

# SKADEUTREDNING AV BETONGGOLV - bästa praxis i Finland och Sverige

Karolina Sunabacka, Annika Glader



# SKADEUTREDNING AV BETONGGOLV

## - bästa praxis i Finland och Sverige

KAROLINA SUNABACKA & ANNIKA GLADER

### SAMMANFATTNING

Flera branschorganisationer har gett ut anvisningar om bästa praxis vid skadeutredning av byggnader. En skadeutredning börjar med en inventering av byggnaden och det är beställaren som ansvarar för att den genomförs av en kompetent utredare. Både i Finland och i Sverige finns det dokumenterade metoder som man kan följa.

För att kunna genomföra lämpliga och kostnadseffektiva åtgärder vid inomhusmiljöproblem bör byggnaden utredas som en helhet. Efter den inledande utredningen gör man en första bedömning av inomhusklimatets påverkan på invånarnas hälsa och om man bör gå vidare med fördjupade konstruktions- och fukttekniska utredningar. Att mäta fukt i betong kräver kunskap hos den som utför mätningarna och tolkar resultaten. Både i Finland och i Sverige har byggbranschen gett ut anvisningar som beskriver hur man mäter den relativa fuktigheten i betongkonstruktioner. Vid renoveringen avlägsnas allt skadat material. Man bör även se till att de åtgärder man vidtar åtgärdar orsaken till fuktskadan.

Idag finns det både kunskap och hjälpmedel för att undvika fuktskador men dessa utnyttjas inte optimalt. I Boverkets byggregler rekommenderar man att det inför varje byggprojekt anlitas en fuktsakkunnig som utför en fuktsäkerhetsprojektering. Genom att följa lagar, föreskrifter och bästa praxis kan man förebygga fuktproblem i byggnader.

### ABSTRACT

Several trade associations have published best practice guidelines for the investigation of moisture damaged buildings. A building investigation begins with an inspection of the building and the contractor is responsible for ensuring that it is carried out by a competent investigator. Both in Finland and Sweden there are documented methods that can be followed.

In order to implement appropriate and effective measures when solving problems with the indoor environment, the building should be investigated as a whole. After the initial investigation, a first assessment of the indoor climate's impact on residents' health is carried out and the need for further investigations of structures and moisture is evaluated. Measuring moisture in concrete requires knowledge of the person performing the measurements and interpreting the results. Both in Finland and in Sweden, the construction industry has issued instructions that describe how to measure the relative humidity in concrete structures. All damaged material is removed during renovations. One also needs to ensure that the measures taken address the cause of moisture damage.

Today, there is both knowledge and the means to prevent moisture damage but these are not utilized optimally. In the building regulations issued by Boverket, it is recommended to engage a moisture expert to make a moisture control plan before every construction project. By following the laws, regulations and best practices it is possible to prevent moisture problems in buildings.

Utgivare: Yrkeshögskolan Novia, Wolffskavägen 33, 65200 Vasa, Finland  
© Yrkeshögskolan Novia, Karolina Sunabacka, Annika Glader  
Novia Publikation och produktion, serie R: Rapport 11/2014  
ISBN 978-952-5839-99-9 (online), ISSN 1799-4179  
Layout: Jessica Taipale / Kommunikatören

## FÖRORD

Golvkonstruktioner av betong med limmade plastmattor klassas som riskkonstruktioner på grund av deras känslighet för fukt. Skador uppstår när ytbeläggningen läggs på en betongplatta vars fukthalt överskrider ytmaterialens fukttolerans. Att utreda och åtgärda skador kan bli mycket dyrt och det lönar sig därför att systematiskt beakta fuktsäkerheten redan i byggprocessen.

Ett vanligt sätt att utreda problem med dålig inomhusluft är att redan i ett tidigt skede mäta luftens innehåll av kemiska föroreningar. Analysresultaten från dylika mätningar är dock svårtolkade. Onödiga eller onödigt omfattande saneringar har utförts baserat på felaktiga utredningsmetoder eller feltolkningar av resultaten. Oskadade ytbeläggningar har bytts ut trots att golven inte utgjort den verkliga orsaken till inomhusluftproblemet (Keinänen, 2013).

För att komma tillrätta med problemen betonas vikten av att utföra heltäckande och systematiska inomhusmiljöutredningar och de sakkunnigas kompetens. De tre viktigaste faktorerna som bör beaktas för att kunna skapa sig en helhetsbild av byggnaden är dess tekniska skick och förhållandena i inomhusmiljön, invånarnas erfarenheter och hälsotillstånd samt fastighetens skötsel. För detta arbete behövs ett multiprofessionellt samarbete och kontinuerlig kommunikation mellan de olika aktörerna. I Sverige har SWESIAQ utvecklat en metod för inomhusmiljöutredningar (SWESIAQ, 2012) och i Finland har Arbetshälsoinstitutet utvecklat en motsvarande metod (Arbetshälsoinstitutet, 2012). Därtill har man i Finland även tagit fram en specifik metod för utredning av fuktskadade betonggolv (Keinänen, 2013).

De viktigaste hjälpmedlen för att fastställa skador i golvbeläggningen är fuktmätningar och sensoriska observationer. Bygginformationsstiftelsen RTS i Finland (Bygginformationsstiftelsen RTS, 2010) och Sveriges Byggindustrier i Sverige (Sveriges Byggindustrier, 2010) har båda utarbetat anvisningar för hur man utför fuktmätningar i betongkonstruktioner. Man kan undvika fuktproblem genom att från projekteringen och genom hela byggprocessen och byggnadens livscykel följa lagar, regler, allmänna föreskrifter och bästa praxis. Genom att följa branschstandarderna ByggaF kan man säkerställa fuktsäkerheten genom hela byggprocessen (Fuktcentrum, 2014).

Denna rapport är sammanställd för projektet ”Teori möter arbetslivet (TEMA)” 2011-2014. Projektet finansierades av EU/Botnia Atlantica, Österbottens förbund, Region Västerbotten och de medverkande parterna Yrkehögskolan Novia, Umeå Universitet, Finlands Kommunförbund och Västerbottens läns landsting. Rapporten är tänkt som information till utredare och andra involverade vid skadeutredning av betonggolv och ger en överblick över bästa praxis metoder som används i Finland och Sverige.



Gränsöverskridande samarbete över fjäll och hav  
Meret, vuoret ja rajat ylittävä yhteistyö  
Grenseoverskridende samarbeid over fjell og hav  
Cross-border cooperation over mountain and sea

[www.botnia-atlantica.eu](http://www.botnia-atlantica.eu)



Österbottens förbund  
Pohjanmaan liitto

## GRUNDLÄGGANDE BEGREPP

### ALKALI

Ett basiskt ämne som producerar hydroxidjoner ( $\text{OH}^-$ ) i vatten, vilket kan mätas som ett högt pH-värde ( $> 7$ ).

### ALKALISK HYDROLYS

Sönderdelning av en kemisk förening med hydroxidjoner (d.v.s. i basisk miljö), t.ex. nedbrytning av lim och mjukgörare i PVC-matta p.g.a. alkalisk fukt i den underliggande betongen.

### EKVIVALENT MÄTDJUP

Det djup i betongen där fukthalten är densamma som vid ytan efter beläggning med ett tätt ytskikt och omfördelning av fukten.

### EMISSION

Avgivning av flyktiga ämnen till omgivningen.

### FLEC

Field and Laboratory Emission Cell, ett instrument för mätning av materialemissioner.

### GRÄNSVÄRDE

Ett värde som inte får överskridas och som styrs av föreskrifter utgivna av myndigheter.

### PVC

Polyvinylklorid. PVC är en av de vanligaste plastsorterna och används bl.a. vid tillverkning av golvmattor.

### REFERENSVÄRDE

Ett normalvärde som används som jämförelse när man ska tolka analysresultat.

### RF

Relativ fuktighet, beräknas som kvoten av den verkliga ånghalten ( $v$ ) och mättnadsånghalten ( $vm$ ), vid samma temperatur ( $RF = v/vm$ ). På engelska RH (Relative Humidity).

### RIKTVÄRDE

Anger den föroreningsnivå som bör underskridas för att undvika risk för oönskade effekter på hälsa och miljö. Om riktvärdet överskrids bör man vidta åtgärder så att riktvärdet kan hållas.

### SENSORISK BEDÖMNING

Att använda människans sinnen för att bedöma egenskaperna hos en produkt, såsom utseende och lukt.

### vct

Vattencementtalet, vct, är kvoten av mängden vatten i kg och mängden cement i kg ( $vct = \text{vatten}/\text{cement}$ ).

### VOC

Volatile Organic Compounds - Lättflyktiga organiska föreningar.

## INNEHÅLL

Sammanfattning	2
Abstract	2
Förord	3
Grundläggande begrepp	4
Innehållsförteckning	5
<b>1. ORSAKER TILL SKADOR</b>	<b>6</b>
1.1. Golvkonstruktionens uppbyggnad	6
1.2. Fuktkällor	8
1.3. Samverkan mellan fukt och material	9
<b>2. SKADEUTREDNING</b>	<b>10</b>
2.1. Inledande utredningar	10
2.2. Konstruktions- och fukttekniska utredningar	12
2.3. Analys av inomhusluft och material	13
<b>3. SANERING</b>	<b>16</b>
<b>4. ATT FÖREBYGGA FUKTSKADOR</b>	<b>19</b>
4.1. Bygglagstiftning och branschanvisningar	19
4.2. Uttorkning av betong	20
<b>5. SLUTSATSER</b>	<b>22</b>
Källförteckning	24
Bilaga 1: Metoder för inomhusmiljöutredningar	27
Bilaga 2: Metoder för fuktmätning i betong	32

# 1. ORSAKER TILL SKADOR

Platta på mark är en vanlig grundkonstruktion där en betongplatta gjuts direkt på marken. En av orsakerna till att fuktskador ofta uppkom i hus byggda på 1960- och 1970-talen med platta på mark var att värmeisolering saknades helt eller placerades ovanpå betongplattan (Kumlin, 2012). I kombination med en diffusionstät golvbeläggning (såsom plastmattor) blev den relativa fuktigheten i betongen hög och steg till kritiska nivåer under golvbeläggningen. Betongen skadas inte av fukten men nog de material som placerats ovanpå betongen. Övergolven byggdes vanligen av trä med mineralull som isolering (Figur 1a) eller som ett betongslipskikt ovanpå en isolering av cellplast (Figur 1b). Förutom fuktskador under plastmattor är det även vanligt med mikrobiell påväxt på trämaterial i dessa golv.



**FIGUR 1a.** Platta på mark med överliggande mineralullsisolering och ett skålat övergolv av trä.

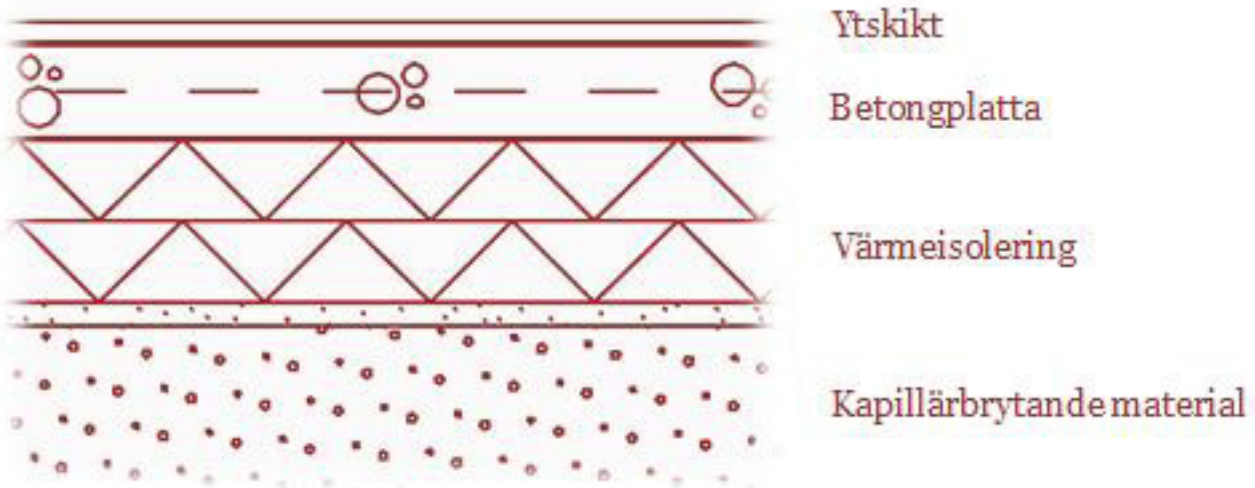
**FIGUR 1b.** Platta på mark med överliggande isolering av cellplast och ett övergolv av betong med plastmatta (Fukt- och mögeltalko, 2012).

## 1.1. GOLVKONSTRUKTIONENS UPPBYGGNAD

För att få en tillräckligt låg relativ fuktighet (RF) i betongplattan bör temperaturen i plattan vara högre än i marken (Samuelson, Arfvidsson, & Hagentoft, 2007). Det är svårt att hålla marktemperaturen tillräckligt låg under mycket breda plattor eftersom det inte går att isolera med hur tjock isolering som helst. För att minska ånghalten i betongplattan kan man placera en ångspärr på marken. Detta försvårar dock byggfukten att torka ut nedåt och måste beaktas vid golvbeläggning (Samuelson, Arfvidsson, & Hagentoft, 2007). För betonggolv med golvvärme och tät plastmatta rekommenderas att golvvärmen aldrig stängs av helt eller att man har tillräckligt med värmeisolering så att grundbotten inte värms upp. När golvvärmen stängs av sänks temperaturen och därmed ånghalten i betongplattan. Den underliggande marken svalnar betydligt långsammare och blir då varmare och fuktigare än betongplattan. Skillnaden i ånghalt driver fukten uppåt (Nilsson 2009).

För att förebygga uppkomsten av skador bör man försäkra sig om att konstruktionen är rätt byggd och att betongplattan är tillräckligt torr innan ytskikten installeras. Idag konstrueras platta på mark med en underliggande isolering av cellplast eller mineralull på ett kapillärbrytande lager av stenmaterial. Om ytskiktet är en limmad PVC-matta består underliggande lager av lim, avjämningsmassa och

primer (Figur 2). Förutom betongens fukthalt ska även den fukt som tillförs med lim, spackel och primer beaktas. Efter att ytskikten installerats får limmets och golvmattans kritiska fuktnivåer inte överskridas.



FIGUR 2. Principiell uppbyggnad av grundkonstruktionen platta på mark med underliggande värmeisolering.

**Betong** består till största delen av ballast (bergmaterial) sammanbundet av cementpasta (cement och vatten). Betongens viktigaste egenskaper är beständighet och hållfasthet. Egenskaperna bestäms främst av vattencementtalet (vct, anger förhållandet mellan vatten och cement), ballastens egenskaper och partikelstorlek samt cementtyp. För att förbättra betongens egenskaper används tillsatsmedel, såsom luftporbildande medel, accelerators, retarder, färgpigment, flytmedel, vattenreducerande medel, stabilisatorer, expander, hydrofoberande medel och krympreducerande medel. Betong i byggnadskonstruktioner kan vara platsgjuten (Figur 3) eller prefabricerad.



FIGUR 3. Platsgjutning av betong.



FIGUR 4. Avjämning av golv.

**Avjämningsmassor** används för att ge golvet en jämn yta före ytbeläggning, gjuta in golvvärme och konstruera golvlutningar i badrum (Figur 4). Under avjämningsmassan kan man lägga primer för bättre vidhäftning i underlaget. Avjämningsmassa består av fyllnadsmedel (sand), bindemedel (t.ex. aluminat- eller portlandcement), tillsatsmedel (t.ex. polymerer, flyttillsatser och polypropylenfiber) och relativt stora mängder vatten. Avjämningsmassan är pumpbar och kan vara självtut-

jämnan. I slutet av 1970-talet användes kasein som tillsatsmedel i flytspackel, vilket är en äldre benämning på avjämningsmassa. Kaseinbaserat flytspackel förbjöds på 1980-talet i Sverige eftersom kaseinet hydrolyserades i kontakt med fukt och bildade ammoniak, aminer, svavelföreningar och alkoholer, vilket gav upphov till en stickande, unken lukt. Skadorna kunde även ses som en färgförändring i PVC-mattor (Socialstyrelsen, 2006).



FIGUR 5. Limning av golvmatta.

**Lim** består av bindemedel, fyllmedel, lösningsmedel och tillsatsmedel. Limmets bindemedel kan vara upplöst i vatten eller i ett lösningsmedel och limmet stelnar då lösningsmedlet avdunstar. Enkomponentlim har inget lösningsmedel utan stelnar genom en kemisk reaktion med något ämne i luften eller efter uppvärmning. Tvåkomponentlim (t.ex. epoxilim) består av två komponenter som vid limning reagerar med varandra och startar en härdningsprocess. Vilken typ av lim som väljs vid mattläggning beror på underlaget och de krav som ställs vid applicering (Figur 5). Vid limning ska betongens fukthalt vara på en

godkänd nivå. Vid hög fukthalt ska betongen lufttorka eller torkas maskinellt. Betong med lågt vct har ett finare porsystem, vilket betyder att betongen har svårt att ta upp den extra vätska som tillförs vid limning (Sjöberg, 2001). Den här typen av betong har därtill även mycket högt pH (13-13,5) så för att undvika alkalisk nedbrytning bör man på dessa golv använda alkaliresistenta lim.

**Golvmattor** består till största delen av bindemedel, fyllmedel och tillsatsmedel. Den vanligaste typen av plastmattor tillverkas av PVC, som görs av råolja och koksalt. Plastmattor utan PVC tillverkas av en syntetisk termoplastisk polymer som t.ex. polyolefin- eller polyetenplast. Linoleummattor innehåller bindemedel av härdade vegetabiliska oljor, såsom lin- och tallolja blandat med träharts. Fyllmedel, såsom trä- eller stenmjöl, tillsätts för att dryga ut materialet samt i viss mån ge mattan önskade egenskaper. Tillsatsmedlen utgörs bl.a. av mjukgörare, stabilisatorer, processhjälpmedel och pigment. Mattor med ett högt ånggenomgångsmotstånd förhindrar att betongen torkar ut uppåt och gör att fukten koncentreras under plastmattan. Plastmattor har ett högre ånggenomgångsmotstånd än linoleummattor, vilket är en anledning till att skador framförallt uppkommer i dessa golv.

## 1.2. FUKTKÄLLOR

Det finns flera tänkbara orsaker till att ett betonggolv har så hög fukthalt att golvbeläggningen skadas, bl.a. inträngning av markfukt, kvarvarande byggfukt, rörläckage eller felaktiga städmetoder.

**Markfukt** från nederbörd och grundvatten är en av de vanligaste källorna till fuktskador i platta på mark. För att leda bort markfukten behöver man ha fungerande dagvatten- och dräneringssystem. Markfukten belastar husgrunden via kapillärstigning eller i ångfas. Kapillärstigning förhindras med ett kapillärbrytande lager under betongplattan (Figur 6) och fuktdiffusion motverkas genom att skapa en temperaturskillnad mellan platta och mark med hjälp av värmeisolering eller genom att placera en ångspärr under plattan. För att förhindra fint material att med tiden penetrera det kapillärbrytande





FIGUR 6. Kapillärstigning av fukt förhindras med ett lager makadam under grunden.

skiktet och minska den kapillärbrytande förmågan placeras en geotextilduk under skiktet (Kumlin, 2012).

**Byggfukten**, d.v.s. det överskott av fukt som finns kvar i byggnadsmaterialen från tillverkningen, måste torka

ut innan man lägger på täta ytskikt. Torktiden beror på typ av material och konstruktion samt den omgivande miljön. Den kvarvarande byggfukten i betongkonstruktioner utgörs av det vatten man blandar i betongmassan minskat med det vatten som binds kemiskt när betongen härdar. Vid ytbeläggning tillförs även en viss mängd fukt med spackel och lim. Byggfukten kan minskas genom att använda material som innehåller lite vatten och genom att täcka konstruktionerna med väderskydd under byggnadstiden.



FIGUR 7. Vanliga installationer för vatten och avlopp i ett bostadshus (Ulf Swerin, Tyresö kommun).

**Installationer**, som kräver vattentillförsel och avlopp, utgör en potentiell risk för fuktskador (Figur 7). De ytor i byggnaden som utsätts för vatten ska ha vattentäta skikt som är beständiga även mot alkalinitet, temperaturvariationer, rörelser i underlaget och som har ett tillräckligt stort ånggenomgångsmotstånd. Även fogar, anslutningar, infästningar och genomföringar ska vara vattentäta.

Vid **rengöring** kommer både invändiga och utvändiga ytor i kontakt med fukt. Vid felaktig rengöringsmetod kan vattnet skapa fuktskador i konstruktionerna. Olika golvmaterial ställer olika krav på hur städningen ska utföras.

### 1.3. SAMVERKAN MELLAN FUKT OCH MATERIAL



FIGUR 8. Alkalisk hydrolysis av lim (Keinänen, 2013).

Alkalisk fukt i betong kan bryta ned organiska material såsom plastmattor, golvlim, olje- och naturmaterialsbaseade produkter och kaseinspackel (alkalisk hydrolysis). Vid nedbrytningen bildas en mängd flyktiga organiska föreningar (VOC), vilka kan tränga igenom golvmattan till inomhusluften. Nedbrytningsprodukterna transporteras även nedåt i betongkonstruktionen och kan fortsätta ge upphov till dålig inomhusluft om man vid en sanering enbart byter ut ytmaterialen (Sjöberg, 2001). Indikationer på alkalisk hydrolysis kan vara hälso- och luktproblem, missfärgningar i mattan

eller att mattan lossnat från underlaget (kantresning eller blåsor). För att en konstruktion ska klassas som fuktskadad räcker det med att den någon gång varit så fuktig att alkalisk hydrolys kommit igång. Genom att göra hål i mattan kan man sensoriskt identifiera om limmet förtvålats (Figur 8). Nedbrytningsprodukterna från golvmatta och lim kan även identifieras genom att mäta VOC emissioner.

Det finns många olika källor till luftföroreningar inomhus, bl.a. utomhusluft, byggnadsmaterial, inredning, hushållsprodukter, aktiviteter (såsom matlagning, städning, underhåll och hobbyverksamhet) och människor. Det bildas även nya ämnen genom kemiska reaktioner (sekundära emissioner). Koncentrationerna varierar beroende på årstid, temperatur, luftfuktighet, människors närvaro, byggnadens ålder och ventilation (Socialstyrelsen, 2006). Man har inte kunnat påvisa några direkta hälsoeffekter av de låga VOC-koncentrationer som vanligen förekommer inomhus. Däremot kan förekomsten av vissa VOC indikera fuktproblem i byggnaden. Vid alkalisk nedbrytning av PVC-mattornas mjukgörare och limmets akrylatpolymer bildas bl.a. alkoholer såsom 2-etyl-1-hexanol och 1-butanol. Små mängder av dessa föreningar frigörs även som primäremissioner, d.v.s. emissioner från de kemiska beståndsdelarna i oskadade material. Fuktskador under linoleummattor har visat sig ge upphov till sekundäremissioner av flyktiga organiska fettsyror, aldehyder och alkoholer. I fuktiga miljöer kan även mikrobiella skador ge upphov till lättflyktiga organiska ämnen (MVOC).

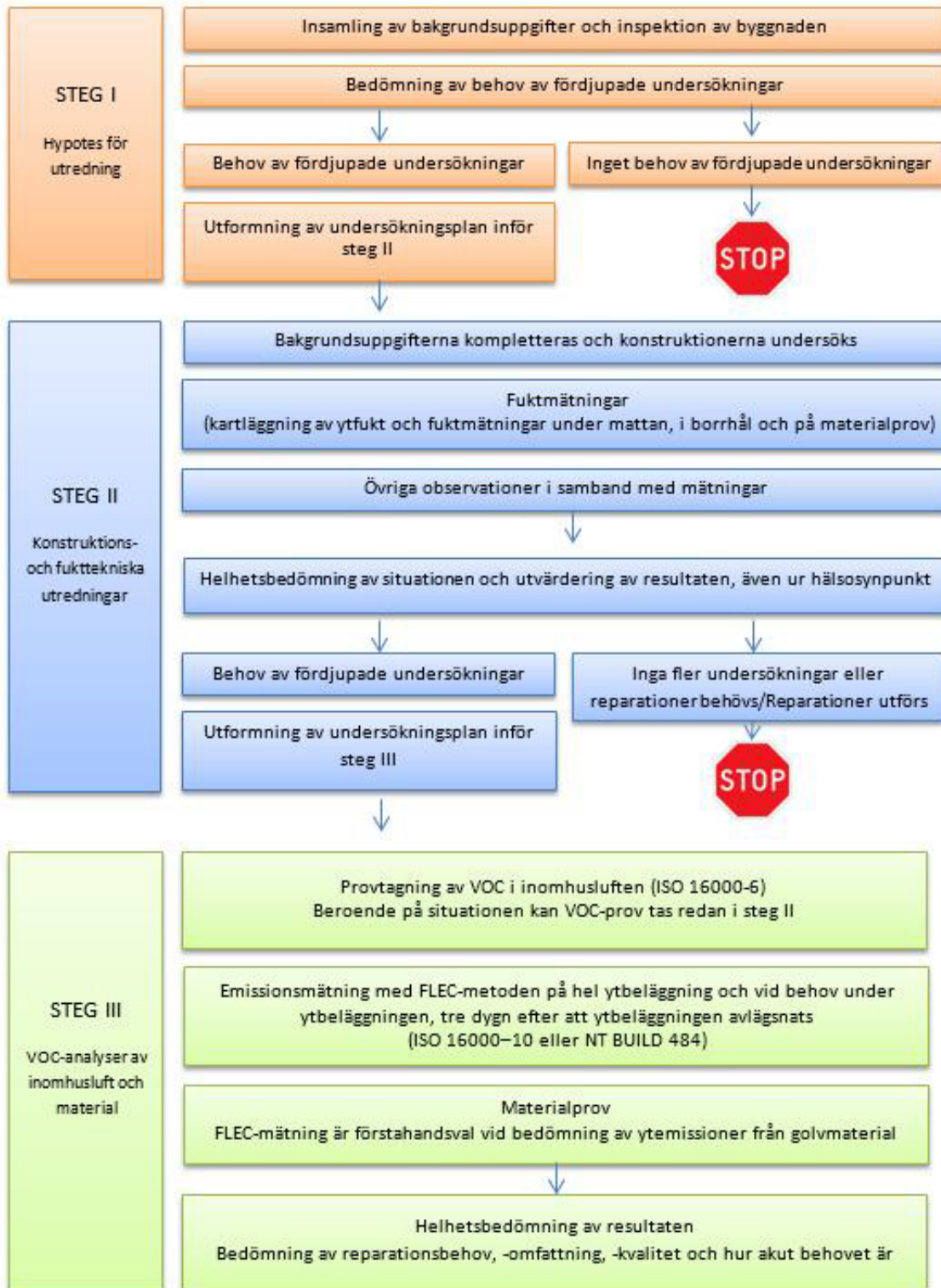
## 2. SKADEUTREDNING

---

Den som beställer en skadeutredning ansvarar för att den genomförs på ett tillförlitligt sätt genom att anlita en kompetent skadeutredare. Utredarens uppgift är att försöka finna sådana brister i byggnaden eller verksamheten som, enligt vetenskap eller beprövad erfarenhet, brukar leda till dålig inomhusmiljö och att föreslå åtgärder för hur man eliminerar eller minskar problemen. Renoveringsbehoven bedöms efter att bakgrundsinformation samlats in och man utfört en heltäckande inventering. Vid behov kompletteras inventeringen med fördjupade undersökningar av konstruktioner och mätningar av t.ex. fukt, mögel och kemiska emissioner. Om provtagning blir aktuellt måste man alltid säkerställa tillförlitligheten i resultaten. Den som tar prov ska kunna påvisa yrkeskompetens, metoderna ska vara beprövade och analyserna ska utföras av ett ackrediterat laboratorium.

I alla utredningar är det viktigt att få en så heltäckande bild av byggnaden som möjligt innan man utreder en enskild konstruktion. Utredningsmetoderna har som mål att ge kostnadseffektiva, välmotiverade och heltäckande utredningar. I Sverige har en utredningsmetod utvecklats av SWESIAQ, Swedish Chapter of International Society of Indoor Air Quality and Climate (SWESIAQ, 2012). En motsvarande utredningsmetod har utarbetats av Arbetshälsoinstitutet i Finland (Arbetshälsoinstitutet, 2012). Dessa metoder beskrivs närmare i Bilaga 1. Man har i Finland även tagit fram en specifik metod för utredning av fuktskadade betonggolvsom bygger på bästa praxis (Figur 9).

På sin webbplats ger SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, ett statligt ägt forskningsinstitut och affärsbolag, en beskrivning av deras metod för skadeutredning av golvs. Först utförs en inventering som bl.a. innefattar fuktindikeringar för varje kvadratmeter golvyta, okulära iakttagelser, förekomst av avvikande lukter och mätning av fuktkvot. Inventeringen kompletteras vid behov med noggrannare fuktmätningar och provtagningar. Konstruktionen öppnas där det finns indikationer på skador, t.ex.



FIGUR 9. Flödesschema över metod för skadeutredning av betonggolv med plastmatta (Keinänen, 2013).

förhöjd fuktkvot eller unken lukt. Referenspunkter väljs där man inte kunnat se några tecken på skador. Åtgärdsförslag ges först då man efter utredningarna känner till händelseförlopp, utbredning och orsak till skador. Åtgärdena kan innebära att material byts ut, att konstruktioner ventileras mekaniskt eller att konstruktionen helt byggs om (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2013).

## 2.1. INLEDANDE UTREDNINGAR

Den hypotes som ofta ligger till grund för en inomhusmiljöutredning är att de hälsoproblem som förekommer i byggnaden förorsakas av dålig luftkvalitet. Utredningens syfte är då att försöka finna källor till luftföroreningar. Den ansvarige utredaren börjar med att samla in information om hälsoproblemen, fastighetens skick och underhåll, tidigare utförda undersökningar av byggnaden och de tekniska systemen samt tidigare utförda luft- och materialprovtagningar. Det är fastighetsägaren som har ansvar för fastighetens skötsel och underhåll och är oftast den som beställer en utredning och utser en ansvarig utredare. Den ansvarige utredaren samlar in bakgrundsuppgifterna, inspekterar byggnaden och rapporterar om identifierade problem (Figur 9). Företagshälsovården utreder samtidigt förekomsten och omfattningen av hälsoproblemen.

Efter de inledande utredningarna gör man en bedömning av inomhusklimatets betydelse för hälsan och om man bör gå vidare med fördjupade konstruktions- och fukttekniska utredningar. Fördjupade utredningar av golvkonstruktionerna behövs om man vid inspektionen observerat att:

- Golvbeläggningen har synliga skador, missfärgningar eller är utsliten:
  - ↳ Ytbeläggningen byts ut. Man kan dock behöva fördjupade utredningar för att renoveringen ska kunna utföras rätt.
- Det finns misstankar om dolda fuktskador i golvkonstruktionen:
  - ↳ Fördjupade fukttekniska utredningar behövs.
- Det finns avvikande lukter i inomhusluften och/eller dålig ventilation:
  - ↳ Fördjupade utredningar för att identifiera källan, t.ex. lokalisera luftläckage med hjälp av spårgas. Man bör säkerställa att ventilationen fungerar och är balanserad.
- Enligt företagshälsovården tyder hälsoproblemen tyder på att det kan finnas skador i golvbeläggningen (trots att det inte finns några synliga tecken):
  - ↳ Fördjupade utredningar krävs.

De byggnader som utreds vid misstanke om fuktskadad golvbeläggning behöver inte evakueras före man gjort fördjupade utredningar och kan dra välgrundade slutsatser om renoveringsbehoven (Keinänen, 2013). Företagshälsovården ska ändå, från fall till fall, bedöma behovet av omflyttning av enskilda individer som upplever symptom. Ibland kan orsakerna till problemen framkomma redan vid den inledande inventeringen. Om orsakerna till problemen är oklara gör utredaren upp en plan över de fördjupade konstruktions- och fukttekniska utredningar som behövs för att fastställa orsakerna.

## 2.2. KONSTRUKTIONS- OCH FUKTTEKNISKA UTREDNINGAR

Fukthalten i betong mäts bl.a. vid kontroll av uttorkning under byggtiden, vid utredning av omfattning och orsaker till fuktskador och för att bedöma uttorkningsbehovet för en fuktskadad konstruktion. Bygginformationsstiftelsen RTS i Finland (Bygginformationsstiftelsen RTS, 2010) och Sveriges

Byggindustrier i Sverige (Sveriges Byggindustrier, 2010) har båda utarbetat anvisningar för hur man utför fuktmätningar i betongkonstruktioner (Bilaga 2).

De viktigaste hjälpmedlen för att fastställa om det finns skador i golvbeläggningen är fuktmätningar och sensoriska observationer (Figur 10). Uttorkningsprocessen i en konstruktion påverkas, förutom av begynnelsefukthalten, också av konstruktionens uppbyggnad, ytbeläggning och omgivning. Bakgrundsuppgifterna om byggnaden kompletteras därför vid de fördjupade utredningarna med information om golvkonstruktionens uppbyggnad, reparationshistorik och ytmaterial (bl.a. innehåll, egenskaper, skötsel, ålder och eventuella emissionsklassificeringar). I nya byggnader uppskattar man om golvkonstruktionen varit tillräckligt torr vid golvbeläggningen. I äldre byggnader har konstruktionen vanligen torkat och det kan vara svårare att fastställa fukthalten vid byggnadsskedet. Eftersom man idag ännu inte vet vilka luftföroreningar som ger människor hälsoproblem när de vistas i utrymmen med fuktskadade golvmattor bör man endast i sista hand mäta kemiska emissioner (Keinänen, 2013).



FIGUR 10. Sensoriska observationer är viktiga vid en skadeutredning.

Vid den fukttekniska utredningen kan riktgivande ytfuktmätare användas inledningsvis för att lokalisera ytor med avvikande fukthalt. Eventuella fuktindikationer bör senare verifieras med andra, mera noggranna mätmetoder (Bilaga 2). Parallellt med fuktmätningarna utför man även sensoriska undersökningar under ytbeläggningen (såsom avvikande färg och lukt, limmets konsistens och golvmattans vidhäftning till underlaget). Ventilationen och temperaturen i utrymmena bör också beaktas vid bedömningen.

Vid utvärdering av resultaten från fuktmätningar och sensoriska undersökningar bedöms om fukthalten i golvets ytkonstruktion någon gång överskridit kritiska nivåer, även om fukthalten vid mättillfället är under den kritiska nivån.

- Vid upptäckt av tydligt avvikande fuktbelastning och lukt:
  - ⇒ Golvet behöver renoveras och man bör göra en bedömning av hur brådskande åtgärderna är.
- När golvbeläggningen är sliten och/eller den är olämplig för den befintliga konstruktionstypen, för användningsändamålet och vid stark misstanke om att beläggningen förorsakar försämrade inomhusluft:
  - ⇒ Uppenbart behov av brådskande renovering.
- Om man misstänker att fukthalten är eller har varit förhöjd och/eller när materialegenskaperna är okända och/eller resultaten från de sensoriska undersökningarna avviker från det normala:
  - ⇒ Fördjupade utredningar av emissioner för att bedöma renoveringsbehovet.
- Om man kan konstatera att fukthalten i konstruktionen har varit under den kritiska fuktnivån under hela dess livscykel, den sensoriska undersökningen inte ger några avvikande resultat samt materialen är av god kvalitet och i gott skick (eventuellt M1-klassade):
  - ⇒ Inga fortsatta utredningar eller renoveringar behövs.

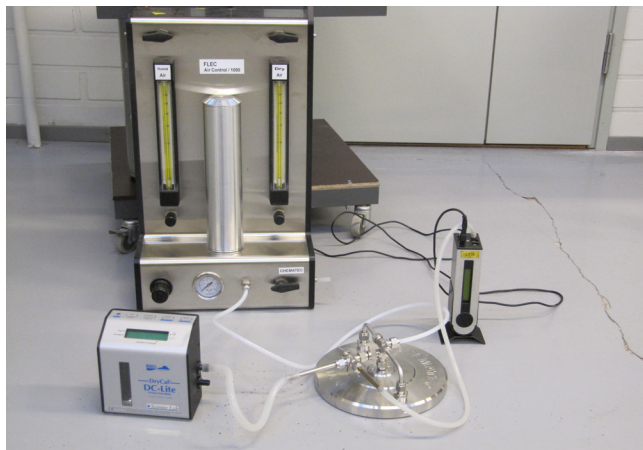
Efter utredningen bedömer man om golven bör renoveras, om det behövs fler fördjupade utredningar,

ventilationen bör effektiviseras eller temperaturen sänkas. Vid bedömningen identifierar man de utrymmen i byggnaden där det finns risk för att ytbeläggning är fuktskadad och hur skadorna påverkar inomhusmiljön. Golvmattor byts ut enbart på goda grunder efter att byggnaden helhetsgranskats på ett kompetent sätt. Särskilt om området är stort kan kostnaderna för renovering blir stora. I vissa fall kan man renovera och följa upp effekterna i mindre utrymmen och efter det besluta om fortsatta åtgärder för resten av byggnaden. Om det misstänkta problemområdet är begränsat, och kostnaderna för en renovering blir mindre än vid fördjupade utredningar, lönar det sig att överväga att renovera utan fler utredningar.

### 2.3. ANALYS AV INOMHUSLUFT OCH MATERIAL

Resultaten från mätning av VOC i luft och på material är ofta svåra att tolka och bör därför användas först när andra undersökningsmetoder inte kunnat ge ett entydigt svar. Behovet av VOC-mätningar beror på problemen i byggnaden, på de symptom som utrymmets användare har, på resultaten från fuktmätningarna och på de sensoriska observationerna. Provtagningarna ska följa ett schema för att resultaten ska gå att jämföra med varandra. Om fuktmätningarna inte visat på avvikande fukthalter väljs platserna för VOC provtagning enligt:

- Kunskap om tidigare fuktavvikelser (t.ex. under byggnadsskedet eller vid eventuella vattenläckage).
- Utrymmen med avvikande lukt.
- Utrymmen där användare upplever symptom.



**FIGUR 11.** VOC-mätning med FLEC utförs på en oskadad golvyta.

VOC-mätning med FLEC utförs på en oskadad golvyta enligt NT Build 484 eller ISO 16000-10 (Figur 11). Först mäter man i utrymmen där man misstänker att emissionerna är som lägst och därefter i utrymmen med högre emissioner. Ett referensprov taget i samma byggnad och från samma konstruktionstyp är oftast det viktigaste hjälpmedlet vid tolkning av resultaten. FLEC-mätning kan även utföras på betongytan under mattan, dock tidigast tre dygn efter att den avlägsnats. Denna typ av mätning utförs vanligen inför renovering av svårt skadade ytbeläggningar för att få en uppfattning om mängden VOC som trängt ner och deponerats i betongen.

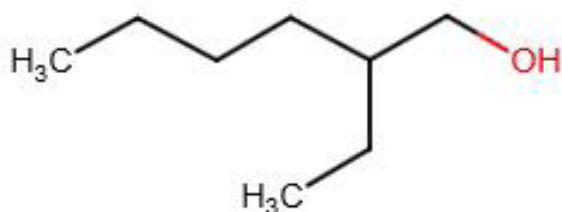
Man kan även mäta VOC i betongkonstruktionen genom att ta ut materialprov från olika djup. Emissionsmätning på materialprov ger totalemissionen för hela provet, inte enbart ytemissioner såsom vid FLEC-mätning. Materialprov tas vanligen när FLEC emissionerna skiljer märkbart mellan prov och referens. Man kan med denna metod även identifiera de svårflyktiga föreningar som finns under ytskiktet och inuti materialet, vilka inte alltid syns i VOC-prov från inomhusluften eller vid FLEC-mätning. Vanligen tas materialprov genom att man skär ut en 10 x 10 cm bit av mattan och sänder det till ett laboratorium för analys. Olika materialprov från samma konstruktion kan ge varierande resultat eftersom mängden lim, avjämningsmassa, primer och betong varierar. Laboratori-

erna har även utvecklat egna metoder för analys av materialprover, vilket betyder att analyser gjorda av olika laboratorier kan skilja sig från varandra. Resultaten från emissionsmätningarna jämförs med referensvärden eller resultaten från jämförelsepunkterna:

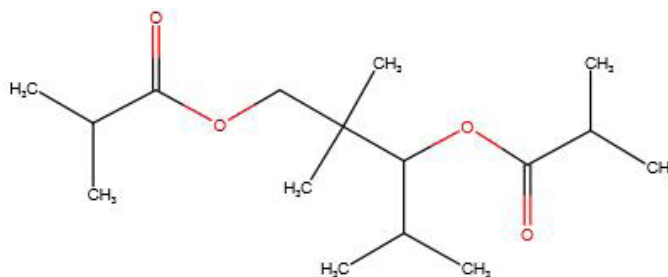
- Om provresultaten är klart förhöjda:
  - ⇒ Golvet behöver renoveras och man bör göra en bedömning av hur brådskande åtgärderna är och om riskerna för hälsan.
- Om provresultaten är något förhöjda:
  - ⇒ Renoveringsbehovet är inte akut men man bör bedöma behovet av fortsatta utredningar eller effektivisering av ventilationen. Om den undersökta ytan är liten bör kostnaden för fortsatta utredningar sättas i relation till kostnaderna för renovering.
- Om provresultaten är normala:
  - ⇒ Inget behov av renovering.

För arbetsmiljö finns det fastslaget hygieniska gränsvärden för några av de kemiska ämnen som förekommer inomhus. Dessa gränsvärden är främst avsedda för att begränsa de anställdas exponering för ämnen som hanteras i verksamheten, d.v.s. för industriell arbetsmiljö. I Sverige är det Arbetsmiljöverket som ger ut föreskrifter om hygieniska gränsvärden (AFS, 2011:18), i Finland Social- och hälsovårdsministeriet (Social- och hälsovårdsministeriet, 2012). Koncentrationerna är oftast mycket högre i industriell miljö än i andra typer av arbetsmiljöer t.ex. kontorsbyggnader. Arbetshälsoinstitutet i Finland har därför publicerat egna referensvärden för identifiering av problem på kontorsarbetsplatser (Arbetshälsoinstitutet, 2011 a).

Det finns idag inga gränsvärden för kemiska ämnen i inomhusluften i bostäder och andra vistelseutrymmen, däremot kan man vid utredningar använda de riktvärden som getts ut av nationella myndigheter och WHO (WHO, 2010). Som stöd vid bostadsinspektioner har Social- och hälsovårdsministeriet i Finland gett ut publikationen *Anvisning om boendehälsa* (Social- och hälsovårdsministeriet, 2003). I den återfinns riktvärden för ett fåtal kemiska föreningar. I Sverige har Socialstyrelsen gett ut rapporten *Kemiska ämnen i inomhusmiljön*. Rapporten beskriver några vanliga kemiska ämnen i inomhusmiljö och typiska koncentrationer i bostäder och kontor (Socialstyrelsen, 2006). Dessa referensvärden gäller dock allmänt för kemiska ämnen i inomhusmiljö, inte specifikt för emissioner från golvbeläggningar.



FIGUR 12. 2-Etyl-1-hexanol.



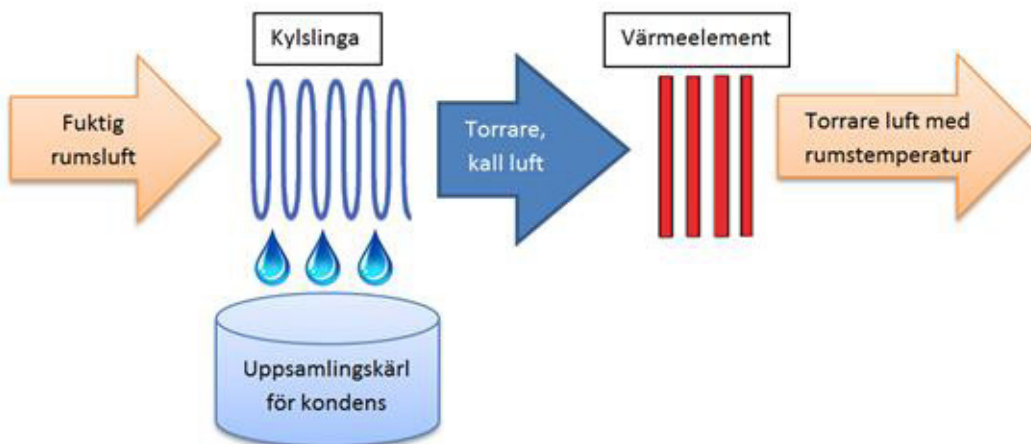
FIGUR 13. TXIB (2,2,4-trimetyl-1,3-pentandiol diisobutyrat).

I Finland har tillsynsverket Valvira gett ett utlåtande till Regionförvaltningsverket om tolkning av VOC-mätningar i bostäder (Valvira, 2011). I utlåtandet anger Valvira referensvärden för två vanliga

föreningar i inomhusluften i bostäder med PVC-mattor (Figur 12 och 13):  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för 2-etyl-1-hexanol (alternativt  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  om beräknat som toluenekvivalenter) och  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  för TXIB (2,2,4-trimetyl-1,3-pentandiol diisobutytrat) (alternativt  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  om beräknat som toluenekvivalenter). Dessa referensvärden är baserade på erfarenheter från övervakning och forskning. Om referensvärdena överskrids innebär detta inte en direkt hälsorisk utan indikerar snarare att inomhusluftens kvalitet är avvikande och att man genom vidareutredning behöver lokalisera källorna till föreningarna. För andra vanliga VOC i inomhusluften i bostäder och från FLEC-mätning på betonggolv med plastmatta hänvisas man till VTT:s referensvärden (Järnström, 2007).

### 3. SANERING

Det finns flera metoder för torkning av fuktskadade konstruktioner. Valet av metod beror bl.a. på konstruktion och tidtabell. En **avfuktare** syftar till att minska fukthalten i rumsluften. Det leder i sin tur till att fukten i konstruktionerna avges snabbare till luften. Det finns olika typer av avfuktare på marknaden. En kondensavfuktare drar rumsluften över en kylslinga för att kondensera fukten (Figur 14) medan en sorptionsavfuktare blåser den fuktiga luften genom ett absorberande material. Vid lägre temperaturer är sorptionsavfuktare mer effektiva än kondensavfuktare och används ofta i uppvärmda hus, källare, kryppgrunder och vindar.



FIGUR 14. Schematisk bild av funktionen hos kondensavfuktare.

Torkningen sker mycket snabbare med olika uppvärmningsmetoder än med avfuktare. Metoderna kan även kompletteras med avfuktare för att avlägsna fukten ur luften. Vid uttorkning med **infravärme** höjer den infraröda strålningen temperaturen i materialet och ökar därmed avdunstningen. En nackdel med infravärmare är att de kräver mycket energi. Metoden kräver även goda kunskaper om fukt och byggnadsteknik eftersom det finns risk för brand, att fukten förflyttar sig till en annan konstruktionsdel eller att man får problem med mögel. Torkning med **mikrovågor** förångar fukten i konstruktionen (Figur 15). Fukten ventileras därefter ut med en fläkt eller avlägsnas med en avfuktare. Användningen av denna teknik kräver myndigheternas tillstånd. I Sverige är det Strålsäkerhetsmyndigheten (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2012) och i Finland Strålsäkerhetscentralen (Strålsäkerhetscentralen, 2001) som har tillsynen över verksamheten.





FIGUR 15. Torkning av betonggolv med mikrovågsteknik.



FIGUR 16. En fuktspärr förhindrar fukttransporten upp genom betongytan.

Betongbjällklag, som innehåller deponerade föroreningar, bör i första hand saneras genom att **avlägsna allt skadat material**. Vanligen skalar man bort 5-10 cm eller mer av betongens yta. I vissa fall är det dock inte möjligt att ta bort så mycket på grund av minskande hållfasthet. Om man inte kan avlägsna allt skadat material bör man åtminstone se till att kvarvarande emissioner inte når inomhusluften. För att avlägsna emissioner ut golvet kan man **höja temperaturen** i rummet till 30-35°C under två veckor samtidigt som ventilationen ökas.

Man kan även stänga in fukt och emissioner genom att försegla betongbjällklaget med en **fukt-, alkali- eller emissionsspärr**. En fuktspärr ska förhindra fukttransporten, en alkalispärr alkalitransporten och en emissionsspärr VOC-transporten upp genom betongytan för att undvika skador och försämrad luftkvalitet (Figur 16). Vid nybyggnation finns inga deponerade nedbrytningsprodukter i betongen. Då önskar man förhindra att skada uppkommer på grund av byggfukt. Med en fukt- och alkalispärr kan man undvika att alkalisk fukt transporteras upp från betongen och bryter ned limmet. När det gäller sanering av fuktskadade bjällklag beror valet av spärr på om golvet är torrt eller fuktigt.

Vid sanering av golv med låg fukthalt (där byggfukten har torkat ut och det inte finns någon tillförsel av markfukt) och hög koncentration av deponerade kemiska nedbrytningsprodukter räcker det vanligen med en emissionsspärr. Vid sanering av konstruktioner med kontinuerligt hög fuktbelastning från marken och där mattlimmet är förtvålrat måste man både åtgärda de deponerade föroreningarna och förhindra att ny fuktskada uppstår. Man bör då välja ett spärrskikt som fungerar både som fukt-, alkali- och emissionsspärr. Vid en undersökning på Chalmers visade det sig att epoxibaserade produkter fungerade bäst som fukt-, alkali- och emissionsspärr (Sjöberg, 2001). Enligt Arbetsmiljöverket i Sverige får lågmolekylär epoxiplastkomponent inte användas som fuktspärr, alkalispärr eller annan liknande emissionsspärr om det finns andra alternativ (AFS, 2005:18). Vid sanering av golv med påskjutande markfukt kan det därför vara bäst att göra en ombyggnad av konstruktionen och installera ett säkert fuktskydd eller ett ventilerat golv.

För att förhindra fukttransport från marken behöver det finnas värmeisolering och fuktspärrande skikt under platta på mark. Detta är svårt att åtgärda i en befintlig konstruktion eftersom det krävs att man river upp betongplattan. Vid renovering av denna konstruktionstyp måste den nya övergolvkonstruktionen tåla den höga fuktbelastningen. Ett **mekaniskt ventilerat golv** tål att installeras på fuktigt underlag utan att det uppstår fukt- och mögelskador. Samtidigt torkar ventilationen upp betongplattan på sikt. Ett mekaniskt ventilerat övergolv ventilerar även ut rester av deponerade nedbrytningsprodukter så att de inte når inomhusluften (Figur 17). Metoden passar även för att åtgärda problem med radon (Gustavsson, 2006).



FIGUR 17. Mekaniskt ventilerat golv.



FIGUR 18. Distansmatta för mekaniskt ventilerade golv (Gustavsson, 2006)

Luftspalten i ett ventilerat golv skapas med hjälp av en uppreglad golvkonstruktion (Figur 17) eller en distansmatta (Figur 18). Rumsluften dras ned till luftspalten via luftintag och transporteras ut från golvet via frånluftskanaler med en fläkt. För att få ett fungerande ventilerat golv, utan otätheter och med jämna luftrörelser under hela golvytan, måste tilluftsintag, frånluftskanaler och fläktar placeras och installeras på ett korrekt sätt.

Sveriges tekniska forskningsinstitut (SP) har ett certifieringssystem (P-märkning) för mekaniskt ventilerade golv (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2003). En P-märkt produkt

betyder att den är granskad, utvärderad, prövad och fungerar som det är tänkt. P-märkningen lägger även stor vikt vid kvalitetssäkring av golvinstallationen. De viktigaste kraven på ett mekaniskt ventilerat golv är att:

- Luften strömmar utmed hela underlaget så att fukt och emissioner avlägsnas.
- Den allmänna ventilationen inte påverkas negativt.
- Golvkonstruktionen är tät så att luften strömmar såsom det är tänkt.
- Tilluftsintagen har luftfilter som förhindrar att damm och smuts förs ned i ventilationsspalten.
- Systemets utformning uppfyller kraven på fuktsäkerhet och beständighet.
- Frånluftskanalerna isoleras i kalla utrymmen för att undvika kondens.
- Avluftsinstallationer och fläkthus utformas så att lukt eller föroreningar inte förs tillbaka in i bostaden.
- Systemet alarmerar vid driftstopp.
- Drift- och underhållsanvisningar används för att säkerställa framtida funktion.

Man bör även se till att de åtgärder man vidtar vid sanering avlägsnar orsaken till fuktskadan. Utrymmet städas noggrant innan det tas i bruk igen, annars finns det risk att hälsoproblemen kvarstår (Arbetshälsoinstitutet, 2011 b).

## 4. ATT FÖREBYGGA FUKTSKADOR

Fuktproblem undviks genom att från projekteringen och genom hela byggprocessen och byggnadens livscykel följa lagar, regler, allmänna föreskrifter och bästa praxis. Det är viktigt att torktider, årstid och väderlek beaktas vid uppgörande av byggherrens upphandlingsdokument och vid uppgörande av tidplaner för bygget. En alltför stram tidplan försämrar möjligheterna att nå tillfredsställande fuktförhållanden och god kvalitet.

För att öka kompetensen om fuktsäkert byggande arrangeras olika typer av kurser och utbildningar. På svenskt håll utbildar bl.a. Fuktcentrum, Sveriges Byggindustrier och SBR Byggnadsingenjörerna aktörerna i branschen. I Finland arrangerar bl.a. byggindustrins utbildningscenter RATEKO, branschorganisationerna RIL och SULVI samt vuxenutbildningscentralen Amiedu de förberedande utbildningar som krävs inför fuktmätningcertifiering. Därtill ordnar organisationer och företag ofta egna interna skolningar.

### 4.1. BYGGLAGSTIFTNING OCH BRANSCHANVISNINGAR

Riksdagen stiftar lagar, regeringen skriver förordningar och myndigheterna ger ut föreskrifter, vilka alla är tvingande bestämmelser. Parallellt med de tvingande bestämmelserna ger myndigheterna också ut allmänna råd.

**Markanvändnings- och bygglagen** i Finland innehåller bestämmelser om områdesanvändning och byggande. Syftet med lagen är att skapa en hälsosam, säker och trivsamt livsmiljö. Lagen anger att: *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* (Markanvändnings- och bygglagen, 5.2. 1999/132).

**Finlands byggbestämmelsesamling** omfattar byggnadstekniska föreskrifter och anvisningar som kompletterar markanvändnings- och bygglagen. Miljöministeriet ansvarar för den allmänna styrningen och övervakningen av byggandet i Finland och upprätthåller byggbestämmelsesamlingen. Del C2 om fukt anger att byggnaden ska projekteras och utföras så att den inte medför hygien- eller hälsorisk på grund av fukt (Finlands byggbestämmelsesamling).

**Branschanvisningar** ges i Finland ut av Bygginfo (Rakennustieto, den finska motsvarigheten till Svensk Byggtjänst), som är ett informationstjänstföretag som ägs av Bygginformationsstiftelsen RTS. Bygginfo publicerar anvisningar i form av digitala informationskort för olika områden inom byggbranschen. Bygginfo har även publicerat referensverket RYL, som används vid projektering för att

beskriva byggobjektets tekniska kvalitetsnivå och för utförande i enlighet med god byggnadssed – en byggbranschens bästa praxis (motsvarar AMA i Sverige). I SisäRYL 2013 ”Allmänna kvalitetskrav på byggnadsarbeten - Inomhusarbeten vid husbyggnad” beskrivs de tekniska kraven som ställs på byggprodukter och arbetets utförande, bl.a. ytbeläggning av betonggolvet. Genom att hänvisa till RYL i projekteringsdokumenten blir dess bestämmelser gällande i projektet. Förutom RYL har man även gett ut anvisningar såsom:

- RT- kort: Information om planering och byggande enligt god byggnadssed.
- VVS- kort: Huseteknik.
- SIT- kort: Inredning av byggnader.
- Ratu- kort: Byggnadsplanering.
- KH- kort: Fastighetsskötsel.

**Plan- och bygglagen (PBL)** styr hur mark, vatten och byggande planeras i Sverige. PBL innehåller bland annat föreskrifter om detaljplaner, bygglov, bygg tillsyn och byggnadsnämndernas verksamhet. I lagens kapitel 8 anges krav på byggnadsverk och byggprodukter. I kapitlet sägs i allmänna ordalag att byggnaden ska vara lämplig för sitt ändamål och ska ha de tekniska egenskaper som är väsentliga för hälsa, miljö och hygien (Plan- och bygglagen, 2010:900).

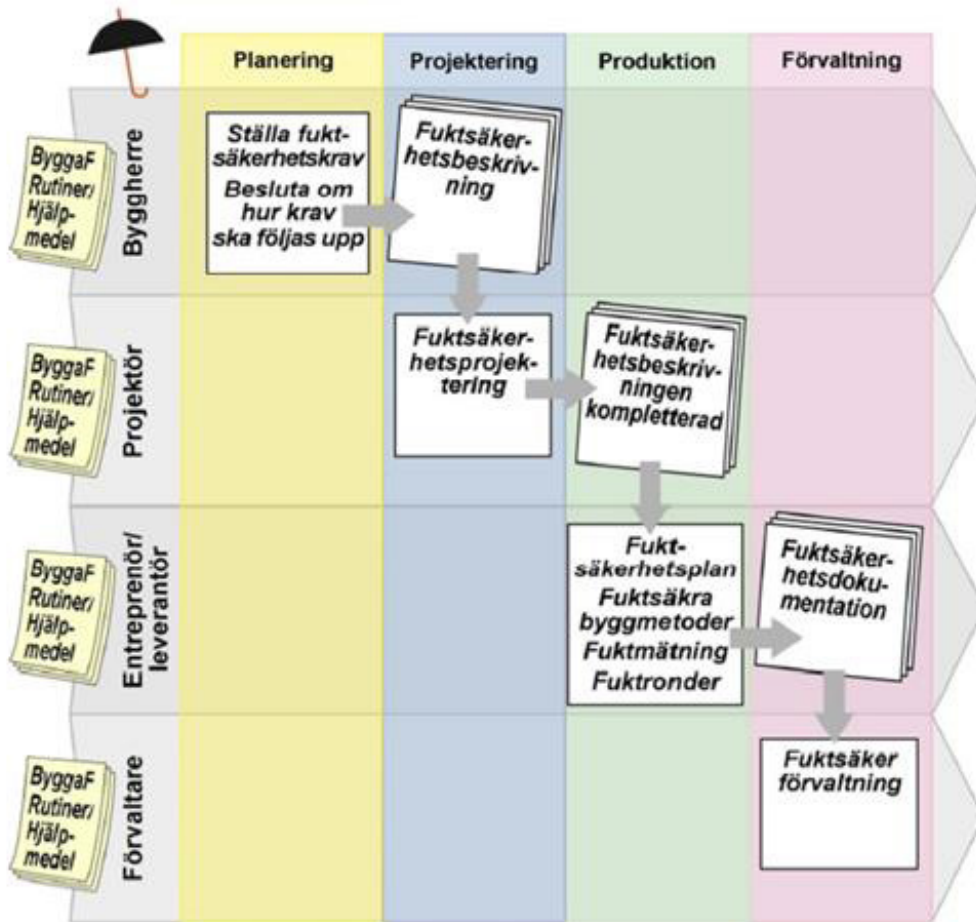
**Miljöbalken** är en ramlag som samlat ett antal lagar som rör miljö- och hälsoskydd. Att äga och driva en fastighet räknas som verksamhet som faller under miljöbalken. Det är ägaren eller nyttjanderättshavaren som ska vidta de åtgärder krävs för att förhindra uppkomsten av olägenheter för människors hälsa (Miljöbalken, 1998:808).

**Boverkets byggregler (BBR)** beskriver hur bygglagen ska tolkas. BBR innehåller både föreskrifter som är lagtext och allmänna råd. Boverket är Sveriges förvaltningsmyndighet för frågor om byggd miljö. BBR föreskriver i avsnitt 6:5 att byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, elak lukt eller hygieniska olägenheter och mikrobiell tillväxt som kan påverka människors hälsa. Kraven verifieras med hjälp av fuktsäkerhetsprojektering, vilket innebär systematiska åtgärder i projekteringskedet som syftar till att säkerställa att en byggnad inte får skador som direkt eller indirekt orsakas av fukt. Här ingår även de förutsättningar som gäller i produktions- och förvaltningskedet för att säkerställa byggnadens fuktsäkerhet (Boverkets byggregler).

**Branschanvisningar** ges i Sverige ut av Svensk Byggtjänst. Referensverket AMA (Allmän material- och arbetsbeskrivning) anger allmänna krav på material, utförande och slutresultat för vanliga arbeten i byggproduktionen. Kraven baserar sig på bästa praxis, d.v.s. av branschen allmänt accepterad kvalitet, beprövad teknik och fackmässigt utförande. AMA används ofta som kvalitetsbeskrivning i byggprojekt. Angående betonggolvet finns anvisningar i AMA Hus 11 ”Allmän material- och arbetsbeskrivning för husbyggnadsarbeten” under koden MFH 11 ”Golvet beläggs med matta eller plattor av gummi på betong eller lättbetong”. AMA:s MFH-kod anges vid planering och byggande och kan vara vägledande i tvistefrågor.

## 4.2. UTTORKNING AV BETONG

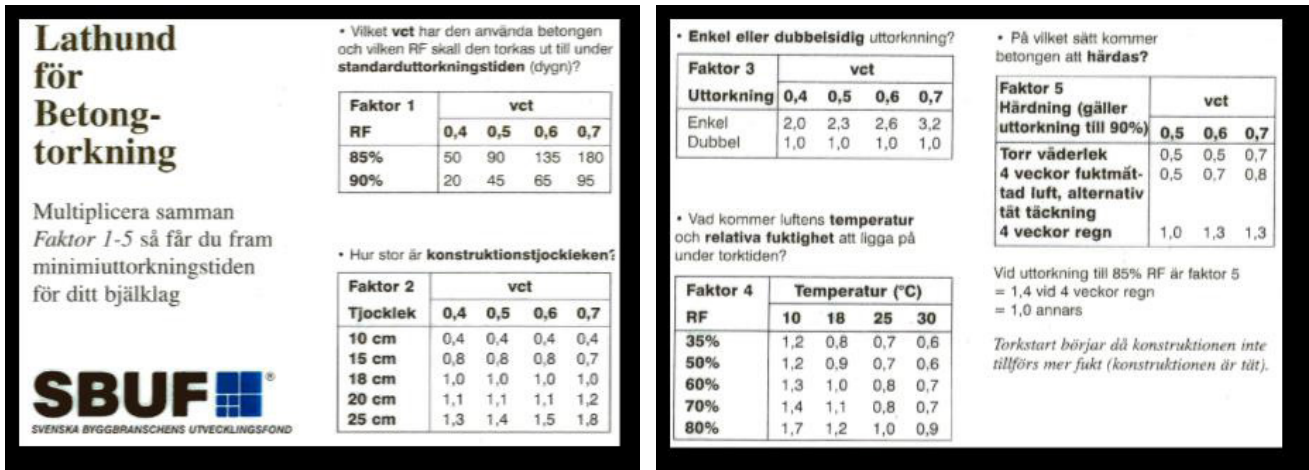
Genom att implementera ett fuktsäkert tänkande i byggprocessen och genom hela byggnadens livscykel kan fuktskador undvikas. Branschstandarden ByggaF (Figur 19) är en metod som säkerställer fuktsäkerheten i hela byggprocessen, från projektering till förvaltning (Fuktcentrum, 2014).



FIGUR 19. Schematisk bild över fuktsäkerhet genom ByggaF (Fuktcentrum, 2014).

Uttorkning av betongkonstruktioner tar oftast relativt lång tid och påverkar i hög grad den totala byggtiden. Man kan påverka betongens torktid genom val av konstruktionsutformning, betongkvalitet och produktionsmetoder. Torktiden kan beräknas med hjälp av programvaror eller manuellt med hjälp av tabeller. Att enbart utgå från en beräknad torktid är inte tillräckligt för att säkerställa att betongen verkligen torkat till den RF-nivå som krävs utan bör följas upp med fuktmätningar. Om beräkningen och fuktmätningen visar olika RF måste båda utredas. Vanliga felkällor i beräkningsmetoden är att de aktuella förhållandena har förändrats, t.ex. kan vädret vara annorlunda än man antagit eller så har materialkvaliteten eller konstruktionen ändrats.

SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond) har gett ut en lathund för betongtorkning (Figur 20). Det är ett tabellkort i litet format som är ämnat att användas på byggarbetsplatsen för en överslagsberäkning av uttorkningstid för betong med portlandcement som bindemedel. Lathunden är till för att räkna ut minimitorktiden från det att konstruktionen är tät och baserar sig på betongens vct. Standarduttorkningstiden korrigeras med andra påverkande faktorer, såsom konstruktionens tjocklek och torkklimat (SBUF, 1995).



FIGUR 20. SBUF:s lathund för betongtorkning (SBUF, 1995).

Ett överslagsmässigt uttorkningsförlopp för ett byggprojekt kan fås med hjälp av datorprogrammet TorkaS. Det är ett kostnadsfritt, nedladdningsbart program som kan användas vid bedömning av uttorkningstider vid nybyggnation (Fuktcentrum, 2013). Vid beräkningarna behöver programmet bl.a. information om:

- Konstruktionstyp.
- Plats i Sverige.
- Gjutdatum.
- Datum då huset är tätt och betongen inte längre är utsatt för nederbörd.
- Datum då uttorkningen påbörjas.
- Datum då uttorkningen skall vara avslutad.
- Uttorkningsklimat (RF och temperatur).
- Betongkvalitet (vct).
- Vattenhalt per m<sup>3</sup> betong.

Resultatet anges som RF på ekvivalent mätdjup enligt manualen "Fuktmätning i betong" (Bilaga 2) samt som en graf där fuktfördelningens förändring över tid presenteras. Det finns även andra, avgiftsbelagda, torkprogram på marknaden.

## 5. SLUTSATSER

---

Metoderna för skadeutredning av byggnader är i stort sett likadana i Finland och Sverige. De två övergripande utredningsmetoderna från Arbetshälsoinstitutet och SWESIAQ (Bilaga 1) baserar sig på samma moment även om metoderna presenteras på lite olika sätt. Arbetshälsoinstitutets metod finns i överskådlig form som ett detaljerat flödeschema, vilket underlättar användningen av metoden. I Finland har man även utformat en specifik metod för skadeutredning av golvkonstruktioner (Keinänen, 2013). I Sverige saknas en motsvarande, dokumenterad metod. I praktiken utreds ändå golvkonstruktionerna på liknande vis, med hjälp av bakgrundsinformation, okulär och sensorisk besiktning, fuktmätningar och mätningar av emissioner (SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, 2013).

Fördelarna med att utgå från en nedteknad metod vid skadeutredning är att man inte riskerar att glömma bort väsentlig information eller delutredningar samt att man får en rekommendation om arbetsordningen för de olika delmomenten. Alla inblandade parter får även en klart definierad roll i utredningen. Samtliga utredningsmetoder kunde ännu förbättras med tanke på användarvänligheten. Feedback från fältet är väsentlig för att göra metodernas delmoment och tillhörande beskrivningar tydliga och ändamålsenliga. För att de finländska utredningsmetoderna ska tas i bruk på svenskt håll i Finland bör de få en officiell svensk översättning.

Det fanns heller inga betydande skillnader mellan Finland och Sverige i metoderna för fukt- och emissionsmätning och sanering. Metoder och manualer som presenteras i rapporten motsvarar varandra väl och de skillnader som noterats beror för det mesta på hur man valt att lägga upp innehållet i dokumentet.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att det idag finns både kunskap och hjälpmedel för att undvika fuktskador. Trots detta har förekomsten av fuktskador inte minskat. Fuktsäkerheten måste börja beaktas på ett systematiskt sätt i hela byggprocessen. I dag så rekommenderar man i Boverkets byggregler att det inför varje byggprojekt anlitas en fuktsakkunnig som utför en fuktsäkerhetsprojektering. Kompetensen hos de som jobbar på fältet är väsentlig och bör kunna bevisas. För att undvika framtida fuktskador i betonggolvs konstruktioner bör man öka kunskapen om hur fukt påverkar olika material och materialkombinationer samt deras effekt på inomhusluften. Fortsatt forskning behövs också kring de symptom, orsaker och uppkomstmekanismer som brukare upplever i fukt- och mögel-skadade byggnader.

## KÄLLFÖRTECKNING

AFS. (2005:18). Hårdplaster. Hämtat från Arbetsmiljöverket: [http://www.av.se/dokument/afs/afs2005\\_18.pdf](http://www.av.se/dokument/afs/afs2005_18.pdf) den 6 Maj 2014

AFS. (2011:18). Hygieniska gränsvärden. Hämtat från Arbetsmiljöverket: [http://www.av.se/dokument/afs/afs2011\\_18.pdf](http://www.av.se/dokument/afs/afs2011_18.pdf) den 3 Maj 2014

Arbetshälsoinstitutet. (2011 a). Työterveyslaitoksen käyttämiä viitearvoja sisäympäristön ongelmien tunnistamisessa puhtaissa toimistoympäristöissä. Hämtat från Arbetshälsoinstitutet: [http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma\\_ja\\_sisaymparisto/Documents/viitearvoja.pdf](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/Documents/viitearvoja.pdf) den 24 Oktober 2013

Arbetshälsoinstitutet. (2011 b). Ohje siivoukseen ja irtaimiston puhdistukseen kosteus- ja homevauriokorjausten jälkeen. Hämtat från Arbetshälsoinstitutet: [http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma\\_ja\\_sisaymparisto/tyokalut/Documents/Ho-meettomaksi%20siivous%20ja%20irtaimiston%20puhdistus.pdf](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/tyokalut/Documents/Ho-meettomaksi%20siivous%20ja%20irtaimiston%20puhdistus.pdf) den 5 Maj 2014

Arbetshälsoinstitutet. (2012). Tilaajan ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen. Hämtat från Arbetshälsoinstitutet: [http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma\\_ja\\_sisaymparisto/Documents/TTL\\_Tilajaohje\\_8\\_Lores.pdf](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/Documents/TTL_Tilajaohje_8_Lores.pdf) den 25 Oktober 2013

Boverkets byggregler. (u.d.). Hämtat från Boverket: <http://www.boverket.se/Bygga--forvalta/Regler-om-byggande/Boverkets-byggregler-BBR/> den 8 Maj 2014

Bygginformationsstiftelsen RTS. (2010). RT 14-10984 Betonin suhteellisen kosteuden mittaus. Helsingfors.

Finlands byggbestämmelsesamling. (u.d.). Hämtat från Miljöministeriet: [http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning\\_och\\_byggande/Lagstiftning\\_och\\_anvisningar/Byggbestammelsesamlingen](http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelsesamlingen) den 6 Maj 2014

Fukt- och mögeltalko. (2012). Att identifiera och undersöka en riskkonstruktion. Hämtat från Kompetenscentrum för inomhusmiljö och hälsa (KOMIN): <http://www.kominmiljo.eu/Gemensamt/Dokument%20SE/Riskkonstruktioner%20i%20sm%C3%A5hus.pdf> den 12 Mars 2013

Fuktcentrum. (2013). TorkaS. Hämtat från Fuktcentrum: [http://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg\\_och\\_hjaelpmedel/windows\\_baserad\\_dator\\_program/torkas/](http://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg_och_hjaelpmedel/windows_baserad_dator_program/torkas/) den 12 Maj 2014

Fuktcentrum. (2014). ByggaF. Hämtat från Fuktcentrum: [http://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg\\_och\\_hjaelpmedel/fukt-saekert\\_byggande/byggaf\\_metoden/](http://www.fuktcentrum.lth.se/verktyg_och_hjaelpmedel/fukt-saekert_byggande/byggaf_metoden/) den 30 April 2014

Gustavsson, T. (2006). Ventilerade golv ska ventileras. Hämtat från Bygg och Teknik 1/06: <http://issuu.com/byggteknik-forlaget/docs/1-06> den 5 Maj 2014

Järnström, H. (2007). Reference values for building material emissions and indoor air quality in residential buildings. Hämtat från VTT (Teknologiska forskningscentralen i Finland): <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2007/P672.pdf> den 4 Maj 2014



- Keinänen, H. (2013). Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointi. Hämtat från Östra Finlands universitet: [https://www.uef.fi/documents/976466/1799771/Kein%C3%A4nenHanna\\_viral-linen.pdf/b91275a2-b2eb-4ad0-96bd-5dda9d31fbfa](https://www.uef.fi/documents/976466/1799771/Kein%C3%A4nenHanna_viral-linen.pdf/b91275a2-b2eb-4ad0-96bd-5dda9d31fbfa) den 11 Oktober 2013
- Kumlin, A. (2012). Hur slipper man fuktskador med betongplatta på mark. Hämtat från Husbyggaren Nr 6: [http://issuu.com/husbyggaren/docs/2012\\_6](http://issuu.com/husbyggaren/docs/2012_6) den 6 Mars 2014
- Markanvändnings- och bygglagen. (5.2. 1999/132). Hämtat från Finlex: <http://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1999/19990132#L17P117c> den 6 Maj 2014
- Miljöbalken. (1998:808). Hämtat från Sveriges riksdag: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Miljobalk-1998808\\_sfs-1998-808/?bet=1998:808#K2](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Miljobalk-1998808_sfs-1998-808/?bet=1998:808#K2) den 8 Maj 2014
- Nilsson, N-O. (2009). Omvänd fuktvandring vid avstängning av golvvärme på sommaren. Hämtat från Fuktcentrum: <http://www.fuktcentrum.lth.se/?id=22310>
- Plan- och bygglagen. (2010:900). Hämtat från Sveriges riksdag: [http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Plan--och-bygglag-2010900\\_sfs-2010-900/#K8](http://www.riksdagen.se/sv/Dokument-Lagar/Lagar/Svenskforfattningssamling/Plan--och-bygglag-2010900_sfs-2010-900/#K8) den 8 Maj 2014
- Samuelson, I., Arfvidsson, J., & Hagentoft, C.-E. (2007). Få bukt med fukt. Stockholm: Forskningsrådet Formas.
- SBUF. (1995). Betongtorkning - Lathund. Hämtat från SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond): <http://www.sbuf.se/ProjectArea/Documents/InfoSheets/PublishedInfoSheet/C51E5AAC-6CF4-41DE-854C-AB8C9574B0DB/95-14%20Betongtorkning%20-%20lathund.pdf> den 9 Maj 2014
- Sjöberg, A. (2001). Egenskaper och funktion hos fukt- och alkalispärrar på betong. Hämtat från Fuktcentrum: <http://www.fuktcentrum.lth.se/fileadmin/fuktcentrum/PDF-filer/p015.pdf> den 25 Januari 2013
- Social- och hälsovårdsministeriet. (2003). Anvisning om boendehälsa. Hämtat från Social- och hälsovårdsministeriet: <http://pre20090115.stm.fi/pr1069333746321/passthru.pdf> den 16 April 2014
- Social- och hälsovårdsministeriet. (2012). HTP-värden 2012. Hämtat från Social- och hälsovårdsministeriet: [http://www.stm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=5197397&name=DLFE-19906.pdf](http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=5197397&name=DLFE-19906.pdf) den 3 Maj 2014
- Socialstyrelsen. (2006). Kemiska ämnen i inomhusmiljön. Hämtat från Folkhälsomyndigheten: <http://folkhalsomyndigheten.se/pagefiles/12963/kemiska-amnen-inomhusmiljo.pdf> den 16 April 2014
- SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. (2003). Certifieringsregler för P-märkning av mekaniskt ventilerade golv SPCR12. Hämtat från SP: <http://www.sp.se/sv/units/certification/product/Documents/SPCR/SPCR%20012.pdf> den 5 Maj 2014
- SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. (2013). Fukt i golv. Hämtat från SP: <http://www.sp.se/sv/index/services/golv/fukt/Sidor/default.aspx> den 13 Oktober 2013
- Strålsäkerhetscentralen. (2001). Säkerheten vid mikrovågstorkning. Hämtat från Strålsäkerhetscentralen: <http://www.stuk.fi/julkaisut/katsaukset/pdf/mikrovagstorkning.pdf> den 4 Maj 2014

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2012). Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om torkning med mikrovågor. Hämtat från Strålsäkerhetsmyndigheten: <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/Global/Publikationer/Forfattning/SSMFS/2012/SSMFS-2012-1.pdf> den 4 Maj 2014

Sveriges Byggindustrier. (2010). Fuktmätning i betong 5:1. Hämtat från Rådet för ByggKompetens: [http://www.rbk.nu/ladda-ner--bestall/fuktmatningsmanual\\_\\_36](http://www.rbk.nu/ladda-ner--bestall/fuktmatningsmanual__36) den 7 Februari 2013

SWESIAQ. (2012). SWESIAQ-modellen. Hämtat från SWESIAQ (Swedish Chapter of International Society of Indoor Air Quality and Climate): <http://www.swesiq.se/swesiq-modellen.aspx> den 12 September 2013

Valvira. (2011). Lausunto VOC-mittaustulosten tulkinnasta asuntojen terveyshaitta-asioissa. Hämtat från Valvira: [http://www.valvira.fi/files/tiedostot/v/o/VOC\\_lausunto\\_ESAVI.pdf](http://www.valvira.fi/files/tiedostot/v/o/VOC_lausunto_ESAVI.pdf) den 4 Maj 2014

WHO. (2010). WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. Hämtat från WHO (World Health Organisation): [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/128169/e94535.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/128169/e94535.pdf) den 23 Oktober 2013

## BILAGA 1:

# METODER FÖR INNEMILJÖUTREDNINGAR

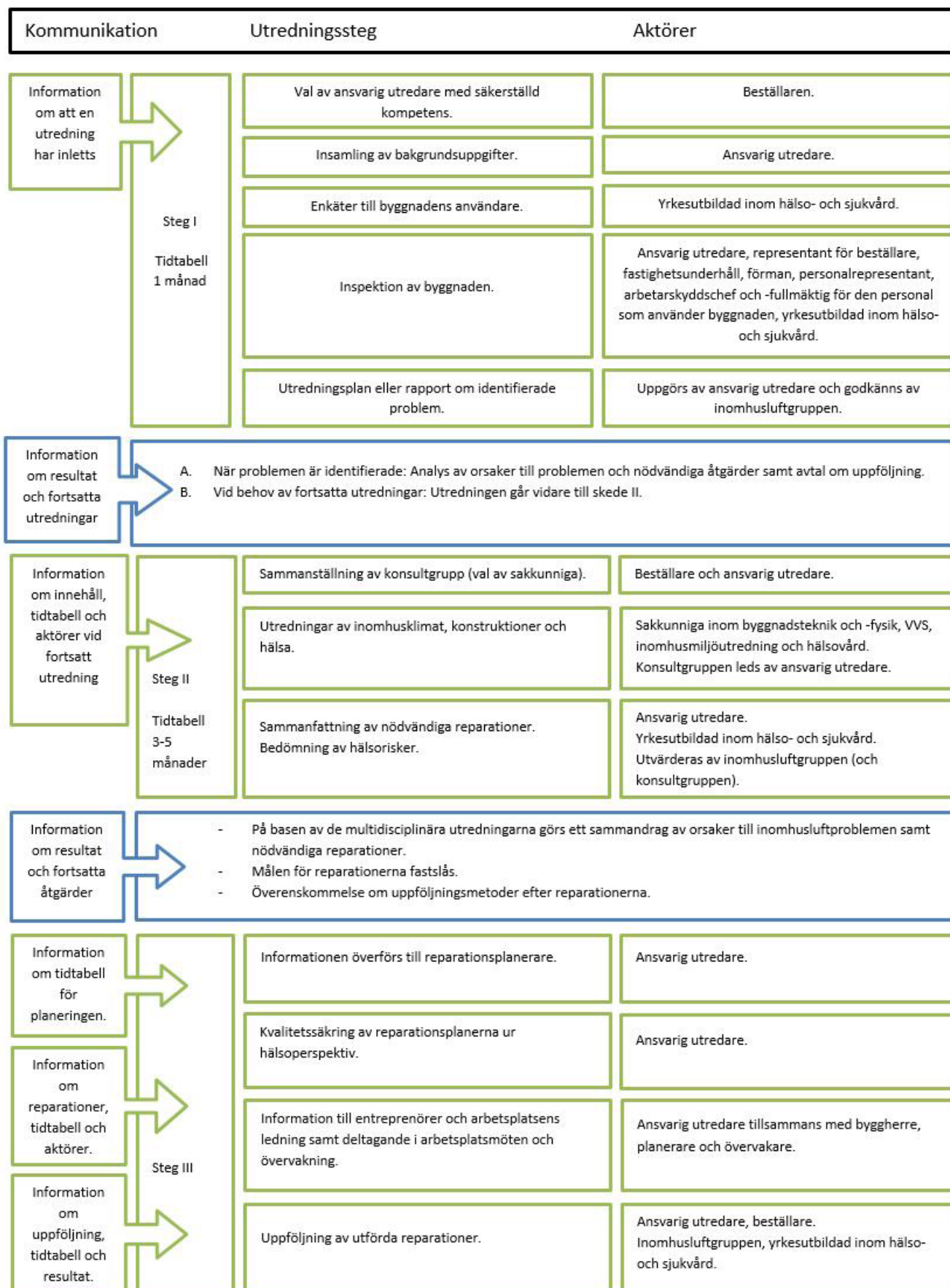
## Bästa praxis i Finland och Sverige

### **Sammanställning och jämförelse av den finska metoden ”Tilaaian ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen” och den svenska metoden ”SWESIAQ-modellen”.**

Misstankar om problem med inomhusmiljön väcks vanligen efter klagomål från byggnadens användare. Det kan finnas flera orsaker till att man i en byggnad upplever problem med hälsa och trivsel. Det kan förekomma t.ex. fukt- och mögelskador, kemiska emissioner från byggnadsmaterial, damm och partiklar, en dåligt fungerande ventilation eller felaktigt underhåll. Enklare tekniska problem kan åtgärdas direkt av servicepersonalen medan andra typer av problem kräver en innemiljöutredning.

Denna sammanställning lyfter fram de likheter och den samsyn som råder i Finland och Sverige vid skadeutredning av byggnader med dålig inomhusluft. Som grund för jämförelsen användes två nationella metoder; i Finland användes ”Tilaaian ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen” [1], utvecklad av Arbetshälsoinstitutet, och i Sverige användes ”SWESIAQ-modellen” [2], utvecklad av SWESIAQ (Swedish Chapter of International Society of Indoor Air Quality and Climate). Båda metoderna redogör för hur man genomför en heltäckande och systematisk innemiljöutredning, beställarens och arbetsgivarens ansvar, de sakkunnigas roll och kompetens samt vikten av god kommunikation mellan de olika aktörerna. Där det förekommer viktiga skillnader hänvisas man till källan.

Metoderna är uppdelade i ett antal olika steg som möjliggör kontinuerlig utvärdering, kommunikation och beslut om åtgärder. Under hela utredningsprocessen är det viktigt med en aktiv och systematisk kommunikation och informationsförmedling inom och mellan olika arbetsgrupper och med byggnadens användare för att få ett bra slutresultat (Figur 1). Man rekommenderar därför att man bildar inomhusluftgrupper (den svenska metoden använder ordet kontaktgrupp) för att se till att kommunikationen fungerar under hela utredningstiden. Metoderna är tillgängliga för alla, vilket gör att även de som beställer en utredning och de som använder byggnaden kan kontrollera att den anlitate innemiljöutredaren arbetar enligt en bra metod.



FIGUR 1. Flödesschema över metod för inomhusmiljöutredningar i Finland.

## MULTIPROFESSIONELLT SAMARBETE

Oftast är det fastighetsägaren som beställer en utredning och anlitar en kompetent, ansvarig inommiljöutredare. Utredarens uppgift är att försöka finna sådana brister i byggnaden eller verksamheten som, enligt vetenskap eller beprövad erfarenhet, brukar leda till dålig inomhusmiljö och att föreslå åtgärder för hur man eliminerar eller minskar problemen. Den ansvarige utredaren leder även det multiprofessionella samarbetet, t.ex. i inomhusluftgruppen. Vanligen har utredaren en byggnadsteknisk utbildning och arbetserfarenhet som sakkunnig om byggnadsteknik eller inommiljöfrågor (t.ex. planerat, utfört eller fungerat som ledare vid tidigare inommiljöutredningar och renoveringar). Utredaren förutsätts ha goda kunskaper om komplexiteten hos problem med inomhusmiljö, förmåga till problemlösning och riskbedömning och ett gott ledarskap. Den finska metoden innehåller en modell som man kan använda vid upphandling av en ansvarig utredare [1].

På en arbetsplats bör en representant för arbetsgivaren delta i ledningen av utredningsprocessen och kommunikationen och se till arbets säkerheten. För att förbättra samspelet mellan de olika aktörerna och skapa förtroende för utredningen hos byggnadens användare är det bra att bilda en inomhusluftgrupp. Gruppen behövs framförallt om det förekommer hälsoproblem och man inte känner till orsakerna, problemen är långvariga, användarna är märkbart oroliga och åtgärderna är omfattande, tar lång tid eller försvårar den dagliga verksamheten. I en inomhusluftgrupp ingår, förutom beställaren och den ansvarige utredaren, även representanter för arbetsgivare, personal, arbetarskydd, fastighetsförvaltning och företagshälsovård.

## INLEDANDE INVENTERING



**FIGUR 2.** Företagshälsovården utreder förekomsten av hälsoproblem.



För att kunna skapa sig en helhetsbild bör man samla in information om byggnadens tekniska skick och inomhusmiljö (bl.a. information om tidigare utredningar och reparationer av byggnaden och de tekniska systemen samt om tidigare mätningar av luftföroreningar), användarnas hälsotillstånd och erfarenheter samt fastighetsunderhållet (bl.a. information om skötsel, städning och hur man anmäler och kontrollerar skador). Det är företagshälsovården som utreder förekomsten och omfattningen av hälsoproblem och samlar in information genom t.ex. intervjuer, hälsoutredningar och enkäter (Figur 2). Den ansvarige utredaren samlar in bakgrundsinformation och inspekterar byggnaden. Inventeringen bör innehålla en systematisk genomgång av tänkbara källor till luftföroreningar, såsom fukt- och mögelskador, kemiska emissioner och partiklar, otillräcklig eller felinställd ventilation och luftföroreningar utomhus (Figur 3). Luftföroreningarna kan även härstamma från verksamheten, inte bara från brister i byggnadskonstruktionerna.

**FIGUR 3.** Inventeringen bör innehålla en systematisk genomgång av tänkbara källor till luftföroreningar.

Ibland kan orsakerna till problemen framkomma redan vid den inledande inventeringen. Den ansvarige utredaren gör då upp en rapport som omfattar bl.a. bakgrundsinformation om byggnaden och användarnas hälsoproblem, resultaten från inventeringen och orsakerna till problemen, en riskbedömning av luftkvalitetens påverkan på hälsan, förslag till åtgärder och en plan för uppföljning. Resultaten redovisas och diskuteras i inomhusluftgruppen. Om orsakerna till problemen fortfarande är oklara efter inventeringen gör utredaren upp en plan över de fördjupade utredningar och mätningar som behövs för att fastställa orsakerna (Figur 4).



FIGUR 4. Flödesschema över metod för inomhusluftutredningar i Sverige.

## FÖRDJUPADE UTREDNINGAR

Om tilläggsutredningar och mätningar kräver flera sakkunniga experter (t.ex. inom byggnadsteknik, VVS, inomhusmiljö etc.) kan man enligt den finska metoden även bilda en konsultgrupp [1]. Beställaren beslutar, tillsammans med den ansvarige utredaren, om man ska bilda en sådan grupp, vem som ska ingå och ser till att de som väljs har tillräcklig kompetens. Om det finns en inomhusluftgrupp ska även den få säga sin åsikt innan beslut tas.

De fördjupade utredningarna bör vara tillräckligt omfattande för att klargöra orsakerna och säkerställa att man vid en renovering åtgärdar problemen. När alla utredningar är färdiga sammanställer den ansvarige utredaren en slutrapport. Rapporten skrivs på ett lättförståeligt sätt så att även en lekman förstår. Rapporten bör åtminstone innehålla bakgrundsuppgifter om byggnaden och användarnas hälsoproblem, använda utredningsmetoder och referensvärden, orsakerna till problemen, en riskbedömning vid användning av utrymmena, alla enskilda reparationsåtgärder specificerade, information om renoveringens omfattning, tidtabell och prioritetsordning samt en plan för uppföljning. Slutrapporten redovisas för diskussion i inomhusluftgruppen och fastighetsägaren beslutar om åtgärder. Den svenska metoden har rapportmodeller som bilagor [2].

## ÅTGÄRDER OCH UPPFÖLJNING

För att renoveringen ska lyckas krävs att den information som samlats in kontinuerligt förs vidare i arbetskedjan. Den ansvarige utredaren kallar till ett möte med reparationsplanerare, byggnadskon-sulter och beställaren, vid behov även representanter för företagshälsovården. Under mötet går man igenom resultaten från undersökningarna och rapporten lämnas personligen till reparationsplanerarna [1]. Den ansvarige utredaren övervakar att alla brister får en renoveringsplan och åtgärdas och att även hälsoaspekterna beaktas i planeringen. På samma sätt sammankallar han senare även planerare, byggherre, renoverare och arbetsplatsledare och ser till att reparationsinformationen överförs från planerare till renoverare och arbetsledare.

Åtgärderna och deras effekt på inomhusmiljön bör även följas upp. Resultaten följs upp genom tekniska mätningar och undersökningar av hälsotillståndet före och efter åtgärd. Efter uppföljningen sammankallas inomhusluftgruppen för att diskutera om åtgärderna haft avsedd effekt eller om man måste göra ytterligare fördjupade utredningar.

## KÄLLFÖRTECKNING

- [1] Arbetshälsoinstitutet, ”Tilajaan ohje sisäilmasto-ongelman selvittämiseen,” 2012. [Online]. Available: [http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma\\_ja\\_sisaymparisto/Documents/TTL\\_Tilajaohje\\_8\\_Lores.pdf](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/Documents/TTL_Tilajaohje_8_Lores.pdf). [Använd 25 10 2013].
- [2] SWESIAQ, ”SWESIAQ-modellen,” 2012. [Online]. Available: <http://www.swesiaq.se/swesiaq-modellen.aspx>. [Använd 12 09 2013].

## BILAGA 2:

# METODER FÖR FUKTMÄTNING I BETONG

## Bästa praxis i Finland och Sverige

**Sammanställning och jämförelse av de finska anvisningarna RT 14-10984 ”Betoinin suhteellisen kosteuden mittaus” och de svenska RBK anvisningarna ”Fuktmätning i betong”.**

Ab Bygginfo, som ägs av Bygginformationsstiftelsen RTS (Rakennustietosäätiö), är den finska motsvarigheten till Svensk Byggtjänst i Sverige. Både Bygginfo och Svensk Byggtjänst säljer information till byggbranschen, bl.a. bygginformationskartoteket RT i Finland och referensverket AMA i Sverige. RTS har gett ut ”**RT 14-10984 Betoinin suhteellisen kosteuden mittaus**”, som beskriver hur man mäter den relativa fuktigheten i betongkonstruktioner genom mätning i borrhål och på uttagna provbitar [1]. Sveriges Byggindustrier (som i Finland motsvaras av Rakennusteollisuus) har utarbetat manualen ”**Fuktmätning i betong**”, som godkänts och används av RBK-auktoriserade fuktkontrollanter i Sverige [2]. Denna sammanställning lyfter fram de likheter och den samsyn som råder i Finland och Sverige vid fuktmätning i betong. Där det förekommer viktiga skillnader hänvisas man till källan.

Att mäta fukt i betong kräver både kunskap och noggrannhet hos den som utför mätningarna och tolkar resultaten. RBK, Rådet för ByggKompetens, är ett samarbetsorgan som bl.a. kvalitetssäkrar utbildningar i byggbranschen, utfärdar auktorisationer och för register över fuktkontrollanter. Auktorisationen är personlig och säkerställer att kontrollanten har den kompetens som behövs och följer metodikens anvisningar. Fuktmätningarna utförs och dokumenteras enligt manualen ”Fuktmätning i betong”, som överensstämmer med riktlinjerna i AMA Hus 11. I Finland är det bl.a. VTT som utfärdar motsvarande personliga fuktmätningcertifikat.

Fuktmätningar i betong behövs framför allt vid kontroll av uttorkning under byggtiden, vid utredning av omfattning och orsaker till fuktskador och för att bedöma uttorkningsbehovet för en fuktskadad konstruktion. Syftet med de anvisningar, som redogörs för här, är att säkerställa att betongens fukthalt mäts, dokumenteras och rapporteras på ett korrekt och enhetligt sätt för att förhindra att golvmaterial läggs på ett för fuktigt underlag. Betongens fuktighet kan mätas med noggranna eller riktgivande metoder. De största mätfelen förekommer när man använder mera riktgivande metoder. Även vid rätt utförda mätningar förekommer det osäkerhetsfaktorer som bör beaktas vid tolkning av resultaten. Manualen ”Fuktmätning i betong” är tänkt att användas när det krävs hög noggrannhet vid mätning av relativ fuktighet (RF) i betong. RT 14-10984 beskriver även riktgivande fuktmätningmetoder.

Dessa mätmetoder bestämmer RF i den luft som finns i betongens porsystem. Betongens uttorkningstid beror främst på dess fukttinnehåll och täthet. Dessa egenskaper avgörs främst av betongens vattencementtal (vct), d.v.s. viktkvoten mellan mängden vatten och cement ( $vct = \text{vatten/cement}$ ). Torktiden påverkas även av cementtyp, tillsatsmaterial, efterhärdning, hur fort efter gjutning som uttorkningen påbörjas, temperatur och RF i luften under uttorkning, om betongen återuppfuktas under uttorkningen, konstruktionens tjocklek samt om uttorkningen kan ske åt ett eller två håll.

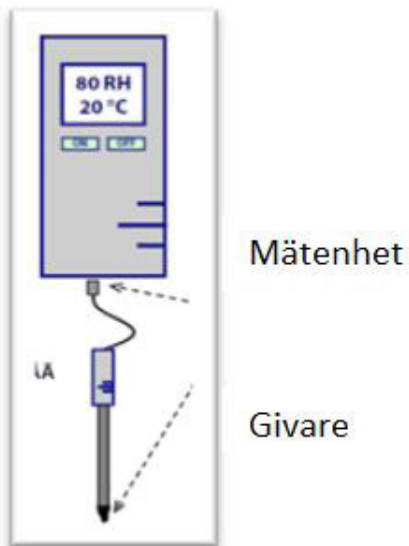
Valet av mätdjup och antal mätpunkter beror på syftet med mätningarna och bestäms från fall till fall.



Mät djupet beror bl.a. på konstruktionens tjocklek. Vid uttorkning av en betongplatta sker uttorkning först vid ytan. När en tät golvbeläggning läggs ovanpå omfördelas fukten från mitten av betongen, från ställen med hög fukthalt till delar med låg fukthalt (främst mot ytan). Om ytbeläggningen är tät sker fuktavgången genom ytbeläggningen inte lika snabbt som fuktvandringen uppåt och den kritiska fukthalten för ytmaterialet kan överskridas. RF mäts därför på ekvivalent mät djup, vilket vid enkelsidig uttorkning beräknats till  $0,4 \cdot$  betongplattans tjocklek. RF på det ekvivalenta mät djupet överensstämmer med den RF som maximalt kommer att uppstå under ett tätt ytskikt efter omfördelning av kvarvarande byggfukt. Enkelsidig uttorkning gäller främst betongplatta på mark. Uttorkningen uppåt kan förhindras av täta ytskikt, såsom plastmattor och fuktspärrear. Vid dubbelsidig uttorkning (där uttorkning kan ske åt två håll, t.ex. mellanbjälklag och väggar) är det ekvivalenta mät djupet  $0,2 \cdot$  betongplattans tjocklek. Enligt de finska anvisningarna kan det även vara motiverat att använda andra mät djup. Man kan behöva mäta fukthalten i konstruktionens ytlager för att försäkra sig om att betongytan kan ta emot den fukt som avjämningsmassa och limlager tillför. Vid skadeutredning bestäms mät djupet utgående från syftet med fuktmätningen [1].

- Vid utredning av ytbeläggningens fuktbelastning:
  - Fukten mäts så nära betongytan som möjligt för att se om den överskrider ytmaterialets kritiska fuktnivå.
- Vid utredning av källan till fuktbelastningen:
  - Fukten mäts på olika djup i konstruktionen för att se i vilken riktning fukten vandrar.
- Vid utredning av omfattningen av en vattenskada:
  - Fukten mäts på det djup dit vattnet troligen trängt in i konstruktionen.

Vid valet av provtagningsplatser bör man välja de ställen där konstruktionen antas vara som fuktigast och torrast. För att lokalisera dessa platser kan man använda ytfuktmätare. Borrhålen placeras så att man undviker felkällor, t.ex. bör temperaturvariationerna minimeras genom att inte placera borrhålet där det utsätts för drag eller direkt solljus och man bör undvika att borra i sprucken betong där uttorkningen kan vara onormalt snabb.



FIGUR 1. Mätutrustningen består av en givare och en mätenhet [1].

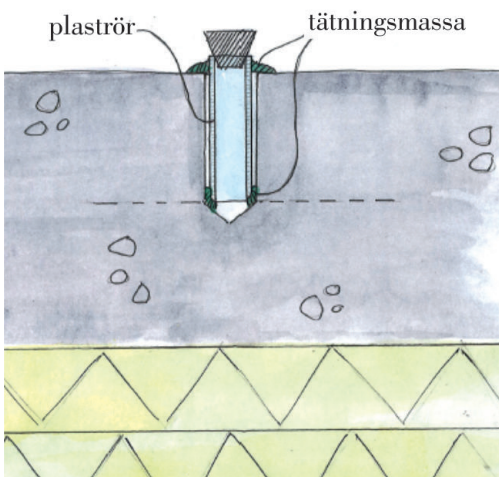
Mätresultaten påverkas bl.a. av fuktmätarnas noggrannhet, utförandet och av de förhållanden som råder vid fuktmätningen. Mätutrustningen består vanligen av en givare och en mätenhet (Figur 1). Mätinstrumenten granskas före användning att de är i gott skick och kalibrerade enligt tillverkarens anvisningar (minst en gång per år). Givarna åldras och påverkas av den miljö de utsätts för, vilket medför att avläst RF börjar avvika från den verkliga RF. Givarens funktion kontrolleras därför även regelbundet mot ett kontrollprov. Enligt de svenska anvisningarna bör egenkontrollen utföras minst en gång per månad vid RF 85 % och 20 °C [2]. Egenkontroll vid samma förhållanden som kalibrering minimerar felkällorna. Mätosäkerheten påverkas av hur ofta mätarna kalibreras och man utför egenkontroll. Fuktkontrollanten beräknar och anger mät noggrannheten i rapporten. Både i de finska och i de svenska anvisningarna finns de största osäkerhetsfaktorerna beskrivna.

# 1. NOGGRANNA FUKTMÄTNINGSMETODER

Kraven på mätnoggrannhet är som störst när man utreder skador på ytmaterial som lagts på fuktig betong. Noggranna fuktmätningar görs i borrhål eller på uttaget prov. Före mätningarna bör fuktkontrollanten välja ut provtagningsplatserna, bestämma antalet prov och dokumentera dessa i en provtagningsplan. Provtagningsplanen säkerställer att utredningen blir tillräckligt heltäckande och att man på basen av resultaten ska kunna dra rätt slutsatser. Innan man börjar borrar provtagningshål ser man efter att där inte finns några el-, vatten- eller golvvärmerör som kan skadas under provtagningen. I befintliga byggnader kan man använda värmekamera och vid nybyggnation se till att rördragningarna finns dokumenterade före gjutningen. Finns det golvvärme bör denna stängas av före fuktmätning, enligt de finska anvisningarna minst en vecka före mätning och enligt de svenska minst två dygn före mätning. Temperaturskillnaden mellan luften och konstruktionen får inte överskrida 2 °C [1]. Givarna bör ha samma temperatur som betongen när de monteras. Om betongen har högre temperatur bildas det lätt kondens på givarna.

## 1.1. FUKTMÄTNING I BORRHÅL

Vid mättillfällena ska temperaturförhållandena i byggnaden vara så normala som möjligt och tillräckligt stabila under hela mättiden. Mätmetoden är som mest noggrann mellan +15 °C och +25 °C. Loggning av temperaturen ska utföras i minst en mätpunkt i varje projekt. Temperaturvariationen i betongen får inte överstiga  $\pm 1$  °C. Om loggning av temperaturen istället utförs i luften vid mätpunkten godtas maximalt  $\pm 2$  °C [2]. Kravet på temperaturstabilitet råder under hela mätperioden. Om temperaturförhållandena ligger utanför rekommendationsgränserna bör man använda metoden för fuktmätning på uttaget prov.



FIGUR 2. Fuktmätning i borrhål [2].

Vanligen borrar hålen till 16 mm i diameter (beroende på mätinstrument) och till ett mätdjup på minst 10 mm [1]. Mätdjupet kontrolleras noggrant och hålet rengörs från borrhåldamm. Borrhålet fodras med ett plaströr för att ge ett väldefinierat mätdjup (Figur 2). Fukt kan då endast avgå från borrhålens botten, förutsatt att anslutningen mellan plaströr och betong är tät. Tätning ska finnas både upptill och nertill mellan betongen och plaströret för att förhindra oönskad fuktvandring. Vissa typer av plaströr har flänsar i den ände som trycks ner i betongen och som, i kombination med tätningssmassa, tätar mellan rör och betong. Upptill tätas röret med tätningssmassa och rörets täthet kontrolleras.

Fuktmätningen påbörjas tidigast efter tre dygn för att minimera borrhålens inverkan på fukthalten (Figur 3). Givaren installeras därefter och tätas mot röret och får stabiliseras innan avläsning. Stabiliseringstiden beror på typ av givare och betongkvaliteten, enligt den svenska metoden bör icke kvarsittande givare (såsom Vaisala och Testo) stabiliseras minst 12 timmar före avläsning (vid  $v_{ct} < 0,4$  minst 48 timmar) [2]. Det kan vara lämpligt att montera givaren vid arbetsdagens slut för att läsa av den morgonen efter. Vissa typer av givare kan även installeras i röret genast efter att hålet har

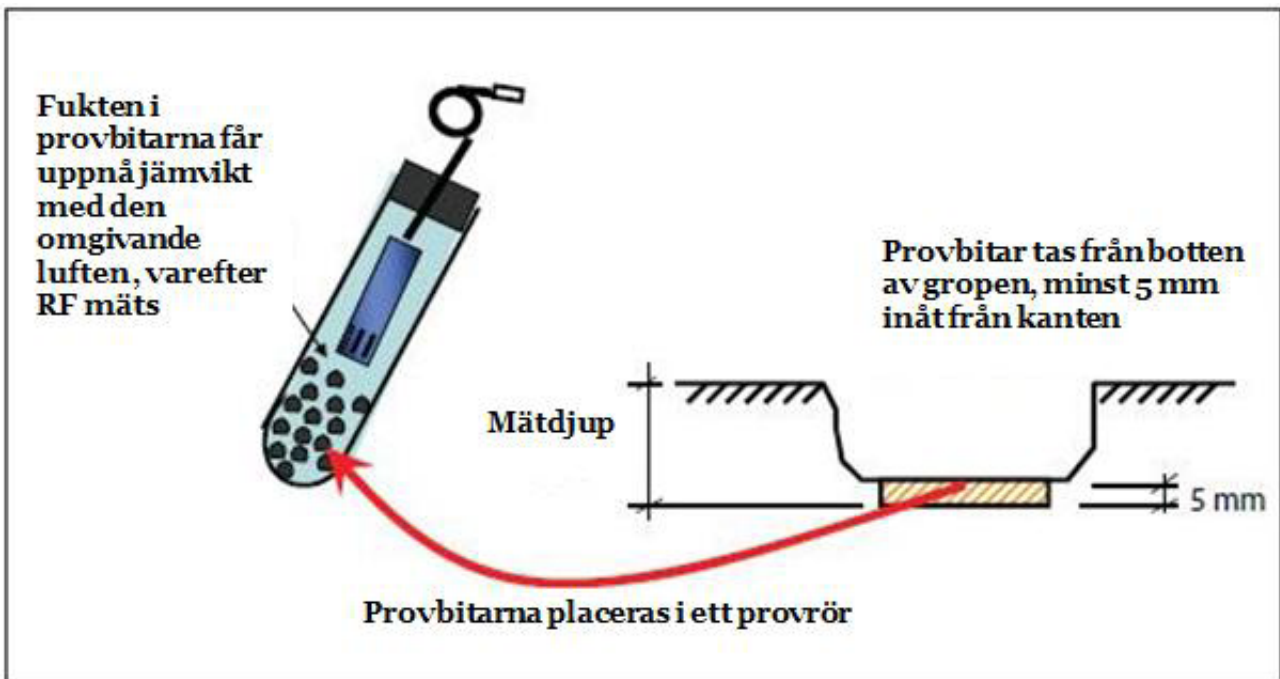


FIGUR 3 Mätinstrument för fukt-  
mätning i borrhål och på uttaget  
prov (RTS, 2010)

borrats. Stabiliseringstiden för kvarsittande givare varierar beroende på typ av mätare, minimikravet är dock de tre dygn som krävs för att minimera effekten efter borrning. Dessa givare kräver tätare kalibreringsintervall eftersom de vistas mycket längre tid i en påfrestande miljö.

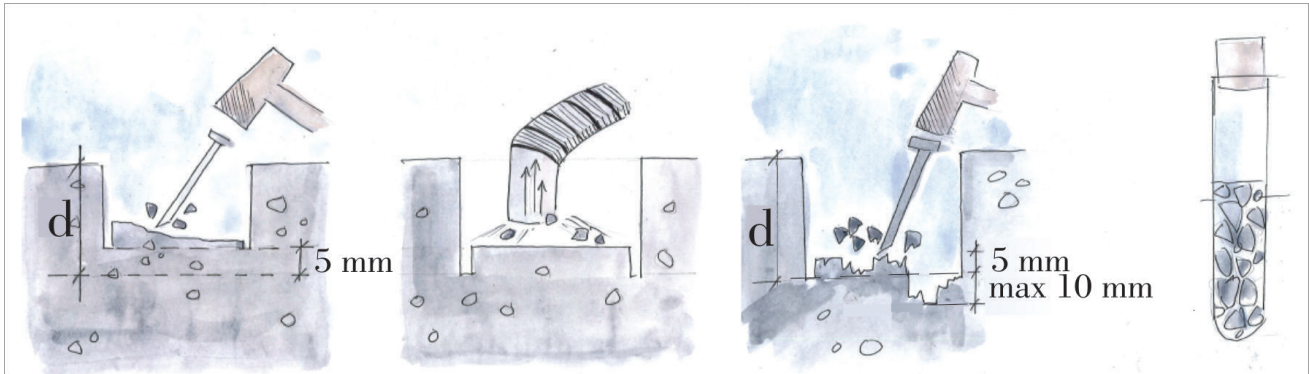
## 1.2. FUKTMÄTNING PÅ UTTAGET PROV

Fuktmätning på uttaget prov kan, enligt de finska anvisningarna, utföras även när temperaturförhållandena är instabila och utanför det rekommenderade intervallet ( $+15\text{ °C}$  till  $+25\text{ °C}$ ) eftersom provet förvaras under stabila temperaturförhållanden ( $+20\text{ °C}$ ) före mätning av RF [1]. De temperaturförhållanden som råder i byggnaden påverkar alltså inte tillförlitligheten hos mätresultaten.



FIGUR 4. Fuktmätning på uttaget prov [1].

Vid uttag av prov borras en cylinder med diameter 90 mm till ekvivalent mätdjup [2]. Betongen bilas därefter bort så att gropens botten kommer ca 5 mm ovanför önskat mätdjup (Figur 4). Ur mitten på gropen bilas sedan 5 mm stora provbitar ut. Efter provtagningen kontrolleras och dokumenteras mätdjupet och det djupintervall där provet är taget. Provbitarna placeras snabbt i ett provrör och röret försluts (Figur 5).



FIGUR 5. Uttag av prov [2].

Man bör samla in tillräcklig mängd prov för att fukten i betongbitarna ska kunna uppnå jämvikt i röret. Enligt de svenska anvisningarna fylls provröret med minst 15 cm<sup>3</sup> betong och till minst halva rörets höjd [2]. Enligt de finska anvisningarna bör man fylla minst en tredjedel av röret och samtidigt installera givaren. Om givaren installeras i ett senare skede ökas provmängden [1]. För att säkerställa mätnoggrannheten på den begränsade provmängd som tas ut rekommenderar den finska metoden att man tar två parallellprov från varje mätdjup. Om parallellproven ger samma resultat kan man konstatera att provmängden varit tillräcklig och att rören varit tätt förslutna men om resultaten avviker mer än  $\pm 3$  RF-enheter bör provtagningen göras om och orsaken utredas [1]. Provrören ska skyddas mot temperaturvariationer under lagring och transport. Om kondens uppstår i provröret måste provet kasseras eftersom det då föreligger risk för felaktigt mätresultat. Provet konditioneras vid +20 °C i minst tre dygn och RF och temperatur avläses efter att mätvärdet stabiliserats (minst 12 timmar för betong med  $v_{ct} \geq 0,4$  och 48 timmar för betong med  $v_{ct} < 0,4$ ) [2].

## 2. RIKTGIVANDE FUKTMÄTNINGSMETODER

Ibland är det inte nödvändigt eller ens möjligt att få hög mätnoggrannhet. I sådana fall kan man utföra riktgivande fuktmätningar, såsom ytfuktmätningar eller olika enklare tillämpningar av de mera noggranna metoderna. I dessa fall är det viktigt att informera om den större mätosäkerheten. Nedanstående riktgivande metoder finns beskrivna i de finska anvisningarna [1].

Vid **ytfuktmätning** mäts materialets elektriska egenskaper. Ytfuktmätare kan användas för att följa upp fuktförändringar i byggnadsmaterial och för att kartlägga skillnader i fukthalt mellan olika punkter i en konstruktion. Förutom fukthalten inverkar även förekomsten av saltavlagringar, metaller och olika materialkombinationer på resultaten.

Vid **fuktmätning i borrhål** utan mätrör installeras givaren direkt i borrhålet och tätas endast mot borrhålets öppning. Mätresultatet är riktgivande och anger ett ungefärligt medelvärde för hela borrhålets djup, inte som den mera noggranna metoden fukthalten på ett specifikt djup. Vid denna typ av mätning ska borrhålets diameter vara 1 mm större än givarens yttre diameter.

**Upprepade fuktmätningar i samma mätrör**, t.ex. för att följa upp betongens uttorkning, kan leda till en försämrad mätnoggrannhet. Rörets tätning kan försämrats, betongen intill röret kan torka snabbare än normalt, vatten från golvytan kan ha runnit ned i borrhålet eller så kan variationer i miljöförhål-

landena ge upphov till kondens som rinner ned i hålet. De mest tillförlitliga mätresultaten erhålls genom fuktmätning i nya borrhål men om man återanvänder ett gammalt borrhål bör stabiliseringstiden förlängas vid varje mätning.

Vid **fuktmätning i fast installerade rör**, som gjutits in i konstruktionen i byggnadsskedet, är det möjligt att erhålla nästan lika tillförlitliga resultat som vid fuktmätning i nya borrhål. Kritiska faktorer är rätt mätdjup och mätrörets täthet över tid. För att undvika att variationer i miljön förorsakar kondens i mätröret kan man mellan mättillfällena fylla röret med isolering eller något annat tätt material. Andra risker med metoden är att man i något skede får vatten i röret och att man vid golvglutningen inte känner till var mätpunkterna borde placeras. Den största mätnoggrannheten fås om man minst tre dygn före den första mätningen borrar bort ett ca 2 mm lager i botten av röret. Detta bör beaktas då röret installeras vid golvglutningen. Om man gör upprepade fuktmätningar i samma mätrör bör stabiliseringstiden förlängas vid varje mätning.

Man kan utföra en **fuktmätning direkt efter borrning** men måste då vid tolkningen beakta att mäto-säkerheten är stor och att man endast får en grov uppskattning av fukthalten. Borrningens inverkan på fukthalten är inte konstant och tiden för hur snabbt den avtar kan variera stort.

**Fuktmätningar med kvarsittande givare** kan vara tillräckligt tillförlitliga om givarna kan kalibreras före installation och de inte påverkas nämnvärt av komponenterna i betongen. Fördelen med mätmetoden är att man kan minimera inverkan från temperaturförändringar t.ex. genom att isolera runt rörets övre del. Problemet med metoden är att den fukthalt som givarna anger inte kan verifieras genom kalibrering efter mätning. Förutom riktgivande fuktmätning vid uttorkning kan man med kvarsittande givare även få information om hur bra en fuktspärr fungerar under byggnadens brukstid.

**Fuktmätning i borrhål vid temperaturer utanför det rekommenderade intervallet** ger mätresultat som är svåra att tolka. Mängden vattenånga i betongens luftporer varierar med temperaturen. Vanligen ökar fukthalten när betongen värms upp och minskar när den kyls ned. Förändringen av RF vid olika temperaturer beror på betongens egenskaper och den rådande fukthalten.

**Om givaren inte genast placeras i röret med uttaget prov** måste provmängden ökas. Fukten i betongbitarna måste räcka till för att på nytt kunna uppnå jämvikt efter att en del läckt ut när givaren installerades. Mätnoggrannheten är därför sämre med denna metod.

Vid **uttag av mindre mängd prov** kan även små misstag, såsom otätt provrör, leda till att betongbitarnas fukthalt inte räcker till för att uppnå samma fukthalt som på provtagningsdjupet. Mindre provmängd kräver en längre stabiliseringstid. Om man gjort en mycket liten provtagningsgrop kan det bland provbitarna även finnas bitar från gropens kant (bitar med en slät yta). Borrningen kommer då att inverka på resultaten och mätresultatet ange ett ungefärligt medelvärde för hela borrhålets djupet (liksom vid fuktmätning i borrhål utan mätrör).

### 3. RAPPORTERING

Enligt de svenska anvisningarna rapporteras alla RF vid 20 °C, vilket antas motsvara konstruktionens brukstemperatur [2]. I de finska anvisningarna gäller detsamma för uttaget prov (eftersom stabiliseringstemperaturen är 20 °C), men vid mätning i borrhål rapporteras uppmätt RF och ånghalten (g/

m3) beräknas med hjälp av temperaturen [1]. Vid tolkning av resultaten är det viktigt att informera om normala fukthalter, vilka beror på konstruktionens ålder, konstruktionslösning, omgivande faktorer samt ytmaterialets täthet.

I mätrapporten bör alla detaljer om fuktmätningarna framgå för att den som läser rapporten ska kunna granska kvaliteten på arbetet:

- Information om byggnad och kontaktperson.
- Information om vem som utfört fuktmätningen och kontaktuppgifter.
- Syftet med fuktmätningen.
- Beskrivning av byggnaden (bl.a. utrymmen, konstruktion, betongkvalitet, gjutningsdatum).
- Ritningar eller fotografier av mätobjektet med mätpunkterna inplacerade.
- Information om mätutrustningen (bl.a. mätartyp, givarens nummer, kalibreringstidpunkt).
- Beskrivning av använd mätmetod. Vid fuktmätning i borrhål beskrivs bl.a. hur borrhålen rengjorts och hur man lagt in rören och tätat. Vid fuktmätning med uttaget prov redogörs bl.a. för tidpunkter för provtagning och avläsning samt förhållandena vid avläsning.
- Information om mätdjup.
- Resultat från mätningar av RF och temperatur.
- Information om mätnoggrannheten och därtill hörande osäkerhetsfaktorer.
- Tolkning av mätresultaten och slutsatser.

## KÄLLFÖRTECKNING

- [1] Bygginformationsstiftelsen RTS, RT 14-10984 "Betonin suhteellisen kosteuden mittaus", 2010.
- [2] Sveriges Byggindustrier, "Fuktmätning i betong 5:1," 2010. [Online]. Available: [http://www.rbk.nu/ladda-ner--bestall/fuktmatningsmanual\\_\\_36](http://www.rbk.nu/ladda-ner--bestall/fuktmatningsmanual__36). [Använd 7 Februari 2013].

YRKESHÖGSKOLAN  
**NOVIA**

Yrkeshögskolan Novia har ca 4000 studerande och personalstyrkan uppgår till ca 360 personer. Novia är den största svenskspråkiga yrkeshögskolan i Finland som har examensinriktad ungdoms- och vuxenutbildning, utbildning som leder till högre yrkeshögskoleexamen samt fortbildning och specialiseringsutbildning. Novia har utbildningsverksamhet i Vasa, Jakobstad, Raseborg och Åbo.

Yrkeshögskolan Novia är en internationell yrkeshögskola, via samarbetsavtal utomlands och internationalisering på hemmaplan. Novias styrka ligger i närvaron och nätverket i hela Svenskfinland.

Novia representerar med sitt breda utbildningsutbud de flesta samhällssektorer. Det är få organisationer som kan uppvisa en sådan kompetensmässig och geografisk täckning. Högklassiga och moderna utbildningsprogram ger studerande en bra plattform för sina framtida yrkeskarriärer.

YRKESHÖGSKOLAN NOVIA

Wolffskavägen 33, 65200 Vasa  
Växel tfn (06) 328 5000  
Fax (06) 328 5110  
[www.novia.fi](http://www.novia.fi)

ANSÖKNINGSBYRÅN

Wolffskavägen 33, 65200 Vasa  
Tfn (06) 328 5555  
Fax (06) 328 5117  
[ansokningsbyran@novia.fi](mailto:ansokningsbyran@novia.fi)

Yrkeshögskolan Novia upprätthåller en publikations- och produktionsserie för att sprida information och kunskap om verksamheten såväl regionalt, nationellt som internationellt. Publikations- och produktionsserien är indelad i fem kategorier:

R - Rapporter • P - Produktioner • A - Artiklar • L - Läromedel • S - Studerandes arbete

Läs våra senaste publikationer på [www.novia.fi/FoU/publikation-och-produktion](http://www.novia.fi/FoU/publikation-och-produktion)