luften tillförs genom att man under tillverkningen tillsätter luftporbildande tillsatsmedel. (Gram, 2011)

Den fuktbetingade rörelsen i betong är som störs under uttorkningen av ny gjuten betong och kan i värsta fall leda till sprickor om uttorkningen sker för snabbt. Det motsatta kommer att ske om betongen utsätts för ett tillskott av fukt. Denna rörelse är dock inte lika stor som den som uppstår vid uttorkning. Den fuktbetingade rörelsen bör tas i beaktande vid planeringen av betongkonstruktioner. (Burstöm, 2007 s. 244–245) De problem som kan uppstå i kombination med fukt i betong är hos de material som finns i betongens närhet. Som exempel kan nämnas om ett parkettgolv läggs på en ny gjuten betongplatta och fuktnivån är för hög kan det leda till fuktskador i parkettgolvet. (Svensk Betong, u.å.) Stora betongkonstruktioner så som bärande balkar och golvplattor kan innehålla stora mängder byggfukt och det kan ta länge innan fukten hunnit torka ut till sådan nivå att de kan täckas

in. (Kuusela, 2018) Det är dock möjligt att tillverka betong med så lågt vattencementtal, att allt vatten binds kemiskt och byggfukt kan undvikas. Det är även möjligt att tillverka vattentät betong. (Svensk Betong, u.å.)

Betongen utsätts för karbonatisering då koldioxid från luften reagerar med kalciumhydroxid i betongen och bildar kalciumkarbonat vilket medför att betongens egenskaper förändras med tiden (Redlund, 2012). Ett armeringsjärn som befinner sig inne i betongen befinner sig i ett passivt tillstånd där korrosion inte kan ske. Detta på grund av den höga alkaliteten som råder inne i betongen ($\text{pH} > 12,5$). Vid karbonatisering av betongen minskar betongens alkaliska egenskap och pH värdet sjunker. (Fagerlund, 1992) Då karbonatiseringsdjupet nått armeringen i betongen och armeringen utsätts för fukt och syre kommer armeringen utsättas för korrosion. Korrosion medför att armeringens tvärsnittsarea minskar och därmed minskar även armeringens förmåga att uppta last. Dessutom upptar den korroderade armeringen större utrymme, vilket leder till sprickbildning. (Burström, 2007 s. 249)

3.3 Tegel

Tegel används i murverk och framställs genom bränning av lera, sand och vatten. Tegel är ett poröst material med stora ihåligheter och ett stort antal porer. Materialet har därmed mycket lätt att uppta vatten genom kapillärsugning men även hög ångpermeabilitet, vilket gör att uttorkningen även kan ske snabbt. Den fuktbetingade rörelsen i form av svällning och krympning är liten. För att sammanfoga tegel i t.ex. skalmurad yttervägg används mur- och putsbruk. Mur- och putsbruk finns i många olika modeller som kan variera i stor grad med avseende på egenskaper, från svagt kalkbruk till starkt kalkcementbruk. Kalkbruket har stora porer och låg fukthalt medan kalkcementbruk har motsvarande egenskaper som betong. I jämförelse med kalkbruk har kalkcementbruk mindre porer och högre hygroskopisk fukthalt och därmed även större fuktbetingad rörelse. Ett murverks fukttegenskaper är beroende av teglets och brukets kvalitet och sammanfogning. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017, s. 52)

3.4 Gips

Gips är ett poröst material och används i byggnader främst i form av gipsskivor. Gemensamt för alla gipsskivor är att de har ett yttre skikt vanligtvis av papp som binder samman gipset. Gipsskivor används vanligtvis i torra miljöer som beklädnadsmaterial för innerväggar och tak men kan även göras fukttålig för användning som vindskyddsskiva eller i badrumsväggar. (Burström, 2007 s.482-483)

Obehandlad gipsskiva har en sugande förmåga som drar åt sig och håller fukt (Must, 2007). Användningen av obehandlade gipsskivor bör därför undvikas i utrymmen där luftfuktigheten överskrider 85 %, eftersom skivan då kommer att mjukna. Om en obehandlad gipsskiva utsätts för flytande vatten kommer den att förstöras. Därav är det viktigt att i byggnadsskedet se till att materialet är tillräckligt skyddat från fukt. Gipsskivan är delvis tillverkad av organiskt material och kan utsättas för mikrobiell påväxt i fuktiga förhållanden. Fukt kan genom diffusion transporteras genom en gipsskiva. Fukttåliga gipsskivor kan tillverkas genom att man tillsätter silikon i gipsmassan och i pappret som sammanfogar materialet. (RT 32-10633, 1997)

3.4 Isolering

Isolering används för att begränsa värmeflödet i en byggnad men kan även användas för att begränsa brand, ljud eller fukt. Det finns många olika metoder och material som kan användas vid isolering men de vanligaste är mineralull och cellplast.

3.4.1 Mineralull

Mineralull tillverkas av oorganiska fibrer med en diameter på 5–9 μm och organiska bindemedel sammansatta till mattor, skivor eller formade produkter. Den vanligaste mineralullen är glas- och stenull men även slaggull används (RT 36-10689, 1999).

Mineralullen består till 90–98 % av luft vilket ger materialet dess värmeisolerande förmåga, med avseende på transport av vattenånga kan mineralull jämföras med stillastående luft och anses därför vara diffusionsöppen. På grund av materialets porösa karaktär är inte kapillärsugning möjligt. Mineralullen brukar vanligtvis även impregneras med fenolharts och mineralolja för att göra materialet hanterbart och mindre dammigt vilket även ger en vattenavstötande effekt i materialet. Detta hindrar dock inte vatten att genom tyngdkraft tränga in sig i materialet (Nevander & Elmarsson 2006, s. 41).

Mineralull kan på grund av att det är oorganiskt varken ruttna eller mögla. Dock är det möjligt att om materialet under byggnadstiden utsatts för smuts finns ett underlag för mikrobiell påväxt. (RT 05-10710, 1999)

3.4.2 Cellplast

Cellplast i form av skivor är vanligtvis tillverkade av polystyren medan cellplast som sprutas på plats oftast är polyuretan eller polyisocyanat. Polystyren kan vara expanderad EPS (eng. *expanded polystyrene*) eller extruderad XPS (eng. *extruded polystyrene*). XPS har något högre densitet och är i jämförelse med EPS hårdare. Materialet består till cirka 98 % luft och 2 % polystyren i form av små celler. (RT 36-11102, 2012; RT 36-11113, 2013)

När det gäller fukt har cellplast många fördelar. Fuktttransport i form av vattenånga för EPS är ungefär den samma som för en bra kvalitets betong och för XPS ungefär 30 % av detta värde. I XPS kan fukt inte transporteras kapillärt och cellplasten kan heller inte utsättas för röta. Råmaterialet innehåller inte de näringsämnen som krävs för mikrobiell påväxt och föroreningar kan heller inte tränga in i materialets slutna celler. I ESP kan fukt tränga in i materialet, fukten kan inte skada materialet men kan ge en minskad värmeisoleringsförmåga. (Nevander & Elmarsson 2006, s. 41).

3.5 Ångspärr och fuktspärr

Ångspärr, även kallad diffusionsspärr, har som uppgift att förhindra att fukt transporteras som vattenånga, både genom konvektion och diffusion genom konstruktioner. Vanliga material är aluminium, folier, plast, eller skivor. För att förhindra konvektion, det vill säga fukttransport genom luftströmmar, måste ångspärren vara lufttät och för att förhindra fukttransport genom diffusion måste ångspärren ha ett stort ånggenomgångsmotstånd. (Nevander & Elmarsson 2006, s. 43–44) Har ett material ett stort ånggenomgångsmotstånd är de i allmänhet även lufttäta, dock behövs inte ett lufttätt material alls ha bra ånggenomgångsmotstånd. Ångspärren placeras vanligtvis på den varma sidan av isoleringen i en yttervägg för att förhindra att fukt från insidan av byggnaden ska kunna ta sig ut i ytterväggarna. Ångspärren har även en viktig funktion för att uppnå lufttäthet och förhindra genomblåsning i en byggnad. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 56–57) Vanligtvis är ångspärren tillverkad av UV-beständig polyetenfolie med en tjocklek på 0,20 mm som ger ett ånggenomgångsmotstånd på $>2000 \cdot 10^3$ s/m. I konstruktioner där det finns risk för att

byggfukt stängs in kan man i stället för ångspärr använda sig av en ångbroms. En ångbroms tillåter begränsad fukttransport genom diffusion. (Burström, 2007 s. 502–503)

Fuktspärr används för att utöver att förhindra fukttransport genom vattenånga, även förhindra att vatten i flytande form ska kunna ta sig in i en konstruktion genom tyngdkraft eller kapillärsugning. Fuktspärr kan exempelvis användas som ett fuktbrytande skikt mellan betong och trä. (Nevander & Elmarsson 2006, s. 44)

4. RISKKONSTRUKTIONER MED AVSEENDE PÅ FUKT

Fuktskador kan inträffa i så gott som alla konstruktioner men vissa konstruktioner har större risk för att utsättas för fuktskador än andra. Därav är det viktigt att fästa extra uppmärksamhet vid dessa. Enligt Hometalkoot (2012) är följande problemen de vanligaste problemen i byggnader byggda under 2000-talet i Finland:

- *"Allmän vårdslöshet vid byggande och underhåll"*
- *"Brister i tätskikt"*
- *"Defekter i ångisoleringsplast"*
- *"Läckage i takgirar"*
- *"Läckage skador orsakade av balkonger"*

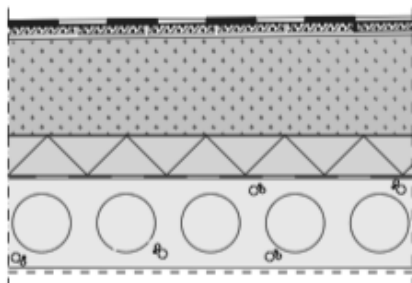
I detta arbete kommer massiva platta tak, våtrum och källarväggar mot mark behandlas som riskkonstruktioner eftersom dessa är av störst intresse för beställaren.

4.1 Massiva tak

Enligt Finlands byggbestämmelsesamling C2 från 1998 är yttertaketets syfte att förhindra regnvatten, snö och smältvatten från att ta sig in i byggnadens takkonstruktioner, väggar och inre utrymmen. Taket ska planeras och utföras så att nederbörd som taket utsätts för ska kunna ledas bort från byggnaden utan att byggnaden skall kunna ta skada. Den rekommenderade taklutningen för yttertak är minst 1:40 och för terrasstak 1:100 så att vatten inte kan bli stående. (Finlands byggbestämmelsesamling C2, 1998) Med avseende på fuktskador i yttertak är den vanligaste skadetyper och kanske den mest uppenbara, läckage av nederbörd i form av vatten, snö och smältande is. Läckage uppstår sällan på en plan och obruten yta utan i skarvar, fogar och anslutningar. För att undvika läckage är det därav viktigt att säkerställa att taket utförs korrekt och med lämpliga material med avseende på taklutning.

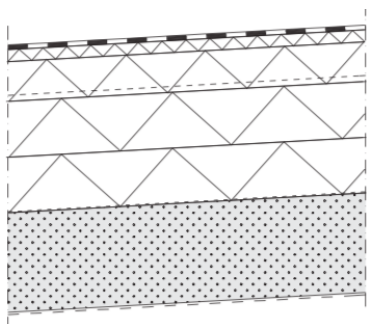
Som en tumregel kan nämnas att ett plattare tak alltid medför en större risk för läckage. (Nevander & Elmarsson 2006 s. 63-65) Enligt en utredning gjord av studerande år 1997, där 450 oberoende byggnader i Finland undersöktes för fuktproblem kunde man i upp till 60 % av de byggnader med platta tak se indikationer på läckage. (Nevalainen, ym., 1997) Ett annat vanligt problem som kan uppstå är att det inifrån byggnaden läcker ut varm och fuktig luft genom ångspärren till det översta bjälklaget. Problem uppstår i speciellt kalla tak vintertid då den varma luften kyls ner och överskottet av fukt kondenseras. (Sisäilmäyhdistys, 2007)

Yttertak kan utformas på många olika sätt men en väsentlig skillnad är om det är frågan om ett varmt tak eller ett kallt tak. I ett varmt tak är det i princip samma värmefflöde som transporteras genom både insidan och utsidan av taket, medan det i ett kallt tak finns en ventilerat utrymme som för bort värmen. I ett kallt tak kommer därför yttre skiktet av taket att vara kallare. (Nevander & Elmarsson 2006 s. 63–65) Denna indelning skiljer även på takets funktion då det gäller värmeisolering, fukt, snösmältning och avvattning. Platta tak utformas vanligtvis som varma tak eller även så kallade massiva tak. Massiva tak är uppbyggda av olika material, utan att det mellan materialen ingår någon luftspalt där ventilation kan förekomma. Taklutningen hos massiva tak fås genom att hela konstruktionen byggs lutande eller genom att något av de ingående materialen i takkonstruktionen ges varierande höjd. Massiva tak är vanligtvis lättbetongtak med invändig eller utvändig isolering, utvändigt isolerat betongtak, omvänt tak eller duotak. Funktionskraven för alla typer av massiva tak är att de skall vara täta, bärande och eventuellt även värmeisolerande. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 234) På tak med låg lutning under 1:16 kan vatten bli stående och därför måste taktäckningen göras vattentät och tåla det vattentryck som kan uppkomma. Vatten kan bli stående på grund av ojämnheter i takytan, nedböjning av egenvikt eller på grund av snö och is. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 253–256)



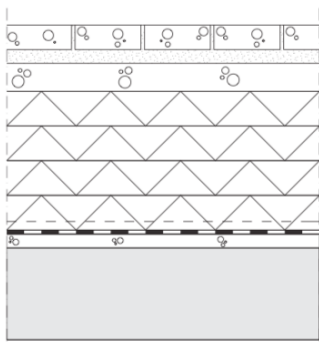
Figur 4a Massivt tak av lättbetong (Hämtat från: Rakennustieto)

Lättbetongtak (*Figur 4a*) tillverkas av takelement av armerad betong där värmeisoleringen kan placeras på utsidan eller insidan. Om taket isoleras från utsidan kan som isoleringsmaterial användas mineralull eller cellplast. Invändig isolering bör alltid vara diffusionsöppen mineralull för att byggfukt från lättbetongen skall ges möjlighet att torka. Som vattentätt ytmaterial kan användas mekaniskt infäst tätskiktsmatta eller tätskiktsduk av bitumen. Materialet kan läggas direkt på lättbetongen eller ovanpå utvändig värmeisolering. Fukttekniskt sett måste byggfukten från lättbetongen tillåtas att torka ut. Lättbetong levereras ofta med hög fukthalt på upp till 150 kg/m^3 . Denna fukt måste tillåtas torka så att inte armeringen i lättbetongen tar skada. Uttorkningen av så väl lättbetong med överliggande och underliggande isolering sker neråt. Det är även viktigt att insidan av lättbetongen inte påförs någon ytbehandling som är diffusionstät, eftersom det förhindrar uttorkningen. Vid utvändig isolering bör man även lägga till en ångspärr för att förhindra att byggfukt från lättbetongen avgår uppåt och sedan kondenseras mot det vattentäta skiktet. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 235-238)



Figur 4b Massivt tak av betong (Hämtat från: Rakennustieto)

Utvändigt isolerat betong tak (*Figur 4b*) kan vara platsgjutet eller tillverkat som element i fabrik. Ovanpå betongen läggs värmeisolering vanligen mineralull i form av hårda skivor eller cellplast. Som vattentätt skikt kan användas samma material som för tak av lättbetong men även plåt är möjligt ifall lutningen är tillräcklig. Mellan betongen och isoleringen läggs en ångspärr av alkalibeständig polyetenfilm för att förhindra att byggfukt från betongen skall kunna kondenseras mot det vattentäta skiktet. Isoleringsmaterialet bör även skyddas under byggnadstiden från onödig fuktbelastning. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 239-241)



Figur 4c Omvänt tak där det vattentäta skiktet placerats under isoleringen (Hämtat från: Rakennustieto)

Omvänt tak (Figur 4c) är som namnet säger omvänt på det sättet att det vattentäta skiktet placeras under värmeisoleringen. Vatten som kommer in i konstruktionen avlägsnas långsamt och ovanpå det vattentäta skiktet bör placeras en dränerande matta. (Kosteudenhallinta, 2015) Eftersom isoleringen kommer att utsättas för direkt fukt måste ett fukttåligt material väljas. Fördelen med denna metod är att det vattentäta skiktet skyddas från direkt kontakt med UV-strålning och fysisk påfrestning från omgivningen. Ovanpå isoleringen läggs en diffusionsöppen fiberduk samt singel. Med avseende på fukt är omvänt tak fördelaktigt då det vattentäta skiktet samtidigt fungerar som ångspärr. Tätskiktet och isoleringen bör fästas mot underlaget. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 241-244) Den bärande betongkonstruktionen bör även ha en sådan lutning så att vatten leds bort från konstruktionen, minst 1:80. (Kosteudenhallinta, 2015) Nackdelen med denna konstruktionslösning är de komplikationer och merkostnader som tillkommer vid eventuell sanering då de ovanliggande materialen måste avlägsnas före det vattentäta skiktet kan bytas ut. (Eriksson, 2016) En annan version av tak där samma princip som i omvänt tak tillämpas är duo-tak där det vattentäta skiktet placeras mellan två isoleringsmaterial. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 241-244)

4.1.1 Tätskikt

Tätskiktets uppgift är att förhindra fukt att ta sig in i byggnaden. Tätskiktet bör klara de påfrestningar som det utsätts för i form nyttolaster så som vindlast, snölast och eventuell gångtrafik men även de laster som uppkommer på grund av egenvikten från konstruktionen. Tätskiktet skall även klara av temperaturförändringar och eventuell UV-strålning. De vanligaste tätskiktsmaterialen som används är takdukar, tätskiktsmattor och takpapp. Vid montering av tätskiktet bör extra varsamhet fästas vid skarvar, överlappningar och genomföringar. Genomföringar skall helst vara runda och göras med prefabricerade

lösningar som placeras mellan två tätskikt. Tätskiktet limmas vanligtvis till underlaget. För att erhålla bästa möjliga resultat bör klistret ha samma kemiska sammansättning som tätskiktet. Andra metoder som kan användas för att fästa tätskiktet i underlaget är svetsning eller mekanisk infästning med skruv eller spik. Vid montering bör underlaget vara rent och helt torrt. (Eriksson, 2016; RT 05-10710, 1999)

4.1.2 Avvatning

Avvatning från taket sker via lämpliga anordningar, endera på utsidan av byggnaden eller på insidan av byggnaden genom takbrunnar som placeras vid samtliga lågpunkter på taket. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 253-256) Risker med invändig vattenavledning från taket är tätning av brunnar, kondens eller läckage av fukt från rören som leds in i byggnaden. Brunnen bör inte placeras i en skarv och runt brunnen bör det vattentäta skiktet förstärkas. (Kosteudenhallinta, 2015) Brunnen bör vara försedd med en löstagbar sil samt vara lätt åtkomlig för rengöring och inspektioner. Vid låglutande tak bör man använda en rännedal utan falluppbyggnader mellan brunnarna. Detta för att göra det möjligt för avvattningen att ske parallellt mellan brunnarna ifall en av brunnarna täppts till. I planeringsskedet kan det även vara ide att ta i beaktande vad som skulle ske om samtliga brunnar täppts. För att förhindra att det skulle leda till eventuella fuktskador kan det vara på sin plats med bräddavlopp. Bräddavloppet utformas som en upphöjning på maximalt 50mm ovanför den färdiga takytan och har för avsikt att leda bort vatten i en situation då vattennivån på taket stigit, vilket även skulle indikera då brunnarna täppts igen. (Carlsson, 2016) För att motverka fuktskador är även underhållet av taket av betydelse. Besiktningar bör göras med jämna mellanrum och rännor och brunnar bör rengöras minst en gång i året. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 253–256)

4.2 Våtrum

Våtrum är utrymmen där väggar och golv utsätts för kontinuerlig vattenbelastning. I byggnader är badrum, duschrum och tvättrum sådana utrymmen (*se: Tabell 3*). (RT 84-11166, 2014) Fukt från ett våtrum får inte genom kapillär fukttransport ta sig in i omgivande utrymmen och konstruktioner. För att förhindra detta bör konstruktioner som utsätts för rinnande vatten, stänkvatten eller kondens förses med vattentäta skikt. Beläggningen på väggar och golv skall fungera som ett vattentätt skikt eller så bör bakomliggande konstruktion vara försedda med ett vattentätt skikt. Det vattentäta skiktet bör utgöra en helhet där alla ytor, fogar, genomföringar och anslutningar är täta. Även taket i ett våtrum bör klara

av den fuktbelastning som uppstår i utrymmet. (Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017), 2017)

Tabell 4 Vilket fuktskydd i olika utrymmen (Rakennustieto, 2014)

Utrymme	Golv	Vägg	Tak
Dusch eller badkar	vattenisolering	vattenisolering	fukttålig yta
Bastu	vattenisolering	ångspärr	fukttålig yta
Ångrum	vattenisolering	skild utredning	skild utredning
Bastuskåp	vattenisolering	ångspärr bakom skåp	-
Toalett	vattenisolering	vid kakel bör åtminstone fuktspärr användas	-
Hjälpkök	vattenisolering	vid kakel bör åtminstone fuktspärr användas	-
Tambur	vattenisolering	vattenisolering 1,2 meter på höjled och 1,5 meter från tappvatten kran	-
Kök	-	fuktspärr åtminstone runt lavoar	-
Vvs-tekniskt utrymme	enligt behov	-	-

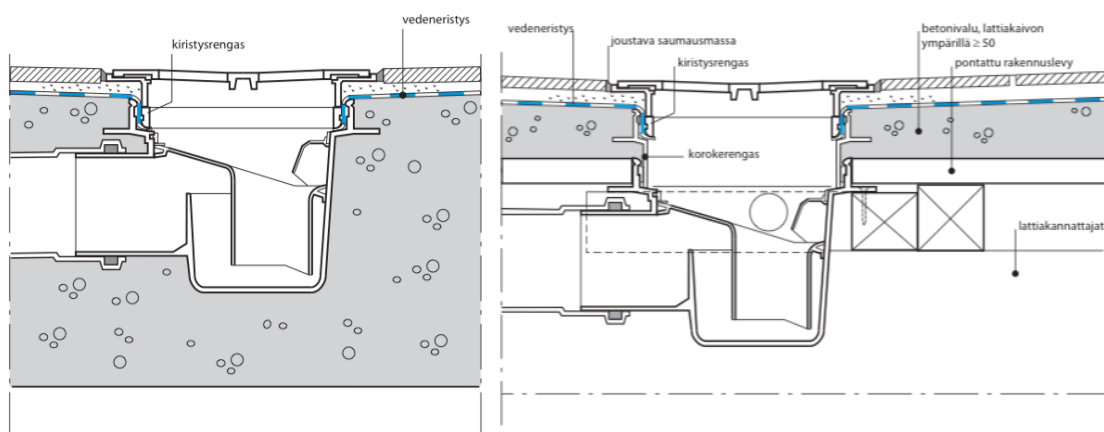
Vanliga skador som kan förekomma i våtrum är brister i det vattentäta skiktet som en följd av fogar som spruckit i plastmattor eller slarvigt utfört tätskikt bakom kakel. Brister i tätskiktet kan även uppstå vid felaktigt utförda genomföringar för bruksvattenledningar eller avloppsvatten, där genomföringen inte gjorts tillräckligt tät. Problem kan även uppstå om golvlutningen i våtrummet inte är tillräcklig och vatten tillåts bli stående. För att motverka att fuktproblem uppstår är det viktigt att varje arbetsmoment i ett våtrum utförs korrekt. (Sisäilmayhdistys, 2007)

4.2.1 Golv i våtrum

Vanliga golvmaterial i våtrum är plastmattor gjorda av PVC som sammanfogas, eller klinkers med bakomliggande tätskikt. Tätskikt som används bakom klinkers är ofta vätskebaserade, massabeläggning, bitumenbaserade, foliesystem eller vattenisolerande byggnadsskivor. Den som utför ett tätskikt bör ha ett ikraftvarande VTT-certifikat och tillräcklig kunskap. (RT 84-11166, 2014) De tätskikt som används bör klara den påfrestning

och belastning den utsätts för och dess livslängd bör vara tillräcklig med avseende på byggnadens användningsändamål. Om tätskiktet mellan golv och väggar inte utgör en helhet bör det vattentäta skiktet lyftas minst 100 mm längs väggen så att väggens tätskikt överlappar golvets, fogar i tätskiktet bör undvikas vid de mest utsatta områdena. (Finlands Byggbestämmelsesamling C2, 1998) Innan ett vattentätt tätskikt läggs på, bör underliggande konstruktion vara tillräckligt torr. I våtrum är det vanligt med underliggande betongkonstruktioner där byggfukten måste tillåtas torka tillräckligt, eftersom det vattentäta skiktet kommer att förhindra uttorkningen. Tätskiktet och golvbeläggningen bör vara i lutning mot golvbrunnen. Lutningen bör vara sådan att vatten utan hinder kan rinna ner i golvbrunnen, minst 1:100 och 0,5 m runt golvbrunnen 1:50. (RT 84-11166, 2014) Vid svåråtkomliga områden som till exempel under ett duschskåp eller badkar kan fallhöjden med fördel vara brantare så att inte vatten kan samlas. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 286-288)

Vid montering av golvbrunnar bör extra varsamhet vidtas eftersom det ofta kan uppstå komplikationer. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 286-288) Golvbrunnar bör fästas vid underlaget, i betongkonstruktioner är det vanligt att golvbrunnen gjuts fast. Golvbrunnen bör även placeras i nivå med ytan på den färdiga konstruktionen. Fogen mellan tätskiktet och golvbrunnen skall vara tät och klara av det vattentryck som kan uppstå om vattennivån stiger ovanför brunnen (*Figur 5*).



Figur 5 Exempel på hur golvbrunn i våtrum bör fästas i underlaget och i höjd med den färdiga ytan. Det vattentäta skiktet skall alltid föras ner i golvbrunnen. (Hämtat från: Rakennustieto, 2014)

Vid montering av golvbrunn bör alltid tillverkarens instruktioner följas. Vid användning av golvmatta bör mattan föras ner i brunnen, tätas och fästas med en ringkil. Vid användning av vattenbaserat tätskikt bör ett membran installeras runt golvbrunnen. (RT 60-10816, 2004) Genomföringar i golvets tätskikt får endast göras för avlopp och bör göras med lämpliga

förtillverkade anordningar. (Finlands byggbestämmelsesamling C2, 1998) Genomföringar för bruksvattenrör rekommenderas där fuktbelastningen är som minst. Rören kan sedan ledas till tappvattenställena utanpå konstruktionen. Detta förenklar även eventuella framtida saneringar. Ifall genomföringen görs där fuktbelastningen är hög bör prefabricerade lösningar användas och det kan även vara på sin plats med extra vattenisolering runt genomföringen. (RT 60-10816, 2004)

4.2.2 Väggar i våtrum

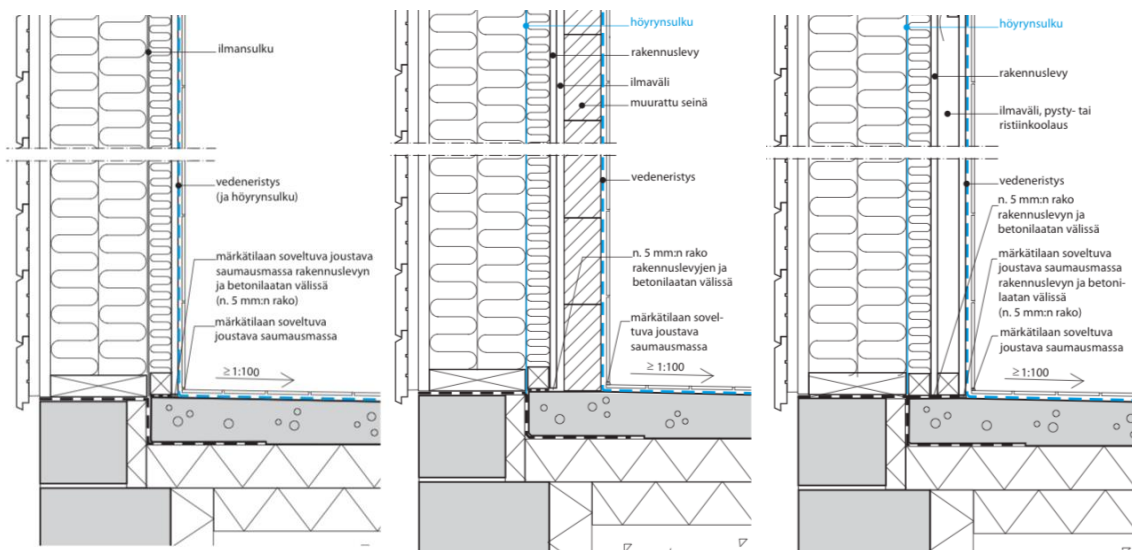
Som väggmaterial i våtrum kan det användas plastmattor eller klinkers, kakel, natursten med bakomliggande tätskikt. Med motsvarande krav som för golvet vattentäta skikt. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 288) Då en kakelvägg utsätts för vatten tränger vattnet in genom fogarna och gör fästbruket fuktigt. Uttorkningen av det fuktiga fästbruket kan endast ske genom diffusion tillbaka genom fogarna. Det innebär att uttorkningen kommer att ta en lång tid. Då utrymmet är i användning och det ständigt kommer att tillföras mera fukt måste man ur ett byggnadsfysikaliskt perspektiv utgå från att fästmassans relativa fuktighet alltid kommer att vara 100 %. Med detta faktum ställs stora krav på det vattentäta skiktet täthet. Ett slarvigt utfört tätskikt eller ett tätskikt som inte uppfyller kraven med avseende på användningsändamålet kommer leda till att fukt förr eller senare genom diffusion tar sig in i bakomliggande konstruktioner. (Samuelson, Arfvidsson, Hafentoft, 2007 s. 23)

Om våtrummet är placerat i byggnaden så att det är i kontakt med en yttervägg med isolering och reglar kan det uppstå en situation där material stängs in mellan två vattentäta skikt, det vill säga våtrummet vattentäta skikt och ytterväggens ångspärr. Om fukt ges möjlighet att ta sig genom det vattentäta skiktet från våtrummet kan det hos fukt känsliga material leda till fuktskada innan fukten hunnit torka. Det vattentäta skiktet kan ha olika ånggenomtränglighetsmotstånd, om motståndet hos tätskiktet är över 2 500 000 s/m kommer diffusion genom tätskiktet förhindras och bakomliggande material kommer inte att utsättas för fukt. Om ytterväggens fuktspärr däremot är placerad längre ut i väggkonstruktionen och ett mellanrum mellan våtrummet tätskikt och ytterväggens fuktspärr uppstår finns en ökad risk för fuktproblem vilket kräver en fuktsäker lösning. Två tätskikt innebär alltid en större risk för fuktproblem då även byggfukt kan stängas in i konstruktionen. (Arfvidsson, Harderup & Samuelson, 2017 s. 288–290)

En dusch i ett våtrum, som är placerad mot en vägg, bör alltid om det är möjligt placeras mot en innervägg istället för mot en yttervägg. På det sättet undviks den högsta fuktbelastning på konstruktioner med två tätskikt och fukten kan istället torka upp innan fuktproblem uppstår. Det är även möjligt att ytterväggens ångspärr byts ut mot en ångbroms (*Figur 6a*) med lägre ånggenomgångsmotstånd som tillåter en begränsad mängd fukttransport genom diffusion. Ångbromsen placeras endast vid den delen av ytterväggen som är i kontakt med våtrummet och skarvas till ångspärren. Denna lösning ger en fuktsäkrare konstruktion och tillåter uttorkning av eventuell fukt som kan uppstå mellan skikten. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 288–290)

Som byggnadsmaterial i våtrumets väggar bör det användas sådana material som klarar av fuktbelastningen. Vid dusch och tvättställen rekommenderas alltid om det är möjligt stenbaserade väggmaterial endera som stomme eller som en skild påbyggd konstruktion (*Figur 6b*). Väggen bör även vara tillräckligt styv med avseende på fuktbetingad rörelse. Om trästomme används bör reglarnas fördelning vara c300/400 med en styvare skiva som är avsedd för våtrum. (RT 84-11166, 2014) En träregelvägg i våtrum skall inte utsättas för direkt kontakt mot en betongplatta. Bottensyllen i träregelväggen bör höjas upp och förses med fuktbrytande skikt så att trädelar inte lämnas i betonggjutningen. (Finlands Byggbestämmelsesamling C2, 1998) Förr var det vanligt att man i våtrum använde sig av vanliga gipsskivor, något som bevisligen inte skall användas, eftersom skivan inte klarar av fuktbelastningen som uppstår. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 288-290)

I flerbostadshus är det vanligt att man placerar våtrum mot våtrum där duschplatser förekommer på vardera sida om en väggkonstruktion. Detta för att förenkla rördragningar för vattenledningar och avlopp. En sådan konstruktion medför alltid en ökad risk för fuktproblem eftersom väggkonstruktionen blir instängd mellan två täta skikt. Detta bör om möjligt undvikas eller konstrueras så att risken blir så liten som möjligt. (Arfvidsson, Harderup, Samuelson, 2017 s. 290)



Figur 6a Väggen ångspärr har bytts ut till ångbroms (Hämtat från: Rakennustieto, 2014)

Figur 6b Murad lättbetong med bakomliggande mellanrum för begränsad ventilation (Hämtat från: Rakennustieto, 2014)

Figur 6c Ventilerad luftspalt mellan våtrumets vattentäta skikt och väggen ångspärr (Hämtat från: Rakennustieto, 2014)

4.3 Källarvägg mot mark

Källarvägg mot mark kan vara platsgjuten betongvägg, element av lättbetong eller murad med lättbetongs block eller tegel. Konstruktionen är bärande och placeras ovanpå betongsyll, pälår eller pelare. Källaren kan vara helt eller delvis underjordisk. Värmeisoleringen kan placeras på utsidan, insidan eller inuti konstruktionen. Eftersom marken ur ett byggnadsfysikaliskt perspektiv har en relativ fukthalt på 100% bör källarväggen förses med ett kapillärbrytande skikt samt vattenisolering eller vattentrycksisolering. Vattenisoleringen kan placeras på yttre sidan av källarväggen som kommer i kontakt med mark eller på insidan av utvändig värmeisolering för att förhindra att markens fuktighet och yt- samt smältvatten att ta sig in i och skada konstruktionen. Om konstruktionen utsätts för vattentryck bör det finnas ett system för hur skadorna av ett eventuellt läckage minimeras. (Finlands Byggbestämmelsesamling C2, 1998)

Problem och risker som förekommer i källarväggskonstruktioner är brister i dräneringen och det kapillärbrytande skiktet, så att fuktbelastningen direkt mot konstruktionen blir hög. Skadad eller ingen vattenisolering hindrar inte fukt från att ta sig in i konstruktionen. Det är alltid större risk att placera värmeisoleringen på insidan av konstruktionen eftersom konstruktionen då kommer att bli kallare och fukten tillåts inte i samma utsträckning torka. (Sisäilmayhdistys, 2008)

4.3.1 Dränering av källarvägg mot mark

Byggnadens grund och källarväggar skall dräneras så att vatten genom kapillär fukttransport förhindras och så att fukt från grundvatten hålls på ett tillräckligt avstånd. Ytvatten eller vatten som tillkommer från tak runt byggnaden skall ledas bort från byggnaden och inte ner i byggnadens dränering. Markytan runt byggnaden bör på en sträcka av minst 3 meter ha en fallhöjd på 0,15 meter eller 1:20. Vatten från nederbörd skall ledas bort från byggnaden genom regnvattensystem. (Finlands Byggbestämmelsesamling C2, 1998)

4.3.2 Vattentrycksisolering

En källarvägg som befinner sig under grundvattenytan och inte i sig själv är vattentät bör förses med ett vattenisolerande skikt. Vattenisoleringen bör vara dimensionerad i enlighet med det vattentryck eller den högst antagna vattennivån som kan uppstå. Vattenisoleringen ska förhindra att vatten tränger in i konstruktioner och bör klara den påfrestning som orsakas av vattentrycket under hela byggnadens planerade livslängd. Vattenisoleringen måste även stå emot effekterna av andra påfrestningar så som marktryck, temperaturskillnader och den rörelse som uppstår i underlaget. Vattentrycksisoleringen läggs på vertikala och lodräta ytor på minst 300 mm över grundvattennivån och fästs ordentligt till underlaget. Alltid om det är möjligt görs genomföringar i en källarvägg ovanför vattenisoleringen. (RT 83-11032, 2011)

Tabell 5 Val av materialkombination vid olika vattentryck (Rakennustieto, 2011)

Vattentryck	Produktsammansättning av TL 2 och TL 1 av bitumen (Bitumenmaterial delas in i produktklasser enligt RIL 107-2012, TL1, TL2 och TL3 där TL1 har den högsta tätheten)
0...1m	TL2 + TL2, t.ex. kall bitumen KBL 20/100 +(om nödvändigt varm bitumen) + 2 x bitumenmembran
1...5m	TL2 + TL2 + TL2 (eller TL1), t.ex. kall bitumen KBL 20/100 +(om nödvändigt varm bitumen) + 3 x bitumenmembran
5...10m	TL2 + TL2 + TL2 + TL2 (eller TL1), t.ex. kall bitumen KBL 20/100 +(om nödvändigt varm bitumen) + 4 x bitumenmembran

5. MOTVERKANDE AV FUKTPROBLEM UNDER BYGGNADSPROCESSEN

Vi har idag kunskap om hur fukt inverkar på byggnader, hur fukt rör sig och vilka fuktrelaterade risker som kan uppstå under en byggnads livscykel. Detta, eftersom vi genom att undersöka äldre byggnader har fått fram viktig information och därav kunnat utveckla fungerande lösningar. Idag är det möjligt att redan i planerings- och byggnadsskede undvika sådana lösningar som medför allt för stora risker för framtida fuktskador. Det torde alltså vara möjligt att undvika att vi möts av samma problematik i framtiden där vi har allt för många fukt- och mögelskadade byggnader som idag (2018). (Hometalkoot, 2015)

Fuktsäkerheten i en byggnad påverkas av många beslut som görs under byggnadsprocessen. Därför bör alla som deltar i byggprocessen vara medvetna om konsekvenserna för slutprodukten. (Mjörnell, Arfidsson & Sikander, 2012) Ett systematiskt tillvägagångssätt till fuktsäkerhet under byggnadsprocessen är av stor vikt för att uppnå bästa möjliga slutresultat. Ett systematiskt tillvägagångssätt beaktar alla de risker relaterade till fukt och de konsekvenser som kan uppstå. (Pietrzyk, 2014)

I detta kapitel kommer de lagar, förordningar och anvisningar som finns tillgängliga gällande motverkande av fuktproblem att behandlas, samt hur man genom planering kan motverka fuktproblem. Under byggnadstiden är skyddande av material och konstruktioner samt fuktmätningar och tidtabell av stor betydelse för slutresultatet.

5.1 Lagar, förordningar och anvisningar

I markanvändnings- och bygglagen som trädde i kraft år 2000 finns de allmänna villkoren och de mest väsentliga kraven då det gäller byggande i Finland. Denna lag fungerar som det viktigaste styrmedlet för markanvändning och byggande samt planering. Närmare bestämmelser ges i Markanvändnings- och byggförordningen och miljöministeriets förordningar. I Finlands byggbestämmelsesamling finns även kompletterande föreskrifter och anvisningar. Dessa är dock inte bindande och även andra lösningar kan tillämpas, om de uppfyller de krav som ställs på byggandet (Miljöministeriet, 2017).

I markanvändnings- och bygglagen 117 c § (21.12.2012/958) nämns följande angående fukt under rubriken *Sunda byggnader*. ”Den som påbörjar ett byggprojekt ska se till att byggnaden på det sätt som användningsändamålet och miljöförhållandena förutsätter projekteras och uppförs så att den är sund och säker med avseende på inomhusluft, fukt, temperatur- och ljusförhållanden samt

vattenförsörjning. Byggnaden får inte vara sådan att hälsan äventyras på grund av föroreningar i inomhusluften, strålning, förorening av vatten eller mark, bristfällig hantering av rök, avloppsvatten eller avfall eller fukt i byggnadsdelar eller konstruktioner” (Markanvändnings- och bygglag (5.2.1999/132), 1999)

Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017) som trädde i kraft 1 januari 2018 som gäller planering och utförande, ges mer detaljerat de fukttekniska krav som ställs på nya byggnader men även utbyggnader, reparationer eller ändringar av en byggnads användningsändamål. Förordningen anger följande om byggnaders fukttekniska funktion. *”Vattenånga, vatten, snö eller is från inre och yttre fuktkällor får inte ta sig in i konstruktioner så att det orsakar skada”*. Förordningen ger även krav på fuktsäkerhet under byggnadstiden, så som krav på fuktsäkerhetsbeskrivning, fuktsäkerhetsplan, skydd av byggnadsprodukter och byggnadsdelar samt krav på uttorkning av fukt och byggfukt i konstruktioner.

Finlands byggbestämmelsesamling C2 från 1998 har utformats av miljöministeriet med stöd av § 13 i Byggnadslagen (557/89) och innehåller föreskrifter och anvisningar för hur byggnader skall utformas och planeras så att skador på grund av fukt kan undvikas. Här ges mer detaljerad beskrivning av hur olika konstruktionsdelar skall utföras för att fuktproblem skall undvikas så som till exempel anvisningar för byggnadens bottenbjälklag, ytterväggskonstruktioner och yttertak. (Finlands byggbestämmelsesamling C2, 1998) Under år 2018 kommer Finlands byggbestämmelser att ses över och omformas så att de överensstämmer med de ändringar som gjorts i Markanvändnings- och bygglagen som trädde i kraft år 2013. Målet med omarbetningen av byggbestämmelserna är att göra dem mer enhetliga och lättare att tillämpa, regleringen kommer även att minska i samband med omarbetningen. Under övergångsperioden får befintliga bestämmelser tillämpas fram till att nya bestämmelser publiceras. (Miljöministeriet, 2016)

Byggnadsmaterial och konstruktioner utvecklas hela tiden och därav finns även behovet av kontinuerlig uppdatering av anvisningar. I Finland finns det ett flertal organisationer som ger ut information och anvisningar för att främja ett gott byggande, exempelvis Rakennustieto (RT), Rakentamisen Laatu (RaLa) och Rakennusinsinööriliitto (RIL). Då det gäller byggnadsmaterial ger oftast även tillverkarna själva ut anvisningar för vilka ändamål deras produkter lämpar sig.

5.2 Planering av fuktsäkerhet

Då ett byggprojekt inleds är den som inleder projektet skyldig att göra upp en fuktsäkerhetsbeskrivning för projektet. I fuktsäkerhetsbeskrivningen bör ingå *”allmän information om byggprojektet, krav på fuktsäkerhet under projektets olika faser, förfaranden och åtgärder för att verifiera att kraven på fuktsäkerhet uppfylls samt information om de personresurser som anvisats för fuktsäkerhet”* enligt Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017) (2017). Det bör även i fuktsäkerhetsbeskrivningen ingå information om vem den person är som ansvarar och övervakar för fuktsäkerheten vid byggprojektet (Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017), 2017).

Då fuktsäkerhetsbeskrivningen är utförd är det sedan den ansvariga arbetsledarens uppgift att utforma en fuktsäkerhetsplan om hur det som framkommit i fuktsäkerhetsbeskrivningen kommer att beaktas. Planen ska även enligt miljöministeriets förordning om planer och utredningar som gäller byggande enligt § 15 (216/2015) innehålla uppgifter om hur byggnadsmaterial, byggnadsprodukter och konstruktionsdelar skyddas från nederbörd eller fukt som kan uppstå på byggnadsarbetsplatsen. Planen bör även innehålla information om de personer som på byggarbetsplatsen ansvarar för fuktsäkerheten i de olika byggnadsfaserna.

5.3 Skydd mot fukt under byggnadstiden






För att motverka framtida fuktproblem är det under byggnadstiden viktigt att material och konstruktioner inte utsätts för onödig fuktbelastning. Enligt miljöministeriets förordning § 14 (782/2017) är den person som i fuktsäkerhetsplanen nämns som ansvarig för respektive byggnadsfas ansvarig för att enligt förordningen *”se till att byggprodukter och sådana byggnadsdelar som är under konstruktion skyddas mot väta och smuts under lagringen på byggplatsen och under byggarbetet”*. Alla material, pågående och färdiga konstruktioner bör vara tillräckligt skyddade från fukt. Tillräckligt skydd baserar sig på hur fukttåligt ett material eller en konstruktion är för fukt.

5.3.1 Konstruktioner

Redan i beställningsskedet bör man fatta ett beslut om vilken skyddsnivå man vill ha för projektet. Man kan besluta att skydda hela byggnaden som helhet genom överbyggnad i form av tält eller så kan man besluta att man skyddar efter hand färdiga och pågående konstruktioner med hjälp av presenningar och tillfälliga skyddsstruktioner. Detta beslut är ofta baserat på kostnader, det kan till exempel vara mer kostnadseffektivt att utnyttja det pågående projektet som skydd det vill säga byggnadens fasad och tak. Om byggprojektet däremot är i ett byggnadsskede då detta inte är möjligt, till exempel grund- eller stomskedet är man tvungen att använda tillfälliga in täckningar och noga följa med väderrapporter. Det är dock värt att komma ihåg att ta bort vatten från en konstruktion oftast är dyrare än att skydda den (Ratu, 2013). Enligt Kuusela (2018) är en av utmaningarna med skyddande av konstruktioner att kunna beakta pågående och kommande arbetsmoment så att intäckningarna inte stör arbetet.

5.3.2 Byggnadsmaterial

Då byggnadsmaterial förvaras bör man sträva efter att materialet förvaras i samma miljö som det kommer att utsättas för i den färdiga byggnaden. Material bör aldrig förvaras direkt mot marken eller golv utan ovanpå en lastpall eller stöd trä för att skydda materialet från fuktigt underlag. (Kuusela, 2018) Om materialet täcks in med en presenning bör presenningen vara lutande och löst från materialet. Det är även viktigt att beakta att de skydds intäckningar material har då de kommer från fabriken sällan är ett tillräckligt bra skydd med avseende på fukt och det är därför viktigt att de skyddas ordentligt. Man bör sträva efter att ha så korta lagringstider som möjligt och redan i förväg planera hur materialet skall förvaras före det anländer till byggarbetsplatsen. (Ratu, 2013) Det kan även vara till fördel att använda sådana byggnadsmaterial som klarar av den fuktbelastning som uppstår utomhus utan att de behöver täckas in (Björklund, 2018)

Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parketit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
	Laastit			
	Runkopuutavara			
	Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)			
	Metalli-ikkunat ja -ovet			
	Kuivabetoni			
	Lämmöneristeet			
	Metallikasetit			
	Puuelementit			
	Betonielementit			
	Keramiikka, tiilet ja laatat			
	Raudoitteet			
	Metallivarusteet			
	Maa-ainekset			
	Kattotiilet			
	Ulkovarusteet			

Figur 7 Vilken miljö olika byggnadsmaterial bör förvaras i (Hämtat från: Ratu, 2013)

5.3.3 Uttorkning av konstruktioner

Många konstruktioner och material innehåller byggfukt som kan uppstå under tillverkningen eller under byggnadstiden. Torkningstiden beror på materialet och huruvida fukten kan orsaka fuktskador. Betongkonstruktioner är ett bra exempel på ett material som måste tillåtas torka före det kan täckas in. (Rakentamisen kosteudenhallinta, u.å.) Under byggnadstiden är den som ansvarar för ett visst byggnadsskede, även ansvarig för att säkerställa att fukt och byggfukt tillåts torka till en sådan nivå att fukten inte kan orsaka skada. Konstruktionen eller materialet som täcks in med en påbyggnad eller beläggning som fördröjer uttorkningen får inte ha en sådan fuktnivå att det kan uppstå fuktproblem. För att säkerställa att inte fuktskador kan uppstå bör därför fuktmätningar göras (Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017), 2017).

5.4 Fuktmätning

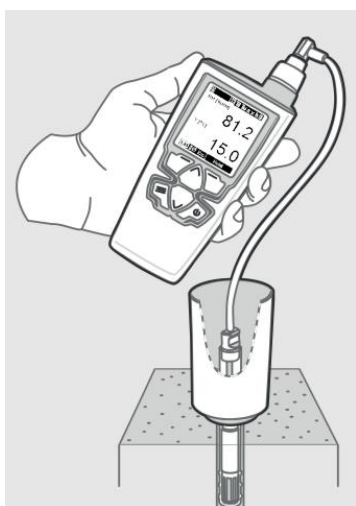
Syftet med fuktmätning är att ta reda på hur mycket fukt det finns i ett byggnadsmaterial eller en konstruktion. Detta, för att under byggnadstiden följa med uttorkningen av byggfukt och för att ta reda på om ett material eller konstruktion kan beläggas eller täckas in. Fuktmätningar kan även göras för att ta reda på fördelningen av fukt om det föreligger orsak att tro att en fuktskada uppstått. Fuktighet mäts vanligtvis i betong och sten baserade material genom borrhålsmetoden eller provbitsmetoden. Det är även möjligt att mäta ytfuktighet och absolut fuktighet, men dessa metoder är mer osäkra. De flesta elektroniska mätinstrumenten mäter relativ luftfuktighet baserat på elektrostatisk kapacitans och består av en fuktighetsdetektor eller mätprobe samt en mätanordning. (RT 14-10984, 2010)

Borrhålsmetoden kan användas för att mäta en betongkonstruktions relativa fuktighet. Fuktmätningar kan påbörjas då byggnadens stomme, fönster och yttertak är på plats och byggnaden är tät samt då uppvärmning av byggnaden har påbörjats. Byggnadens temperatur bör vara så nära som möjligt byggnadens normala förhållanden. Mätpunkterna består av ett flertal borrhål på sådana platser där fuktmängden kan antas vara störst, vanligtvis är dessa punkter i korridorer och vid fogar. För att få tillförlitliga resultat bör 2–4 mätpunkter tas i varje rum. Vid uppföljning räcker en mätpunkt i varje rum för att kunna fatta ett beslut om att utföra ytbeläggning eller intäckning. Mätpunkten består av minst två parallella hål av samma djup på ett avstånd av mellan 1 och 3 m. Bedömningsdjupet är baserat på tjockleken på konstruktionen och hur uttorkningen kan ske. Om konstruktionen tillåts att torka upp i båda riktningarna är djupet 20 % av konstruktionens tjocklek och om konstruktionen endast tillåts att torka upp i en riktning är djupet 40 % av konstruktionens tjocklek. Vid mätpunkten bör det även tas ett borrhålsprov vid ytan av betongen på ett djup av 0–10 mm eller 20–30 mm för att kunna få fram fördelningen av fukten i konstruktionen. Då hålen är färdigt borrade och på rätt djup bör de putsas så att damm avlägsnas. I hålet läggs sedan ett plaströr som tätas så att luft från omgivningen inte kan ta sig in i röret eller det borrhålet. Före mätningen kan utföras krävs det att fukten i röret balanseras med fukten i betongen. Detta tar vanligtvis ungefär tre dygn. Då betongen och luftfuktigheten i röret nått jämvikt kan mätning utföras (RT 14-10984, 2010 ; Raknetamisen kosteudenhallinta, u.ä.).

Provbitsmetoden utförs genom att man genom borrar, pikning eller sågning tar ut en provbit ur en betongkonstruktion. Urtagningen bör ha en diameter på 50–100 mm, eventuellt större om betongens kornstorlek är över 16 mm. Bästa resultatet fås om det samtidigt tas provbitar från minst två olika mätpunkter på olika djup. Provbitarna läggs sedan i ett provrör

vanligtvis av glas tillsammans med en mätprobe. Provröret tätas sedan så att luft från omgivningen inte kan ta sig in i provröret. Betongen varifrån provbiten tas behövs inte nödvändigtvis vara i rumstemperatur utan det är möjligt att ta provbitar från betong som är mellan -20 till 80 grader. Under utjämningsstiden bör provrören förvaras i rumstemperatur. Utjämningsstiden är beroende av vilka förhållanden betongen varit utsatt för men tar vanligtvis ca. 12 timmar. (RT 14-10984, 2010)

Det är även möjligt att mäta fuktkvoten i träbaserade material. Torrviktsmetoden är den metod som ger det bästa resultatet i detta fall. Metoden innebär att en provbit vägs först då den är fuktig och sedan efter att den torkats ut i en 103 grader varm ugn. Av resultaten kan sedan fuktkvoten räknas ut. Det går även att mäta fukten i virke med hjälp av en resistansmätare där två isolerade hammarelektroder slås in i virkesstycket (Träguiden, 2003).



Figur 8 Fuktmätning genom borrhålsmetoden (Bild hämtad från: Vaisala)

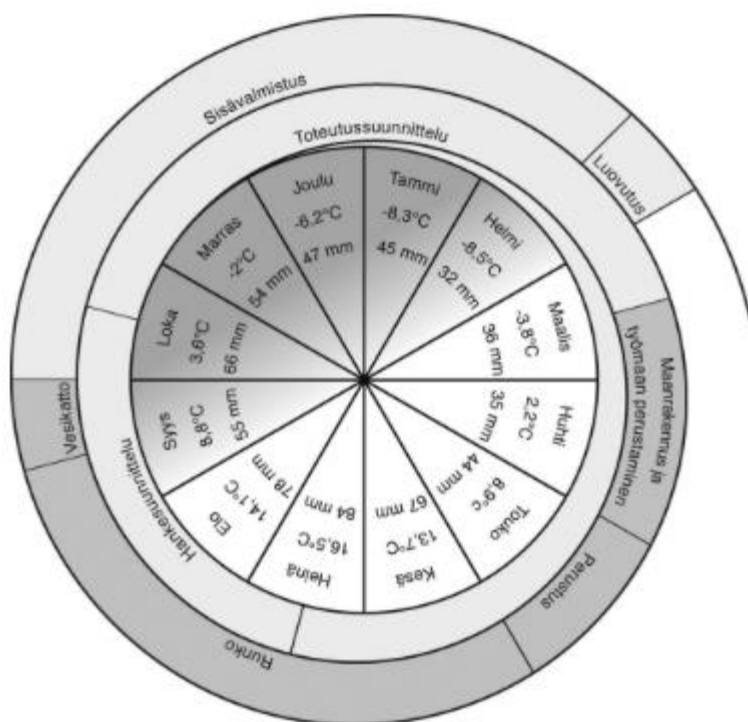
5.5 Tidtabell

Tidtabellen är mycket viktig faktor för att motverka fuktproblem. Projektets omfattning beror på hur länge planeringsstadiet och till exempel bygglovsansökan kommer att pågå. Byggnadstiden varierar däremot på arbetsplatsens förhållanden och valda byggnadsmetoder. Planering och byggande bör ges tillräckligt med tid för att det skall kunna utföras fuktsäkert.

En byggnad är som känsligast för fukt under stomskedet innan taket och fasaden är täta och värmen påslagen. (Björklund, 2018) Därav är det ide, att sträva efter att grund- och stomarbeten utförs under årets torraste månader. På grund av planeringstiden och överlåtelsesdatum är detta inte alltid möjligt och man kan istället vara tvungen att använda intäckningar, torkning och uppvärmning för att säkerställa att fukten inte leder till problem.

Detta bör även beaktas i tidtabellen så att tillräckligt med tid ges för intäckningar och torktider av såväl fukt från omgivningen som byggfukt. I tidtabellen bör även beaktas att det på grund av väderförhållanden inte alltid är möjligt att utföra de planerade arbetsmomenten. Byggnadsmetoder skiljer sig åt under olika årstider och till exempel om man väljer att flytta byggstarten från augusti till oktober kommer det att uppstå en hel del tilläggsarbete på grund av väderförhållandena. Därav kan det från beställarens sida även vara ide att ställa krav på tidtabellen så att projektet kan utföras så kostnadseffektivt som möjligt. (Ratu, 2013) I Figur 9 visas under vilken årstid det lönar sig att utföra olika byggnadsskeden för att kunna göra byggnadsprocessen så kostnadseffektiv som möjligt.

Till planeringen bör även reserveras tillräckligt med tid så att både konstruktionsplaneringen och produktionsplaneringen kan utföras med hänsyn till fuktsäkerhet. Fel planerade konstruktionslösningar kan ställa till problem för tidtabellen i byggnadsskedet (Björklund, 2018). I sina gemensamma möten bör även beställaren presentera sina krav på fuktsäkerhet och vilka fuktsäkerhetsmetoder som kommer att användas vid projektet. (Rakentamisen kosteudenhallinta, u.å.)



Figur 9 Olika byggnadsmoment under byggnadsprocessen (Hämtat från: Ratu, 2013)

6. KUIVAKETJU10

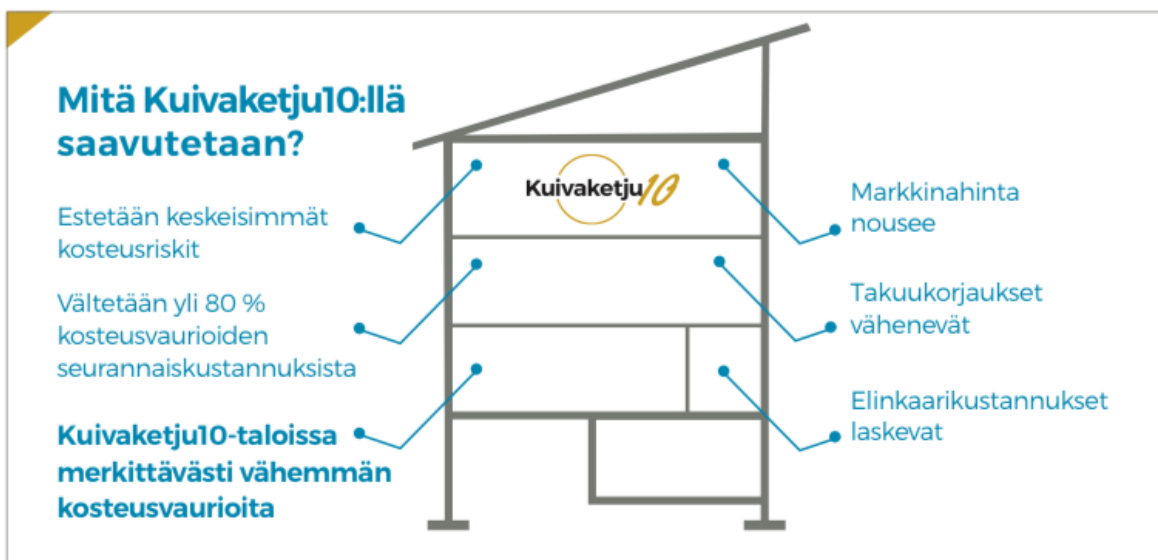
Kuivaketju10 (*rakt översatt till svenska: Fuktkedja10*) är en ny funktionsmodell som skall motverka fuktproblem under byggnadsprocessen. Fukthanteringen är presenterad som en kedja där alla parter i en byggnadsprocess är delaktiga: beställare, planerare, entreprenörer och användare. Grunden i modellen bygger på Kuivaketju10:s lista med risker (*se: Figur 10*) och dess förverkligandedirektiv. Rikslistan innehåller tio väsentliga risker som förekommer i finska byggnader, vars hantering täcker över 80 % av de följdkostnader som vanligtvis uppstår på grund av fuktskador. Det bör dock noteras att modellen inte täcker alla risker som förekommer under byggnadsprocessen utan det kan finnas behov att lägga till ytterligare risker beroende på projektet. (Kuivaketju10, 2017)

1. Fukt från byggnadens utsida skadar byggnadens golv och grundkonstruktioner	6. Läckage i vattenrör orsakar stora vattenskador i byggnaden
2. Regnvatten tränger in i ytterväggskonstruktioner	7. Dåligt utfört tätskikt i våtrum skadar de omkringliggande konstruktionerna
3. Vatten som tagit sig genom byggnadens yttertak till undertaket läcker till övre bjälklaget	8. Beläggning på fuktiga betongkonstruktioner leder till att beläggningsmaterialet skadas
4. Fuktig luft tar sig genom läckage i ångspärren till yttervägg- och takkonstruktioner där det kondenseras till flytande vatten	9. Material och konstruktioner som utsatts för fukt skadar byggnaden
5. Fel uppmätt och inställd ventilation tar inte bort överlopps fukt utan tvingar istället in den i konstruktioner	10. Dåligt underhållen byggnad, sönderfaller långsamt men säkert

Figur 10 De tio punkter som är grunden i fuktsäkringsmodellen (Hämtat från: Kuivaketju10, 2017)

Fuktsäkringsmodellen får sin start från att ett företag eller beställare, som skall genomföra ett byggnadsprojekt, fattar ett beslut om att fuktsäkringsmodellen skall användas under byggnadsprocessen. Om det är frågan om en offentlig upphandling bör det framgå i upphandlingen att man kommer att använda sig av modellen i projektet. Genom beslutet binder man sig till att redan i början av projektet utse en fuktkoordinator (fin. *kosteuskoordinattori*) vars uppgift i projektet är att övervaka och handleda så att fuktkedjan kan verkställas under hela byggnadsprocessen. (Kuivaketju10, 2017)

För planerarna innebär modellen att de måste gå igenom listan med risker och sedan bekräfta att riskerna har beaktats i planeringen. Entreprenörens uppgift blir sedan att förverkliga planerna samt verifiera och dokumentera att de risker som förekommer under byggnadsproduktionen beaktas. Som hjälpmedel har man publicerat en Excel-botten som skall fungera som förverkligande anvisningar (fin. *tođentamisohe*) för såväl planerarna som för entreprenören. Fuktkoordinatorns uppgift är sedan att försäkra sig om och godkänna att detta utförs korrekt men även att handleda under byggnadsprocessen. (Kuivaketju10, 2017)



Figur 11 Vad uppnås genom fuktsäkringsmodellen (Hämtat från: Kuivaketju10, 2017)

6.1 Bakgrund

Fuktsäkringsmodellen har utvecklats genom ett samarbete mellan Byggnadstillsynen i Uleåborg och huvudstadsregionen, RT (Rakennustieto), RALA (Rakentamisen Laatu), RAKLI (Rakennusliito) SKOL, RTY (Rakennustarkastusyhdisys) och Miljöministeriet som alla bidragit med expertis. (Miljöministeriet, 2017) Modellen är ett svar på den skrivelse som riksdagen gav år 2012 innehållande 14 punkter, ur vilka det framkom att något måste göras för att motverka den växande fuktproblematiken vid offentliga byggen. (Kaski, 2017)

Modellen är därmed ett svar på de framtida och delvis nutida krav från myndigheterna som ställs på byggbranschen. Målet med fuktsäkringsmodellen är att framställa en modell som skall vara lätt att använda och fungera för alla aktörer i byggnadsprocessen. (Seppälä & Saari, 2017) Enligt miljöministeriet (2017) har byggnadstillsynerna i tio av de största städerna i Finland bundit sig till att stegvis kräva att fuktsäkerhetsmodellen tillämpas vid nybyggnad. Om fukthanteringen under byggnadsprojektet utförs i enlighet med

rekommendationerna ges goda förutsättningar för hälsosamt och säkert byggande. Man hoppas därmed att hela branschen tar modellen i användning. Man påpekar även att man genom modellen inte vill åstadkomma mera byråkrati i byggnadsprocessen utan istället gemensamt förbättra förhållningssättet till fukthantering. (Miljöministeriet, 2017)

I Sverige finns det en motsvarande modell, *ByggaF*, som Mjörnell, Arfvidsson och Sikander (2012) presenterar som en framgångsrik modell som har som mål att bli en branschstandard i Sverige.

6.2 Beställare

Då beställaren fattat beslutet om att fuktsäkerhetsmodellen skall användas vid projektet binder sig beställaren till att utse en fuktkoordinator. I projekt av sedvanlig svårighetsklass kan beställaren själv fungera som koordinator fram till att planeringen påbörjats. I bilaga 3 ges mera information om fuktkoordinators behörighetskrav och uppgift. Ifall projektet är en offentlig upphandling bör det ingå i offertbegäran att projektet kommer att fungera enligt fuktsäkringsmodellen. I de avtal som beställaren sedan gör med planeraren och entreprenören bör det framgå krav på att modellen skall användas. Beställarens uppgift är även att ge en realistisk tidsplan för varje delmoment av projektet, det vill säga planeringen, utförande och ibruktagande. Hela tidsplanen bör sedan utvärderas ur ett fukttekniskt perspektiv en första gång tillsammans med fuktkoordinatören. Tidtabellen bör även i ett senare skede utvärderas tillsammans med planeraren och entreprenören. I tidtabellen bör det beaktas byggnadsmetoder, byggarbetsplatsen, materialval samt arkitekt- och konstruktionslösningar. En realistisk tidtabell kommer göra det svårare att lyckas med fuktsäkringsmodellen. Beställaren bör även reservera en belöning för planerarna och entreprenören som kan utbetalas om projektet lyckas i enlighet med fuktsäkringsmodellen. (Kuivaketju10, 2017)

6.3 Planering

I planeringsskedet berör fuktsäkringsmodellen alla de som deltar i planeringen av projektet, det vill säga arkitekten, konstruktören, vvs-planeraren och el-planeraren. Var och en av dem måste gå igenom det förverkligande dokumentet, som är avsett för planering. I dokumentet är de tio riskerna presenterade och hur dessa undviks. Planerarnas uppgift är därmed att reda ut hur detta skall kunna tillämpas på det specifika projektet. Samarbetet mellan planerarna är viktigt eftersom riskerna kan beröra flera parter. Riskpunkter får endast lämnas bort om

de inte på något sätt berör projektet, dock bör det noteras att punkterna är uppdelade i flera undergrupper. Med hjälp av de specifika risker som kan påträffas i projektet bör sedan en slutlig lista med risker och utförande hur dessa undviks utformas, som sedan godkänns av fuktkoordinatören. Målet med utredningen är även att vid behov kunna utforma extra ritningar och beskrivningar för varje riskmoment. Riskerna och åtgärderna bör sedan ingå i entreprenörens checklista som utformas av planerarna. Avsikten är dock inte att måsta göra upp en ny lista för varje nytt projekt, utan att listan kunde användas som underlag och utgångspunkt för ett flertal projekt. I slutskedet av planeringen bör sedan alla delaktiga planerare tillsammans med fuktkoordinatören och entreprenören gå igenom planerna och bedöma om de är genomförbara. I detta skede kan man även fatta ett beslut om att det finns ett behov av flera ritningar eller utredningar för att kunna undvika riskerna. Beroende på projektets svårighetsklass kan planerarnas uppgift att i samarbete med fuktkoordinatören, vara att presentera planerna till entreprenörens arbetsplatsorganisation. (Kuivaketju10, 2017)

6.4 Byggande

Under byggnadstiden är det huvudentreprenören som är huvudansvarig för att fuktsäkringsmodellen utförs och att säkerställa att arbetet utförs i enlighet med fuktsäkringsmodellen. Huvudentreprenören skall för alla underentreprenörer och alla som arbetar på projektet presentera fuktsäkringsmodellen. I presentationen bör åtminstone grunderna i modellen, planerna för förverkligande samt entreprenörens granskningslista presenteras. Arbetarna bör även ges tillräckligt information om de specifika arbetsmomenten de kommer att utföra så att arbetsmomentet kan utföras korrekt. Entreprenörens huvuduppgift i fuktsäkringsmodellen är att verifiera och dokumentera arbetets framgång i enlighet med de förverkligande instruktioner som utarbetats av planerarna och ingår i entreprenörens checklista. Entreprenörens checklista listar de arbetsrelaterade riskerna som måste verifieras och dokumenteras efter att arbetsmomentet utförts. Genom dokumentationen säkerställer man att arbetet utförts korrekt och vid rätt tidpunkt. Ansvar för dokumentationen och säkerställande av utförande bör tilldelas en person som godkänns av fuktkoordinatören. Den ansvarige personen är ansvarig från huvudentreprenörens sida att säkerställa att arbetet framskrider i enlighet med checklistan. Den ansvarige personen måste därmed ges tillräckligt med resurser för att kunna utföra sin uppgift. (Kuivaketju10, 2017)

6.5 Ibruktagande

Ibruktagande kan delas upp i två faser med avseende på fuktsäkringsmodellen. I den första fasen fortsätter entreprenörens uppgift med att verifiera och dokumentera att de risker som ingår i entreprenörens checklista och som är specifika riskpunkter relaterade till ibruktagandet utförs. I den andra fasen utvärderas slutligen hur bra fuktsäkringsmodellen lyckats. Utvärderingen bör grunda sig på fuktkoordinators uppföljning och dokumentering samt entreprenörens checklista och dokumentering. Om någon risk inte lyckats undvikas bör man i detta skede göra upp en plan för hur detta skall åtgärdas. Då rapporten är klar och undertecknad av beställaren, fuktkoordinatör, planerarna och entreprenören kan RALA (Rakentamisen Laatu) bevilja projektet Kuivaketju10 status för ett lyckat projekt som har fyllt kraven. (Kuivaketju10, 2017)

6.6 Användning

För att en byggnad skall hållas torr och hälsosam under hela sin livstid ställs även krav på byggnadens underhåll. Fuktkoordinatör bör tillsammans med planerarna och entreprenören utforma en del av byggnadens servicebok där fuktsäkringsmodellen lyfts fram. Där de risker som är förknippade med användning av byggnaden bör framgå, samt hur underhållet skall utföras för att undvika riskerna. I avsnittet bör även ingå de instruktioner som materialtillverkarna ger ut. Under användningstiden dokumenteras de åtgärder som utförs på samma sätt som för entreprenören under byggnadstiden. För att behålla statusen som Kuivaketju10 byggnad bör besiktningar göras första gången då byggnadens garantitid går ut, vilket vanligtvis är två år och efter det med fem års mellanrum. (Kuivaketju10, 2017)

6.7 Kostnader

Kostnaderna för projektet kommer att öka med några procent i och med fuktsäkringsmodellen. Detta på grund av tillägsarbete för både planerare i form av extra utredningar, ritningar och beskrivningar och för huvudentreprenören i form av fukthantering, uppföljning och dokumentering. Detta bör beaktas då det i offertförfrågan framgår att fuktsäkringsmodellen kommer att tillämpas. Kostnaderna för fuktkoordinators arbete kommer att falla på beställaren. (Seppälä & Saari, 2017 ; Kuivaketju10, 2017)

Målet med modellen är dock att man genom säkerställande av fuktsäkerhet skall kunna undvika onödiga reparationskostnader och garantiarbete. Man hoppas även kunna höja på byggnadens marknadsvärde genom att den tilldelas ”Kuivaketju10” status. Modellen i sig är

gratis för vem som helst att använda och man hoppas att genom en färdig modell få ner kostnaderna istället för att alla aktörer i branschen skall producera egna modeller för fukthantering. Totalkostnaderna sett ur ett längre perspektiv förväntas därmed gå jämnt ut. (Seppälä & Saari, 2017)

6.8 Skillnader till nuvarande metoder

Enligt Miljöministeriets förordning om Byggnaders fukttekniska funktion (782/2017) 12 § finns det krav på att den som påbörjar ett byggnadsprojekt måste se till att en fuktsäkerhetsbeskrivning görs upp för projektet. I och med att man fattat ett beslut om att fuktsäkerhetsmodellen används på projektet behövs inte en separat utredning i form av en fuktsäkerhetsbeskrivning göras utan det räcker med att man meddelar att man kommer att använda ”Kuivaketju10” och därmed även utse en fuktkoordinator för projektet. Som fuktsäkerhetsbeskrivning kommer istället fuktsäkerhetsmodellens slutliga lista med risker att användas. De krav på fuktsäkerhetsplan 13 § i Miljöministeriets förordning om byggnaders tekniska funktion som den ansvariga arbetsledaren skall göra upp ersätts därmed också av de planer som ingår i fuktsäkerhetsmodellen. (Seppälä & Saari, 2017)

Den fuktsäkerhetsbeskrivning som beställaren använder som utgångspunkt för tillfället är utförd som ett Excel-botten (*se bilaga 2*) och är uppgjord i enlighet med kvalitetsledningssystemet ISO 9001:2008. I fuktsäkerhetsbeskrivningen görs en kartläggning av de risker som kan uppstå under projektets olika byggnadsmoment. Det ingår även en beskrivning på hur fukthantering, fuktmätning, uttorkningstider och dokumentation skall utföras.

Kuivaketju10 använder sig också av en Excel-botten (fin. *tođentamisohje*) (*se bilaga 2*) som är gemensamt för entreprenören och planerarna. I Excel-botten finns uppställt de tio risker som är utgångspunkten för fuktsäkringsmodellen och bör tillföras punkter och bearbetas så att den är anpassad för det specifika projektet. Kuivaketju10 täcker på motsvarande sätt som beställarens fuktsäkerhetsbeskrivning de risker som kan uppstå under byggnadsprocessen. Dock är fokus i Kuivaketju10 mera på detaljerad beskrivning och dokumentation av varje riskmoment än den fuktsäkerhetsbeskrivning som beställaren använder sig av för tillfället. Dokumentationen av riskmomenten framgår ur Excel botten och görs genom bilder och mättdagböcker, det bör även samtidigt ingå datum då dokumentationen är gjord och namn på den som ansvarar för dokumentationen. (Kuivaketju10, 2017)

Fuktkoordinatören är även en ny aktör som tillkommer i byggnadsprocessen i och med fuktsäkringsmodellen. Fuktkoordinatören utses av beställaren, fuktkoordinatören bör vara en utomstående och oberoende aktör med tillräcklig kunskap om fuktsäkerhet. Fuktkoordinatörens huvuduppgift är att övervaka och handleda så att projektet utförs i enlighet med fuktsäkringsmodellen. (Kuivaketju10, 2017)

I och med fuktsäkringsmodellen hoppas man på ett större samarbete mellan de olika aktörerna i byggnadsprocessen än tidigare. Det vill säga mellan beställare, planerare och entreprenör men även ett större samarbete på själva arbetsplatsen så att fuktsäkerhet kan bli ett gemensamt mål för alla som arbetar på projektet. (Kuivaketju10, 2017)

7. SAMMANFATTNING OCH RESULTAT

En förutsättning för att kunna motverka fukt i byggnader och konstruktioner är att känna till hur fukt rör sig och varifrån fukten kommer, det vill säga fuktkällor. Fukten kan komma in i byggnaden som vattenånga i luften, nederbörd, markfukt, byggfukt eller från ett läckage. (Hagentoft, 2002 s.128) Fukttransport kan ske både i vätskeform, kapillärt och genom tyngdkraft eller som ånga genom diffusion och konvektion. För att fukt skall kunna transporteras krävs det att det finns någon form av drivkraft t.ex. skillnader i temperaturen, fukthalt, ånghalt eller lufttryck. Fukttransport i material och konstruktioner pågår hela tiden och kan pågå såväl i samma riktning som i motsatt riktning samtidigt. (Nevander & Elmarsson, 2006 s. 256)

Material strävar alltid efter jämvikt med sin omgivning. Material kan uppta fukt från omgivningen, avge fukt till omgivningen eller befinna sig i jämvikt med sin omgivning. (Nevander & Elmarsson, 2006 s. 241) Materialet binder fukt både kemiskt och fysikaliskt, fysikaliskt fukt binds i ihålligheter och luftporer hos materialet. (Burström, 2007 s. 61). Om ett material överskrider den kritiska fukthalten kommer negativa förändringar hos materialet att uppstå och risken för permanenta skador i materialet ökar. Den kritiska fukthalten varierar i stor grad mellan olika material men de negativa konsekvenserna av fukten i materialet ökar vanligtvis i följd med hur mycket det kritiska fuktillståndet överskrids (Ejner & Nilsson, 2008). Enligt Burström (2007, s. 81) är fukt den vanligaste orsaken till skador hos material och konstruktioner. De skador som uppstår i materialet kan vara biologiska nedbrytningar, fysikaliska nedbrytningar, kemiska nedbrytningar eller missfärgningar. (Samuelson, Arfvidsson & Hagentoft, 2007 s. 133) Vid val av material bör man välja ett sådant material eller kombination av material som uppfyller de krav som ställs på materialet med avseende

på den fuktbelastning som kan uppstå. Men man bör även beakta de kostnader som uppstår i förhållande till kvalitén på slutprodukten (Burström, 2007 s. 524). Fuktskador kan uppstå i så gott som alla konstruktioner, dock har vissa konstruktioner större risk än andra att drabbas av fuktskador. I detta arbete har massiva platta tak, våtrum och källarväggar mot mark behandlats som riskkonstruktioner. För att motverka att det uppstår fuktproblem i dessa konstruktioner bör extra uppmärksamhet ges både vid planering och utförande. (Hometalkoot, 2012)

All form av byggande i Finland styrs av staten och myndigheter. I Markanvändnings- och bygglagen finns de allmänna villkoren och de mest väsentliga kraven då det gäller byggande. Denna lag fungerar som det viktigaste styrmedlet för markanvändning, byggande samt planering. Närmare bestämmelser ges i Markanvändnings- och byggförordningen och Miljöministeriets förordningar. I Finlands Byggbestämmelsesamling finns även kompletterande föreskrifter och anvisningar. (Miljöministeriet, 2017)

I planeringsskedet bör hänsyn till fuktsäkra lösningar tas såväl i arkitektplanering, som i konstruktions- och produktionsplaneringen. Lösningar som medför allt för stora risker bör undvikas. Tidtabellen kan även ha en avgörande inverkan inte bara på fuktsäkerheten, utan även på kostnaderna. (Raknetamisen kosteudenhallinta, u.å.) Under byggnadstiden är fukthantering på byggarbetsplatsen viktigt. Material och konstruktioner bör täckas in ordentligt och skyddas från nederbörd, markfukt, fuktig luft och fukt som kan uppstå under byggnadstiden. Byggfukt i material eller konstruktioner måste tillåtas att torka upp innan de täcks in eller byggs in i någon konstruktion. Torkningstiden beror på materialet och huruvida fukten kan orsaka fuktskador. För att följa upp uttorkningen i byggnadsskedet, eller om det föreligger orsak att tro att en fuktskada har uppstått bör fuktmätningar utföras. (Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017), 2017) Fuktsäkerheten i en byggnad påverkas av många beslut som görs under byggnadsprocessen. Alla som deltar i processen bör vara medvetna om konsekvenserna för slutprodukten. Enligt Mjörnell, Arfidson och Sikander (2012) är kommunikation mellan alla som deltar i byggnadsprocessen viktigt för att uppnå bästa möjliga slutresultat.

Kuivaketju10 är en ny funktionsmodell som skall motverka fuktproblem under byggnadsprocessen. Fukthanteringen är presenterad som en kedja där alla parter i byggnadsprocessen är delaktiga, från beställare, planerare, entreprenörer och användare. Som utgångspunkt i modellen används en lista med risker samt förverkligande direktiv. (Kuivaketju10, 2017)

Som en bilaga (se *bilaga 3*) till detta arbete har en manual som behandlar Kuivaketju10 utarbetats, avsedd för beställaren. I bilagans inledande kapitel presenteras vad Kuivaketju10 är samt avsikten och bakgrunden till varför modellen utvecklats. En av de största förändringarna i fukthanteringen i och med den nya fuktsäkerhetsmodellen är fuktkoordinatören. I bilagan redogörs för hur fuktkoordinatören skall utses samt fuktkoordinatörens behörighetskrav och uppgift. För huvudentreprenören innebär fuktsäkerhetsmodellen att huvudentreprenören skall utse en person som på byggarbetsplatsen är ansvarig för fuktsäkerhetsmodellens genomförande. Den utsedda personens uppgift är att säkerställa att fukthanteringen på byggarbetsplatsen lyckas samt att godkänna och dokumentera varje arbetsmoment innehållande risker. Alla de som arbetar på projektet bör introduceras till grunderna i modellen samt de förverkligande direktiv som utarbetats. På arbetsplatsmöten bör man även regelbundet kritiskt gå igenom hur arbetsmoment innehållande risker lyckats samt hur kommande arbetsmoment innehållande risker kommer att genomföras. (Kuivaketju10, 2017)

8. DISKUSSION

Syftet med detta arbete var att göra en fördjupad litteraturstudie om fukt och dess inverkan på material och konstruktioner och hur man under byggnadsprocessen kan undvika framtida fuktproblem. Utöver detta var även syftet att ta fram en manual med grundinformation angående fuktsäkerhetsmodellen Kuivaketju10 för att ge förutsättningar för beställaren att kunna implementera metoden i sin verksamhet. Litteraturen baserar sig på tidigare forskning och de publikationer som gjorts. Litteraturen som användes har varit så väl inhemsk, som utländsk. Utöver litteratur utfördes två interjuver med yrkeskunniga inom branschen. Detta för att få en bättre uppfattning om hur fukthantering på byggarbetsplatsen utförs för tillfället. Syftet med intervjuerna var även att kunna kartlägga behovet av Kuivaketju10 som fuktsäkringsmetod samt för att få fram behovet av information angående metoden. Genom intervjuerna konstaterades att behov av ytterligare information angående fuktsäkringsmodellen finns.

Informationen som sammanställts i detta arbete och dess bilaga kommer enligt behov att användas hos beställaren inom byggnadsproduktionen. Informationen kan med fördel användas vid produktion av nya byggnader där fuktsäkerhetsmodellen Kuivaketju10 tillämpas. Dessutom kan informationen även användas vid både konstruktionsplanering och produktionsplanering då arbetet lyfter fram viktig information som berör hela byggnadsprocessen.

Detta examensarbete går att vidareutveckla inom många områden. För att avgränsa arbetet behandlas endast några av de vanligaste byggnadsmaterialen som används i Finland, information om många andra byggnadsmaterial ur ett fukttekniskt perspektiv kunde ytterligare sammanställas. Riskkonstruktionerna som tas upp är de som var av störst intresse för beställaren och täcker långt ifrån alla de riskkonstruktioner som finns i en byggnad. Bilagan som behandlar Kuivaketju10 kunde med fördel översättas till finska eftersom många inom beställarens företag inte behärskar det svenska språket. Bilagan kunde även vidareutvecklas allt efter att fuktsäkerhetsmodellen börjat användas i större utsträckning och mera information och erfarenheter finns tillgängliga.

Personligen har arbetet gett mig en djupare förståelse för hur fukt påverkar material och konstruktioner. Dessutom har de olika lagarna och anvisningar som tas upp i arbetet gett mig en bredare syn på hur fukthantering utförs under byggnadsprocessen. Fuktsäkringsmodellen Kuivaketju10 är en ny modell inom branschen och kommer troligtvis i framtiden användas i större utsträckning. Jag tror att jag kommer att ha stor nytta av att ha kunskap angående modellen i min framtida karriär inom branschen. Som slutsats kan jag konstatera att utförandet av detta examensarbete varit intressant och lärorikt. Skrivprocessen har lärt mig att tänka kritiskt och gett mig kunskap om hur man hittar tillförlitlig information och att skriva vetenskapligt.

Litteraturförteckning

- Adamson, B. ; Ahlgren, L. ; Bergström, S. ; Nevander, L.-E. (1970). *Fukt: byggnadstekniska fuktproblem* (Vol. 12). Lund: Statens råd för byggnadsforskning.
- Arfidsson, J.; Samuelson, I. ; Harderup, L.-E. (2017). *Fukthandbok* (4 uppl.). Halmstad: Svensk Byggtjänst och författarna.
- Björklund, C. (den 5 2 2018). Ansvarig arbetsledare . Vasa.
- Burström, P. (2007). *Byggnadsmaterial - uppbyggnad,tillverkning och egenskaper* (2:a upplagan uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- Carlsson, D. (2016). *Vattenlaster på låglutaden takkonstruktioner* . Lund: Lunds tekniska högskola .
- Eduskunta. (den 18 10 2012). *Eduskunta*. Hämtat från <https://www.eduskunta.fi/FI/tiedotteet/Sivut/Homevaurioiden%20terveyshaittojen%20hintaa%20on%20450%20miljoonaa%20euroa%20vuodessa.aspx> den 29 11 2017
- Ejner, J. ; Nilsson, J. (2008). *Fuktskador i byggnader -Hur kan information sammanställas och kunskap återföras*. Lunds tekniska högskolan & Chalmers tekniska högskola. Lund: Lunds universitet.
- Hagentoft C. E. (2002). *Vandrande fukt Strålande värme* (1:6 uppl.). Lund: Studentlitteratur AB.
- Eriksson, C. (2016). *Låglutande tak och terrasser*. Kungliga tekniska högskolan.
- Fagerlund, G. (1992). *Betongkonstruktioners beständighet*. Lund: Lunds universitet.
- Fagerlund, G. (2010). *Hög betongkvalitet ger kort och säker torktid även under ogynnsamma klimatförhållanden*. Lund: Lunds universitet.
- Finlands Byggbestämmelsesamling C2. (den 9 10 1998). *Finlands byggbestämmelsesamling miljöministeriet, Bostads- och byggnadsavdelningen* . Hämtat från <https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/c2r.pdf> den 30 12 2017
- Finlands byggbestämmelsesamling C2. (den 9 9 1998). *Miljöministeriet*. Hämtat från <http://www.ym.fi/download/noname/%7B5EFA7266-7B25-423C-960E-5B2B811BBA6B%7D/127530> den 5 1 2018
- Gram, H.-E. (2011). *Frostbeständighet hos betong med helkrossballast*. Lileholem.
- Gyproc. (u.d.). *Gyproc Saint-Gobain*. Hämtat från https://www.gyproc.se/produkter/gipsskivor-och-andra-byggskivor?f%5B0%5D=field_p_cat%3A19283&f%5B1%5D=field_p_cat%3A19282&f%5B2%5D=field_p_special_features%3A18556 den 30 12 2017
- Hengitysliitto. (2017). *Oiret ja diagnoosi*. Hämtat från Hengitysliitto: <https://www.hengitysliitto.fi/fi/hengityssairaudet/sisailmasta-ja-homeesta-sairastuneet/oireet-ja-diagnoosi>

- Hometalkoot. (2015). *Hometalkoot, terveiden talojen puolesta*. Hämtat från http://www.hometalkoot.fi/?lang=sv_SE den 29 11 2017
- Institutet för hälsa och välfärd (THL). (den 11 7 2016). *Terveiden ja hyvinvoinnin laitos*. Hämtat från <https://www.thl.fi/fi/web/miljohalsa/inomhusluft/fukt-och-mogelskador/fuktskador-i-byggnader-och-halsan> den 29 11 2017
- Johansson, P. ; Ekstrand-Tobin, A., & Bok, G. (2014). An innovative test method for evaluating the critical moisture level for mould growth on building materials. *Building and Environment*, 81, 404-409.
- Kaski, C. (den 16 3 2017). Nya verksamhetsätt ska minska fukt- och mögelproblem. *Yle Nyheter* .
- Korkeamäki, T. (u.d.). *Rakennusfysiikkaan perusteet*. Hämtat från <http://www.kuntoarviot.net/files/8047.pdf> den 15 12 2017
- Kosteudenhallinta. (den 30 9 2015). *Kosteudenhallinta*. Hämtat från http://www.kosteudenhallinta.fi/attachments/article/93/Kosteudenhallinta_YLÄPOHJA_JA_VESIKATTO_30092015.pdf den 10 2 2018
- Kuivaketju10. (2017). *Kuivaketju10*. Hämtat från <http://kuivaketju10.fi> den 10 1 2018
- Kuusela, V. (den 30 1 2018). Ansvarig arbetsledare. Vasa.
- Markanvändnings- och bygglag (5.2.1999/132). (den 5 2 1999). *Finlex*. Hämtat från <https://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1999/19990132?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=fukt#highlight1> den 5 1 2018
- Miljöministeriet. (den 4 12 2017). *Miljöministeriet*. Hämtat från http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar den 5 1 2018
- Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017). (den 24 11 2017). *Finlex*. Hämtat från <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2017/20170782> den 5 1 2018
- Miljöministeriets förordning om planer och utredningar som gäller byggande. (den 12 3 2015). Hämtat från <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2015/20150216?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=216%2F2015> den 5 1 2018
- Mjörnell, K. ; Arfvidsson, J. ; Sikander, E. (2012). A Method for Including Moisture Safety in the Building Process. *Indoor and Built Environment*, 21(4), 583–594.
- Must, A. (den 10 3 2007). *Gipsskivor rena rama mögelfällan*. Hämtat från <https://www.hd.se/2007-03-10/gipsskivor-rena-rama-mogelfallan> den 30 12 2017
- Nevalainen, A. ; Paranen, P. ; Jääskeläinen, E. ; Hyvärinen, A. ; Koskinen, O. ; Meklin, T. ; ... Husman, T. (1997). *Prevalence of Moisture Problems in Finnish Houses*. *Indoor Air*.
- Nevander, L. E. ; Elmarsson, B. (2007). *Fukt handbok* (3:e upplagan uppl.). Stockholm: Svensk byggtjänst.

- Puuinfo. (u.d.). *Puuinfo*. Hämtat från <http://puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/kosteusteknisiä-ominaisuuksia> den 16 12 2017
- Raknetamisen kosteudenhallinta. (u.d.). *Rakentamisen kosteudenhallinta*. Hämtat från <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/suojaus/tyoemaansuojaus> den 6 1 2018
- Ratu. (2013). *Rakennustyömaan sääsuojaus*. Rakennustieto Oy, Talonrakennusteollisuus ry och Rakennustietosäätiö RTS.
- Redlund, M. (den 11 10 2012). *Byggindustrin*. Hämtat från <http://byggindustrin.se/artikel/nyhet/kemisk-process-gor-att-betong-suger-upp-koldioxid-18626#> den 28 12 2017
- Reijula, K. ; Ahonen, G. ; Alenius, H. ; Holopainen, R. ; Lappalainen, S. ; Palomäki, E. ; Reiman, M. (1 2012). *Rakennusten kosteus ja homeongelmat*. Helsingfors: Eduskunta. Hämtat från https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/trvj_1+2012.pdf den 29 11 2017
- RT 05-10710. (1999). *Rakennustieto*. Hämtat från *Kosteus rakennuksissa*. den 8 12 2017
- RT 14-10984. (2 2010). *Rakennustieto*. Hämtat från *Betonin suhteellisen kosteuden mitta*. den 7 1 2018
- RT 32-10633. (9 1997). *Rakennustieto*. Hämtat från *Kartonkipintaiset kipsiilevyt. Rakennuslevyt*. den 30 12 2017
- RT 36-10689. (1 1999). *Rakennustieto*. Hämtat från *Mineraalivillaeristeet. Lämmöneristystarvikkeet*. den 28 12 2017
- RT 36-11102. (12 2012). *Rakennustieto*. Hämtat från *XPS-ERISTEET Lämmöneristystarvikkeet*. den 28 12 2017
- RT 36-11113. (2 2013). *Rakennustieto*. Hämtat från *EPS-ERISTEET Lämmöneristystarvikkeet: Rakennustieto* den 28 12 2017
- RT 60-10816. (2 2004). *Rakennustieto*. Hämtat från *Vesi- ja viemärikalusteiden asennus*.
- RT 83-11032. (2011). *Rakennustieto*. Hämtat från *Vedenpaineeneristys*. den 4 2 2018
- RT 84-11166. (10 2014). *Rakennustieto*. Hämtat från *Märkätilojen rakenteet*. den 3 2 2018
- Samuelsson, I. ; Arfvidsson, J. ; Hagentoft, C.-E. (2007). *Få bukt med fukt*. Stockholm: Forskningsområdet Formas.
- Seppälä, P. ; Saari, S. (2017). *Kuivaketju10*. Hämtat från <http://kuivaketju10.fi/> den 10 1 2018
- Sisäilmayhdistys. (2008). *Sisäilmayhdistys ry - puoleetonta tietoa sisäilmasta*. Hämtat från <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Kosteuden-siirtyminen> den 8 12 2017

- Sisäilmayhdistys. (2008). *Sisäilmayhdistys ry*. Hämtat från <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Maanvastaiset-rakenteet/Kellarin-seinat> den 4 2 2018
- Statistikcentralen. (den 31 12 2016). *Statisikcentralen*. Hämtat från http://www.stat.fi/til/rakke/2016/rakke_2016_2017-05-24_tau_001_sv.html den 29 11 2017
- Svensk Betong. (u.d.). *Svensk Betong*. Hämtat från <https://www.svenskbetong.se/bygga-med-betong/bygga-med-platsgjutet/betongens-egenskaper/fukt-och-uttorkning> den 28 12 2017
- Träguiden . (den 15 5 2017). *Träguiden*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper-och-kvalitet/fuktegenskaper1/tra-och-fukt/?previousState=110000> den 16 12 2017
- Träguiden. (den 9 1 2003). *Träguiden*. Hämtat från <https://www.traguiden.se/om-tra/materialet-tra/traets-egenskaper/bestandighet1/mikroorganismer1/> den 11 12 2017
- Yit. (den 16 1 2018). *Yit*. Hämtat från <https://www.yit.fi/yit-suomessa> den 5 2 2018

Figurförteckning

<i>Figur 1 Kapillär stighöjd, materialet till höger har mindre porer och därmed större kapillär stighöjd än materialet till vänster (hämtat från: Rakennustieto, 1999)</i>	7
<i>Figur 2 Fuktkällor (Hämtat från: Rakennustieto, 1999)</i>	9
<i>Figur 3 Sorptionskurva för furu, densitet 510kg/m³. (Hämtat från: Träguiden, 2017).</i>	15
<i>Figur 4a Massivt tak av lättbetong (Hämtat från: Rakennustieto)</i>	23
<i>Figur 5 Exempel på hur golvbrunn i våtrum bör fästas i underlaget och i höjd med den färdiga ytan (Hämtat från: Rakennustieto, 2014).....</i>	28
<i>Figur 6a Väggens ångspärr har bytts ut till ångbroms (Hämtat från: Rakennustieto, 2014).....</i>	31
<i>Figur 7 Vilken miljö olika byggnadsmaterial bör förvaras i (Hämtat från: Ratu, 2013)</i>	37
<i>Figur 8 Fuktmätning genom borrhålsmetoden (Bild hämtad från: Vaisala)</i>	39
<i>Figur 9 Olika byggnadsmoment under byggnadsprocessen (Hämtat från: Ratu, 2013)</i>	40
<i>Figur 10 De tio punkter som är grunden i fuktsäkringsmodellen (Hämtat från: Kuivaketju10, 2017).....</i>	41
<i>Figur 11 Vad uppnås genom fuktsäkringsmodellen (Hämtat från: Kuivaketju10, 2017)</i>	42

Tabellförteckning

<i>Tabell 1 Målfuktkvot och tillåten variation enligt SS-EN 14298 (Träguiden, 2017).....</i>	<i>16</i>
<i>Tabell 2 Målfuktkvot enligt användning (Puuinfo)</i>	<i>16</i>
<i>Tabell 3 Risk för röta och mögel hos trämaterial med avseende på fuktkvot och relativ fuktighet (Nevander & Elmarsson, 2006)</i>	<i>17</i>
<i>Tabell 4 Vilket fuktskydd i olika utrymmen (Rakennustiето, 2014).....</i>	<i>27</i>
<i>Tabell 5 Val av materialkombination vid olika vattentryck (Rakennustiето, 2011)</i>	<i>32</i>

Intervjufrågor

1. Minkälaisia kosteudenhallintamenetelmä teillä tällä työmaalla on?
2. Mitkä ovat teidän materiaalien ja rakenteiden suojausmenetelmät?
3. Mitkä ovat yleisimmät puutteet kosteudenhallinnassa työmaalla?
4. Mikä on suurin haaste kosteudenhallinnassa?
5. Tuottaako aikataulu ongelmia kosteudenhallinnassa?
6. Tarvitaanko uusi kosteudenhallinnan toimintamalli?
7. Onko Kuivaketju10 teille tuttu?
8. Onko kosteuskoordinaattori mukana olo rakennusprosessissa hyvä vai huono asia?
9. Tarvitaanko mielestänne enemmän yhteistyötä kosteudenhallinnassa työmaalla?

1. KOSTEUSRISKIEN KARTOITUS		
	TYÖMAALLA HUOMIOITAVAT VAATIMUKSET SEKÄ SOVITUT RATKAISUT JA TOIMENPITEET LAATUJÄRJESTELMÄN ISO 9001:2008 MUKAISESTI	KÄYTY LÄPI PVM. JA KUITTAUS
1.0. Purkutyö	Työmaamonttuun kertyvän veden poisto. Tehdään pumppausmonttuja, joista vesi pumpataan tontin kulmassa olevaan sadevesikaivoon. Vedensekaan joutunut maa-aines erotellaan ennen veden laskemista sadevesikaivoon.	<input type="checkbox"/> <i>OK (vastuuhenkilö)</i>
1.1. Salaojat	Huolehditaan, että salaojaputkien asennus on suunnitelmien mukainen. <i>=> Korkeiden ja kaatojen tarkastaminen ja merkitseminen salaojakuviin</i>	<input type="checkbox"/> <i>OK (vastuuhenkilö)</i>
	Salaojituserroksen maa-aines tulee olemaan vettä läpäisevää, kapillaarinen nousu vähäistä. Anturan läheisyydessä sekä maanvaraisen laatan alle tulee kapillaarisen vedennousun katkaisevaa maa-ainesta, esim. sepeli 6-30mm. <i>=> Täyttömaasta rakeisuuskäyrät maa-aineksen toimittajalta</i>	<input type="checkbox"/> <i>OK (vastuuhenkilö)</i>
	Salaojaputkea ympäröivän salaojituserroksen tulee olla putken alla ja sivuilla vähintään 0,1 m ja päällä vähintään 0,2 m. <i>=> Kerrospaksuuksien tarkastaminen</i>	<input type="checkbox"/> <i>OK (vastuuhenkilö)</i>
	Tarkastuskaivot puhdistetaan ennen rakennustöiden loppukatselmusta. Salaojaputkien toiminta tarkistetaan ja putkistot puhdistetaan. Salaojakaivot ja -putket tarkemmitataan ja merkitään loppukuviin. <i>=> Putkiston puhdistaminen ja toiminnan tarkastaminen todennetaan</i>	<input type="checkbox"/> <i>OK (vastuuhenkilö)</i>
	Rakennusteknisten töiden valvoja osallistuu tarkastuksiin. <i>=> Valvojen tarkastukset ok ja mahdolliset puutteet korjattu</i>	<input type="checkbox"/> <i>OK (vastuuhenkilö)</i>
1.2 Perustus- rakenteet	Maata vasten olevien seinien pintaan asennetaan vedeneristyskermi bitumisivellylle pinnalle. Tarkistetaan, että saumat ovat tiiviit ja eriste on ehjä. Vedeneristyskerroksen mekaaninen rasiutus vähennetään suojaamalla vedeneristetty seinärakenne eristelevyillä XPS 100 mm. Eristelevy kiinnitetään kermin pintaan kermipaloilla liimaten, jolloin kermin pintaa ei lävistetä ja rikota. <i>=> Huolehditaan vedeneristykselle tasainen kiinnitys salaojakerroksen kiinnitys tarkastetaan pistokokein.</i>	<input type="checkbox"/> <i>OK (vastuuhenkilö)</i>
	Sokkelielementtien vierellä tulee olla vähintään 200 mm salaojituserros, jonka tulee ulottua vähintään 100 mm salaojaputken alapuolelle. Anturan alla on 200 mm paksu salaojakerros jolloin vedet pääsevät johtumaan tässä kerroksessa. <i>=> Salaojituserroksen / putkituksen tarkastus</i>	<input type="checkbox"/> <i>OK (vastuuhenkilö)</i>
	Rakennusteknisten töiden valvoja osallistuu tarkastuksiin. <i>=> Valvojen tarkastukset ok ja mahdolliset puutteet korjattu</i>	<input type="checkbox"/> <i>OK (vastuuhenkilö)</i>
1.3 Alapohjat	Maanvaraisen laatan alla tulee olla vähintään 300 mm kapillaarisen vedennousun katkaisevaa sepeliä (6-30 mm). Laatan alla tulee lisäksi olla kauttaaltaan suunnitelmien mukainen lämmöneriste. Laatan alla menevät putket tulee eristää niin, etteivät ne lämmitä	

Skärmklipp av beställarens nuvarande botten för fuksäkerhetsbeskrivning

		Yliviivaa rivi	Poista yliviivaus	Lisää rivi aktiivisen rivin alapuolelle
L. Rakennuksen ulkopuolelta tuleva kosteus vaurioittaa perustuksia ja lattiarakentelma				
Maanpinta pitää kallistaa rakennuksesta pois päin				
Suunnittelijan tarkistuslista		Urakoitsijan tarkistuslista		
Suunnitteluratkaisu	Suunnittelija(t)	Työmaatodentaminen	Todentamisdokumentti	pvm/henkilö
Rakennuspaikalle tulee tehdä pohjatutkimus ja pintavaalitus ennen suunnitteluvaihetta. (Yhteistyössä geosuunnittelijan kanssa)	ARK RAK			
Laaditaan tontille pintavesisuunnitelma.	ARK RAK			
Tehdään pintavesisuunnitelman pohjalta maanpinnan leikkauskuvat vähintään kahteen suuntaan. Kuivissa tulee esittää maanpinnan korkeustasot, tontilla olevien eri rakennusten liittyminen toisiinsa sekä tontin liittyminen ympäröiviin tontteihin.	ARK			
Määritetään kaikkien rakennusten ensimmäisen kerroksen korkeustasot. Ensimmäisen kerroksen lattiapinnan tulee olla 30 cm valmiin maanpinnan yläpuolelle.	ARK	Mitataan rakennuksen ensimmäisen kerroksen kaikkien lattiapintojen korkeustasot.	Tarkepiirustus	[]
Merkittään maanpinnan korkeustasot rakennusten nurkkapisteissä ja kolmen metrin etäisyydellä nurkista. Maanpinnan tulee viettää 1:20 kallistuksella rakennuksesta pois päin vähintään 3 m:n matkan.	ARK	Mitataan korkeustasot rakennuksen nurkkapisteissä ja 3 m:n etäisyydellä nurkista.	Tarkepiirustus	[]
Suunnittelijoiden lisäämät rivit:				
Suunnittelu asia 1		Todenna asia 1	Dokumentoi asia 1	[]
	pvm/henkilö			
Rakennuksessa tulee olla toimiva salaojitusjärjestelmä				
Suunnittelijan tarkistuslista		Urakoitsijan tarkistuslista		
Suunnitteluratkaisu	Suunnittelija(t)	Työmaatodentaminen	Todentamisdokumentti	pvm/henkilö
Merkittään suunnitelmaan perusmaan korkeustasot rakennuksen keskelle ja laidoille. Perusmaan tulee viettää rakennuksen keskeltä kohti salaojia vähintään 1:100 kallistuksella. (Tehdään kaivukuva.)	RAK			
Merkittään korkeustasot salaojaputkiston nurkkapisteissä. Putkiston tulee viettää vähintään 1:200 ja suosituksena 1:100 kallistuksella kohti kokoojakaivoa.	RAK	Mitataan korkeustasot salaojaputkiston nurkkapisteissä.	Tarkepiirustus	[]

Skärmlapp av Kuivaketju10:s förverkligandediaktiv (Hämtad från: Kuivaketju10, 2017)

Kuivaketju10

Innehållsförteckning

VAD ÄR KUIVAKETJU10?	1
BAKGRUND	2
FUKTKOORDINATOR	2
ATT UTSE FUKT KOORDINATOR	2
FUKTKOORDINATORNS UPPGIFT	3
KUIVAKETJU10 STATUS.....	5
HUVUDENTREPRENÖRENS UPPGIFTER	5
INTRODUKTION TILL KUIVAKETJU10	6
FUKTHANtering PÅ BYGGARBETSPLATSEN	6
VERIFIERA OCH DOKUMENTERA GENOMFÖRANDET AV RISKPUNKTER	7
10 RISKER	7
1. FUKT FRÅN BYGGNADENS UTSIDA SKADAR BYGGNADENS GRUND OCH GOLVKONSTRUKTIONER	7
2. REGNVATTEN TRÄNGER IN I YTTERVÄGGSKONSTRUKTIONER.....	7
3. VATTEN SOM TAGIT SIG GENOM BYGGNADENS YTERTAK TILL UNDERTAKET LÄCKER TILL ÖVRE BJÄLKLAGET	8
4. FUKTIG LUFT TAR SIG GENOM LÄCKAGE I ÅNGSPÄRREN TILL YTTERVÄGG- OCH TAKKONSTRUKTIONER DÄR DET KONDENSERAS TILL FLYTANDE VATTEN	8
5. FEL UPPMÄTT OCH INSTÄLLD VENTILATION TAR INTE BORT ÖVERLOPPS FUKT UTAN TVINGAR ISTÄLLET IN DEN I KONSTRUKTIONER	8
6. LÄCKAGE I VATTENRÖR ORSAKAR STORA VATTENSKADOR PÅ BYGGNADEN	8
7. DÅLIGT UTFÖRT TÄTSKIKT I VÅTRUM SKADAR DE OMKRINGLIGGANDE KONSTRUKTIONERNA.....	9
8. BELÄGGNING PÅ FUKTIGA BETONGKONSTRUKTIONER LEDER TILL ATT BELÄGGNINGSMATERIALET SKADAS	9
9. MATERIAL OCH KONSTRUKTIONER SOM UTSATTS FÖR FUKT SKADAR BYGGNADEN	9
10. DÅLIGT UNDERHÅLLEN BYGGNAD, SÖNDERFALLER LÅNGSAMT MEN SÄKERT	10
LITTERATURFÖRTECKNING	11

Vad är kuivaketju10?

Kuivaketju10 (*sve. Fuktkedja10*) är en ny funktionsmodell som skall motverka fuktproblem under hela byggnadsprocessen. Fukthanteringen är presenterad som en kedja där alla parter i en byggnadsprocess är delaktiga, från beställare, planerare, entreprenörer och användare. Kedjan är endast så stark som den svagaste länken. Grunden i modellen bygger på fuktmodellens lista med risker och dess förverkligandedirektiv. Listan innehåller tio väsentliga risker som förekommer i finska byggprojekt, vars hantering täcker över 80 % av de följdkostnader som vanligtvis uppstår på grund av fuktskador. (Kuivaketju10, 2017)

Fuktsäkerhetsmodellen får sin start från det att företaget eller beställaren som skall genomföra ett byggprojekt, fattar ett beslut om att fuktsäkerhetsmodellen skall användas under byggnadsprocessen. Om det är frågan om en offentlig upphandling bör det framgå i upphandlingen att man kommer att använda sig av modellen i projektet. Genom beslutet binder man sig till att redan i början av projektet utse en fuktkoordinator (*fin. kosteuskoordinattori*) vars uppgift i projektet är att övervaka och handleda så att fuktkedjan kan verkställas under byggnadsprocessen. (Kuivaketju10, 2017)

För planeraren innebär modellen att planerarna måste gå igenom en lista med risker och sedan bekräfta att riskerna har beaktats i planeringen. Entreprenörens uppgift blir sedan att förverkliga planerna samt verifiera och dokumentera att de risker som förekommer under byggnadsproduktionen beaktas. Som hjälpmedel har man publicerat en Excel botten som skall fungera som anvisningar för genomförandet (*fin. todentamisohje*) för såväl planerarna som för entreprenören. Fuktkoordinatorns uppgift är sedan att försäkra sig om och godkänna att detta utförs korrekt men även att handleda under byggnadsprocessen. (Kuivaketju10, 2017)



Figur 1 Kuivaketju10:s huvudsyfte (Hämtat från: Kuivaketju10)

Bakgrund

Fuktsäkringsmodellen har utvecklats genom ett samarbete mellan byggnadstillsynen i Uleåborg och huvudstadsregionen, Rakennustieto (RT), Rakentamisen Laatu (RALA), Rakennusliitto (RAKLI), SKOL, Rakennustarkastusyhdisys (RTY) och Miljöministeriet som alla bidragit med expertis. (Miljöministeriet, 2017) Modellen är ett svar på den skrivelse som riksdagen utgav år 2012 innehållande 14 punkter, ur vilka det framkom att något måste göras för att motverka den växande fuktproblematiken i offentliga byggen. (Kaski, 2017)

Modellen är därmed ett svar på de delvis nutida, delvis framtida krav från myndigheterna som ställs på byggnadsbranschen. Målet med fuktsäkringsmodellen är att framställa en modell som skall vara lätt att använda och fungera för alla aktörer i byggnadsprocessen. (Seppälä & Saari, 2017) Enligt miljöministeriet (2017) har byggnadstillsynerna i tio av de största städerna i Finland bundit sig till att stegvis kräva att fuktsäkerhetsmodellen tillämpas vid nybyggnad. Om fukthanteringen under byggnadsprojektet utförs i enlighet med rekommendationerna ges det goda förutsättningar för hälsosamt och säkert byggande. Miljöministeriet hoppas därmed att hela branschen tar modellen i användning. Man påpekar även att man genom modellen inte vill åstadkomma mera byråkrati i byggnadsprocessen utan istället gemensamt förbättra förhållningssättet till fukthantering. (Miljöministeriet, 2017)

Fuktkoordinator

Fuktkoordinatorn är en ny aktör som kommit med i byggnadsprocessen som en följd av kuivaketju10 modellen. Fuktkoordinatorns huvuduppgift är att övervaka och handleda så att projektet utförs i enlighet med fuktsäkringsmodellen. (Kuivaketju10, 2017)

Att utse fukt koordinator

I och med att beställaren fattat ett beslut om att använda sig av fuktsäkringsmodellen på projektet binder man sig även till att utse en fuktkoordinator. Beställaren utser koordinatorn som måste vara helt oberoende och insatt i ämnet. Om beställaren och entreprenören är samma organisation måste fuktkoordinatorn anställas som en utomstående, vars uppgift kommer att vara betydande för att modellen skall kunna uppfyllas. Behörighetskraven för fuktkoordinatorn är beroende av projektets svårighetsklass, vilket innebär att projektets svårighetsklass måste fastställas före fuktkoordinatorn kan utses. Svårighetsklasserna framgår av miljöministeriets direktiv. Svårighetsklassen bestämmer även vad fuktkoordinatorns uppgifter kommer att vara. Det är möjligt att utse en eller flera fuktkoordinatorer under byggnadsprocessen, dock rekommenderas att samma person medverkar under hela processen. I projekt av sedvanlig svårighetsklass kan även beställaren själv fungera som fuktkoordinator fram till dess att planeringen påbörjas. (Kuivaketju10, 2017)

Tabell 1 Fuktkoordinatorns behörighetskrav enligt projektets svårighetsklass (Kuivaketju10, 2017)

Sedvanlig	Krävande	Exceptionellt krävande
Allmänna krav <ul style="list-style-type: none"> • Utnämns av beställaren • Oberoende från planerare och entreprenör • Känner till kuivaketju10:s funktionsmodell 		
<ul style="list-style-type: none"> • Utses förs då planeringen påbörjas • Beställaren fungerar själv som koordinator i beställnings skedet 	<ul style="list-style-type: none"> • Utses före offertförfrågan på planeringen görs 	
<ul style="list-style-type: none"> • Om beställaren och entreprenören är samma organisation bör koordinatorn utses som en utomstående • Tillräckligt med tid och resurser för att utföra arbetet och kunna besöka byggarbetsplatsen • Förmåga att ifrågasätta och koordinera 		
Kvalifikationer <ul style="list-style-type: none"> • Utbildning inom byggnadsteknik. YH-examen eller motsvarande tidigare examen, som är minst på tekniker nivå 		
<ul style="list-style-type: none"> • Samma behörighetskrav som för ansvarige arbetsledaren eller projektets byggnadsfysikaliska planerare i sedvanlig svårighetsklass 	<ul style="list-style-type: none"> • Samma behörighetskrav som för ansvarige arbetsledaren eller projektets byggnadsfysikaliska planerare i krävande svårighetsklass 	<ul style="list-style-type: none"> • Samma behörighetskrav som för ansvarige arbetsledaren eller projektets byggnadsfysikaliska planerare i exceptionellt krävande svårighetsklass

Fuktkoordinatorns uppgift

Fuktkoordinatorn rapporterar om framskridandet av funktionsmodellen och förverkligande i varje byggnadsskede till beställare, RALA och byggnadsövervakaren, om den lokala myndigheten kräver det. (Sahlstedt & Koskenvesa, 2016)

Fuktkoordinatorns arbete påbörjas redan i beställnings skedet, då fuktkoordinatorn granskar att det i offertförfrågan för planering och entreprenör, samt dess följande slutliga avtal framgår krav på att projektet utförs enligt fuksäkringsmodellen. Fuktkoordinatorn skall även för första gången i byggprocessen utvärdera om projektets totala tidtabell är realistisk samt tidtabeller för planering, byggandet och ibruktagande, eftersom detta har en betydande inverkan på om modellen kommer att lyckas. I ett senare skede kommer även tidtabellen att utvärderas på nytt i samarbete med planeraren och huvudentreprenören. I tidtabellen bör även beaktas utmaningar som kan uppstå på grund av byggplatsen, arkitekt- och konstruktionslösningar samt valet av byggnadsmaterial. Om projektet kategoriseras som krävande eller ovanligt krävande bör även fuktkoordinatorn se till att det i det avtal som görs

upp med planerare och entreprenörer ingår en belöning för ett lyckat utförande med avseende på fuktsäkringsmodellen. (Kuivaketju10, 2017)

Då det i planeringsavtalet finns avtalat att planeringen skall utföras i enlighet med kuivaketju10 medför detta att fuktkoordinators huvudsakliga uppgift är att handleda och övervaka så att planeringen utförs i enlighet med fuktsäkringsmodellen. Senast i detta skede blir fuktkoordinatör även huvudansvarig för att koordinera modellen. Målet är att man redan i detta skede skall kunna undvika risker så långt som möjligt. Under planeringen görs även upp dokument av Kuivaketju10:s lista med risker och planer för förverkligande var alla delaktigas underskrift bör ingå. Till fuktkoordinators uppgift hör även att i samarbete med planeraren reda ut om planerna är möjliga att genomföra och eventuellt reda ut behovet av att ta fram ytterligare planer för att säkerställa att risker kan undvikas. Fuktkoordinatör bör även försäkra sig om att det i planeringen tagits tillräcklig hänsyn till de tio risker som är centrala i fuktsäkringsmodellen. Då koordinatör i samarbete med planeraren bekräftat att planerna är genomförbara blir koordinators följande uppgift att presentera planerna för huvudentreprenörens arbetsplatsorganisation. Koordinatör skall även se till att det i offertförfrågan till huvudentreprenören bifogas listan med risker och dess genomförandedirektiv. (Kuivaketju10, 2017)

Före byggandet påbörjas skall koordinatör tillsammans med planerarna introducera listan med risker och förverkligande anvisningarna för huvudentreprenörens arbetsplatsorganisation. I projekt av sedvanlig svårighetsklass gör koordinatör introduktionen utan planerarna. Då byggandet av projektet påbörjats är fuktkoordinators uppgift att följa med och försäkra sig om att de risker som uppstår i varje byggnadsskede utförs enligt planerna och i enlighet med entreprenörens granskningslista. Det är därför viktigt att fuktkoordinatör regelbundet besöker byggarbetsplatsen. Koordinatör skall även delta i byggplatsmöten var det kritiskt gås igenom hur fuktsäkringsmodellen lyckats samt vilka risker som ingår i kommande arbetsmoment. Om fuktmätningar görs av någon utomstående bör detta komma överens med koordinatör. Fuktkoordinatör bör även godkänna den person som från huvudentreprenörens sida bär huvudansvaret för dokumentationen och att projektet utförs i enlighet med fuktsäkringsmodellen. (Kuivaketju10, 2017)

Före byggnaden kan tas i bruk skall fuktkoordinatör, entreprenören, VVS-planeraren och i exceptionellt svåra projekt även övriga planerare gå igenom byggnadens användning och underhåll med byggnadens framtida användare och eventuell driftspersonal. Man bör även i detta skede ta upp de risker som kan uppstå under användningstiden av byggnaden. Fuktkoordinatör försäkras även i samarbete med huvudentreprenören och VVS-planeraren att all apparatur är i enlighet med planerna och att de är inställda och uppmätta. (Kuivaketju10, 2017)

Kuivaketju10 status

Då byggnaden tas i användning gör fuktkoordinatorn tillsammans med beställaren, planeraren och entreprenören en slutlig utvärdering hur bra kuivaketju10 modellen har lyckats. Utvärderingen grundar sig på fuktkoordinatorns uppföljning och rapportering samt huvudentreprenörens dokumentering. Modellen har lyckats då alla risker lyckats förhindras under planeringen, byggande och i ibruktagande av byggnaden. Om något riskmoment inte lyckats blir fuktkoordinatorns uppgift att tillsammans med planeraren och huvudentreprenören att komma fram med åtgärdsförslag så att risken kan undgås eller åtgärdas. Koordinatorn gör sedan upp en slutrapport som behandlar hur modellen lyckats. Rapporten godkänns av beställaren, planeraren och huvudentreprenören. Slutrapporten och alla andra rapporter och dokument som krävs skickas sedan till RALA som kan ge byggnaden offentlig Kuivaketju10-status om projektet utförts korrekt. (Kuivaketju10, 2017)

För att byggnaden skall hållas välmående under hela dess livscykel ställer fuktsäkringsmodellen även krav på byggnadens underhåll. I slutskedet utformar koordinatorn i samarbete med huvudentreprenören och planerarna en del i byggnadens servicebok där man tar upp alla de risker som är förknippade med användningstidens underhåll. Det bör även framgå de underhåll och granskningar som krävs. För att byggnaden skall kunna hålla sin status som kuivaketju10 byggnad krävs det att modellens förvekligande under användningstiden utvärderas regelbundet. Första gången efter två år, före byggnadens garantitid gått ut och efter det med fem års mellanrum. I den första utvärderingen bör samma fuktkoordinator delta som under byggprojektet men efter det kan även någon annan person delta som fuktkoordinator vid utvärderingen. (Kuivaketju10, 2017)

Huvudentreprenörens uppgifter

Tabell 2 Huvudentreprenörens uppgifter (Kuivaketju10, 2017)

Huvudentreprenörens uppgifter
<ul style="list-style-type: none">• Gå igenom funktionsmodellens grunder med arbetarna
<ul style="list-style-type: none">• Introducera för arbetarna entreprenörens förverkligandeanvisningar
<ul style="list-style-type: none">• Säkerställ att fukthanteringen på byggarbetsplatsen lyckas
<ul style="list-style-type: none">• Behandla fuktsäkerhetsmodellens genomförande regelbundet på arbetsplatsmöten
<ul style="list-style-type: none">• Godkänna och dokumentera arbetsmoment innehållande risker

Introduktion till Kuivaketju10

Fuktkoordinatorn introducerar i samarbete med planerarna de planer som utarbetats, för huvudentreprenörens arbetsplatsorganisation. Ett av syftena är att behandla lösningarna och de bakomliggande orsakerna till riskerna, för att motverka att det uppstår fel tolkningar och missförstånd. I projekt av sedvanlig svårighetsklass introducerar fuktkoordinatorn huvudentreprenören utan planerare. Det är även möjligt att arbetarna eller en representant från arbetarna medverkar redan i detta skede. (Kuivaketju10, 2017)

Det är sedan huvudentreprenörens ansvar att ge alla som arbetar på projektet en introduktion till fuktsäkringsmodellen. I introduktionen bör åtminstone grunderna i fuktsäkringsmodellen gås igenom samt entreprenörens genomförandedirektiv. Arbetaren bör känna till de åtgärder och risker som finns i de arbetsmoment de utför, så att arbetet kan utföras korrekt. I krävande och exceptionellt krävande projekt bör fuktkoordinatorn ge skriftliga direktiv för vad som skall ingå i introduktionen för arbetarna. (Kuivaketju10, 2017)

Fukthantering på byggarbetsplatsen

Fukthantering på byggarbetsplatsen är en mycket viktig del av fuktsäkert byggande och har en avgörande betydelse för slutresultatet. I listan med de risker som ingår i fuktsäkringsmodellen finns risker som är direkt kopplade till fukthanteringen på byggarbetsplatsen. På byggarbetsplatsen bör en person utses som vid slutet av varje arbetsdag säkerställer att alla material är täckta och att känsliga konstruktioner inte utsätts för fukt. Målet är dock att skyddandet av material och konstruktioner skall vara alla arbetares gemensamma mål och uppgift. Lagring av material måste planeras i förväg så att materialet kan förvaras i sådan miljö som materialet kräver. Vid materialleveranser bör man sträva efter att materialen levereras vid sådan tidpunkt att materialets lagringstid blir så kort som möjligt. Monteringen av material på konstruktioner måste utföras i enlighet med de instruktioner som ges från planerarna och materialleverantörerna. Om ett material utsätts för fukt bör konstruktionsplaneraren utvärdera om materialet bör bytas ut eller om det kan torkas och i så fall hur torkningen bör utföras. Fuktiga material får inte användas i byggnaden. (Kuivaketju10, 2017)

En annan viktig risk på byggarbetsplatsen som ingår i listan med risker, är beläggning av fuktiga betongkonstruktioner vilket kan leda till fuktskador hos beläggingsmaterialet. Uttorkningstiden för betongkonstruktioner bör beräknas och följas upp genom fuktmätning. Uttorkningen är som effektivast då temperaturen är runt 20 grader och luftens relativa fuktighet är under 50 %. För att uppnå dessa förhållanden måste man använda sig av uppvärmning och ventilation eller av en mekanisk avfuktare. Gränsvärdena för beläggning som anges av konstruktören och mätkonsulten måste utlämnas innan beläggingsmaterial installeras. Fuktmätning för att säkerställa att gränsvärdena uppnåtts utförs av yrkeskunniga. (Kuivaketju10, 2017)

Verifiera och dokumentera genomförandet av riskpunkter

Huvudentreprenörens huvuduppgift i fuktsäkringsmodellen är att verifiera och dokumentera arbetets framgång i enlighet med de förverkligande instruktioner som utarbetats av planerarna och ingår i entreprenörens checklista. Entreprenörens checklista listar de arbetsrelaterade riskerna som måste verifieras och dokumenteras efter att arbetsmomentet utförts. Genom dokumentationen säkerställer man att arbetet utförts korrekt och vid rätt tidpunkt. Ansvar för dokumentationen och säkerställandet av utförande bör tilldelas en person som godkänns av fuktkoordinatören. Den ansvarige personen är ansvarig från huvudentreprenören sida att säkerställa att arbetet framskrider i enlighet med checklistan. Den ansvarige personen måste därmed ges tillräckligt med resurser för att kunna utföra sin uppgift. (Kuivaketju10, 2017)

10 risker

I listan med risker har man valt sådana risker som ofta leder till fuktproblem och är vanligt förekommande i finska byggnader. Det bör dock noteras att modellen inte täcker alla risker som förekommer under byggnadsprocessen utan ytterligare risker bör läggas till, beroende på projektet. I detta kapitel presenteras riskerna samt de direktiv och åtgärder som fuktsäkringsmodellen ger. (Kuivaketju10, 2018)

1. Fukt från byggnadens utsida skadar byggnadens grund och golvkonstruktioner

Markytan runt byggnaden bör vara lutande så att ytvatten från nederbörd inte skadar byggnaden. Den minsta tillåtna lutningen är 1:20, det vill säga ett fall på 15 centimeter på 3 meter. Vatten från nederbörd som träffar byggnadens yttertak och fasader skall ledas bort från byggnaden genom ett regnvattensystem. Vatten bör även kunna ledas tillräckligt långt bort från byggnaden i en situation då en regnvattenbrunn täppts, så att vatten inte kan skada byggnaden. Dräneringen skall skydda grundkonstruktionerna från fukt. Dräneringen bör vara en sammanhängande helhet med omkringliggande dränerande markskikt. Dräneringen placeras lägre än byggnadens grundkonstruktion. (Kuivaketju10, 2018)

2. Regnvatten tränger in i ytterväggskonstruktioner

Ytterväggskonstruktionen bör vara ett enhetligt vattentätt skikt. Fasaden eller bakomliggande skikt bör förhindra att vatten kan tränga djupare in i konstruktionen. Vatten kan tränga in särskilt vid fogar, fönster och dörrar. I fall vatten tränger in i fasaden skall det kunna ledas bort och tillåta fasaden att tillräckligt snabbt torka ut. Vid fasaden nedre kant, ovanför fönster och dörrar bör plåtar eller bitumen användas. Särskild varsamhet bör beaktas vid fogar och genomföringar. Väggskonstruktionen bör även hindra vattenånga att inifrån byggnaden ta sig in i väggkonstruktionen. (Kuivaketju10, 2018)

3. Vatten som tagit sig genom byggnadens yttertak till undertaket läcker till övre bjälklaget

Undertaket måste vara helt vattentätt och fungera som ett tak i sig själv. Genomföringar i undertaket bör planeras skilt. Vatten som kommer på undertaket skall kunna ledas bort från byggnaden utan att ta sig in i övre bjälklaget och orsaka skada. Man bör även beakta att vatten med hjälp av vindtryck kan transporteras uppåt. Eftersom en renovering av undertaket i praktiken även innebär renovering av yttertaget måste undertakets användningstid vara minst lika lång som för yttertaget. (Kuivaketju10, 2018)

4. Fuktig luft tar sig genom läckage i ångspärren till yttervägg- och takkonstruktioner där det kondenseras till flytande vatten

Genomföringar och anslutningar i ångspärren planeras och utförs lufttäta. För att uppnå tillräcklig lufttätethet måste konstruktionsplaneraren utarbeta detaljer för genomföringar, fönster- och dörröppningar men även anslutningar mellan olika konstruktionstyper. Detaljrutningar bör göras i en skala på minst 1:5. Alla genomföringar i ångspärren bör förbli lufttäta under byggnadens hela livstid. För att säkerställa att byggnaden är tillräckligt tät bör lufttäthetsmätning göras och konstruktioner undersökas med värmekamera för att få fram eventuella läckage, före insidan av byggnaden täcks med skivor. (Kuivaketju10, 2018)

5. Fel uppmätt och inställd ventilation tar inte bort överlops fukt utan tvingar istället in den i konstruktioner

Ventilationen måste dimensioneras baserat på byggnadens användningsändamål och antalet personer som kommer att vistas i byggnaden. Därför är det viktigt att det ges tillräckligt med tid för att ställa in ventilationen vid ibruktagande av byggnaden. Luftflödet bör justeras så att byggnadens tryckförhållanden är så nära jämnvikt som möjligt. Den totala ventilationskoefficienten och de individuella luftvolymerna måste överensstämja med de föreskrifter som finns. I våtrum bör fuktig luft kunna föras bort så effektivt som möjligt. Med tillräcklig in- och frånluft kan extra fukt tas bort från våtrum utan att skada ytor och konstruktioner. I våtrummen ska automatiserad ventilation baserad på fuktighet användas eller så skall ventilationen kunna ökas manuellt efter användning. Rätt inställd ventilation skall kunna torka upp fuktiga ytor efter användning på ungefär en halv timme. (Kuivaketju10, 2018)

6. Läckage i vattenrör orsakar stora vattenskador på byggnaden

Bruksvattenrör och uppvärmningsrörens täthet bör kontrolleras genom provtryckning då alla anslutningar är synliga. Läckage i vattenrör leder till omfattande skador i alla typer av byggnader. Vattenrör måste alltid installeras i skyddsror så att vatten från ett eventuellt läckage kan leds ut i ett rum med golvavlopp och vattenfasta ytkonstruktioner. Bruksvatten och uppvärmningssystem utrustade med alarmsystem minskar risken för skador, men ersätter inte mekaniska lösningar. (Kuivaketju10, 2018)

7. Dåligt utfört tätskikt i våtrum skadar de omkringliggande konstruktionerna

Golvytorna i vårummet skall utföras så att de leder vatten till golvbrunnen, lutningen skall vara så jämn att vatten inte kan bli stående på golvet. För att uppnå detta måste konstruktionsplaneraren lägga ut golvhöjder på ritningarna, åtminstone i vårummets hörn, golvbrunn och trösklar. Höjdpunkter och ytans jämnhet måste kontrolleras före vattenisolering påförs. Genomföringar i vattenisoleringen bör undvikas och får endast göras för nödvändiga rördragningar. Förutom golvavloppet bör genomföringar hållas borta från stänkvattenområdet. Det bör även finnas detaljritningar över vattenisoleringens anslutning till golvbrunnen samt övriga genomföringar i vattenisoleringen. Vattenisoleringen skall genomföras så att det vattenisolerande ytorna har en jämn tjocklek hela tiden. Den som utför vattenisoleringen bör ha ett i kraft varande certifikat. (Kuivaketju10, 2018)

8. Beläggning på fuktiga betongkonstruktioner leder till att beläggningsmaterialet skadas

Betongkonstruktioner måste tillåtas torkas i rätt temperatur och fuktighet. Betongens uttorkning bör ske i gynnsamma förhållanden, uttorkningen är endast effektiv då temperaturen är runt 20 grader och den relativa fuktigheten är under 50 %. För att uppnå detta bör man använda värmare och ventilation eller avfuktare. Överdriven uttorkning av ytan måste dock undvikas för att minska risken för sprickbildning. Tillräcklig torkning av betongkonstruktioner säkerställer att de beläggningsmaterial som används inte skadas av fukt. Torkningsförloppet bör följas med fuktmätning under hela uttorkningstiden. Fuktmätningar bör utföras genom tillförlitliga metoder utförda av experter. De gränsvärden som ges av konstruktören tillsammans med mätkonsulten bör följas, med beaktande av den osäkerhet som mätapparaturen ger. (Kuivaketju10, 2018)

9. Material och konstruktioner som utsatts för fukt skadar byggnaden

Material som används i byggnaden måste noggrant skyddas från fukt. Om byggnadsmaterial utsatts för fukt, gör konstruktionsplaneraren en utvärdering om materialet bör bytas eller om de kan torkas och i så fall hur torkningen skall utföras. Fuktiga eller skadade material får inte användas i byggnaden. På byggnadsplatsen bör det finnas en plan över hur material förvaras. Skyddandet av konstruktioner bör beaktas redan i planeringsskedet. Arbetsordningen på byggarbetsplatsen bör vara sådan att det är möjligt att hålla byggnaden torr. Inomhusarbeten som är känsliga för fukt får inte påbörjas före byggnadens tak och fasader är täta. (Kuivaketju10, 2018)

10. Dåligt underhållen byggnad sönderfaller långsamt men säkert

Byggnaden måste ständigt övervakas och visuella avvikelser bör inspekteras och undersökas. Färgförändringar, bubblor och avvikande lukter är förändringar, som bör följas av omedelbara åtgärder för att identifiera och korrigera orsakerna till förändringen. Byggnaden måste underhållas, servas och repareras enligt byggnadens servicebok. I byggnadens servicebok bör det finnas ett kapitel som behandlar kuivaketju10. Kapitlet bör innehålla de risker och krav på underhåll som är förknippat med byggnadens användningstid. Serviceboken innehåller även de krav på regelbundna granskningar som bör utföras. Utöver detta bör det i serviceboken även finnas information om brukstiden för de byggnadsmaterial som används i byggnaden. Genomförandet av underhållet bör övervakas och dokumenteras. (Kuivaketju10, 2018)

Litteraturförteckning

- Kaski, C. (den 16 3 2017). Nya verksamhetssätt ska minska fukt- och mögelproblem. *Yle Nyheter*.
- Kuivaketju10. (2016). *kuivaketju10*. Hämtat från <http://kuivaketju10.fi> den 27 11 2017
- Kuivaketju10. (2017). *Kuivaketju10*. Hämtat från <http://kuivaketju10.fi> den 10 1 2018
- Kuivaketju10. (den 13 3 2018). *Kuivaketju10-riskilista*. Hämtat från http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Riskilista_150313.pdf?x70712 den 6 4 2018
- Kuivaketju10. (den 3 12 2017). *Kosteudenhallintakoordinaattori*. Hämtat från http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/03/Kuivaketju10-Kosteudenhallintakoordinaattori_150313.pdf?x70712
- Kuivaketju10. (den 3 12 2017). *Työmaatoteutus*. Hämtat från http://kuivaketju10.fi/wp/wp-content/uploads/2018/04/Kuivaketju10-Työmaatoteutus_150313.pdf?x70712
- Miljöministeriet. (2016). *miljöministeriet*. Hämtat från <http://www.ym.fi/Rakentamismaarayskokoelma> 2017
- Miljöministeriets förordning om byggnaders fukttekniska funktion (782/2017). (den 24 11 2017). *Finlex*. Hämtat från <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2017/20170782> den 5 1 2018
- Pekka Seppälä, S. S. (2017). *Kuivaketju10*. Hämtat från <http://kuivaketju10.fi> den 27 11 2017
- Rakentamisen kosteudenhallinta. (u.d.). *Rakentamisen kosteudenhallinta*. Hämtat från <http://www.kosteudenhallinta.fi/index.php/fi/toimet/suojaus/tyoemaan-suojaus> den 6 1 2018
- Riksdagen . (den 18 10 2012). *Riksdagen*. Hämtat från <https://www.eduskunta.fi/FI/tiedotteet/Sivut/Homevaurioiden%20terveyshaittojen%20hinta%20on%20450%20miljoonaa%20euroa%20vuodessa.aspx> den 11 27 2017
- Satu Sahlstedt ja Anssi Koskenvesa, M. O. (2016). *Kuivana rakentaminen-opas rakentamisen kosteudenhallintaan*. Hämtat från https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/laatu/2016/kuivana_rakentaminen_opas_2016.pdf den 28 11 2017
- Seppälä, P., & Saari, S. (2017). *Kuivaketju10*. Hämtat från <http://kuivaketju10.fi/> den 10 1 2018