

# FUKTEGENSKAPER FÖR GOLVKONSTRUKTIONER

*Materialegenskaper*



2018-09-15

# FÖRORD

Denna rapport är framtagen inom ett projekt som finansierats av Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond, SBUF (SBUF-projekt 13498). Projektledare och författare är Mette Eliasson Charlotte Svensson Tengberg, Tomas Larsson, Skanska Sverige AB. Författarna arbetar till vardags med byggnadsfysikfrågor i husbyggnadsprojekt samt med forskning och utveckling.

I projektets arbetsgrupp har, förutom projektledningen, även Fredrik Gränne, NCC, ingått.

Projektets referensgrupp har bestått av:

Mattias Gunnarsson, Peab  
Marcin Stelmarczyk, The Green Dragon Magic  
Peter Johansson, Lunds Tekniska Högskola/LTH  
Ted Rapp, Sveriges Byggindustrier/RBK  
Peter Brander, AK Konsult/Polygon  
Jenny Adnerfall, Golvbranschen/GBR  
Anders Anderberg, Weber/Saint-Gobain  
Oscar Jäderlund, Combimix  
Roger Hellstrand, Sika  
Mikael Taberman, Forbo  
Stefan Granöö, Tarkett

Ett stort tack till SBUF och deltagare för finansiering och engagemang.

Malmö /Göteborg september 2018.

# SAMMANFATTNING

Detta projekt handlar om vilka materialdata som krävs för att på ett tillförlitligt sätt kunna genomföra så kallade omfördelningsberäkningar och liknande fuktberäkningar för en golvkonstruktion, för att kunna bedöma när det är lämpligt att limma en matta. Fokus har legat på typiska golvkonstruktioner, t ex betongbjälklag med avjämnning, lim och ytskikt, typiska material som läggs på betongen.

Forskning tyder på att modern betong (med mineraliska tillsatsmaterial) är mycket tät jämfört med betong med traditionell standard Portland cement, OPC. Detta medför att det uttorkningskrav på 85 %RF (ibland 90 %RF) på ekvivalent mätdjup, enligt RBK, inte fyller samma syfte som tidigare. Istället för tidigare tumregler behövs istället specifika beräkningar för hela golvsystemet där ingående produkter samspelar med varandra (i kombination med olika driftsklimat) för att bedöma risken för problem efter golvläggning.

Projektet genomfördes med en inledande workshop där representanter från olika delar av branschen (akademin, Golvbranschen, leverantörer av plast- och gummimattor, lim, fukt konsulter, Sveriges Byggindustrier samt från NCC, PEAB och Skanska) deltog. Under workshopen diskuterades nuläget i branschen, hur det har varit och hur vi kan gå framåt. Diskussionerna resulterade i en matris med relevanta parametrar för ett antal produktgrupper som är vanliga i typiska golvkonstruktioner. Arbetsgruppen har sedan jobbat vidare med matrisen och utformat den som en kravspecifikation. Arbetet har även kompletterats med en litteraturstudie som har undersökt vilka materialdata som finns tillgängliga i nuläget samt vilka metoder för framtagning av materialdata det finns.

Viktiga materialdata i sammanhanget är materialets ångtransportkoefficient samt materialets kritikalitet. Ett materials ångtransportegenskaper är beroende av omgivande klimat, dvs. relativ fuktighet, RF. Därför är det nödvändigt att redovisa ångtransportegenskaperna i flera RF-intervall. Detta projekt föreslår intervallen 33-50 %, 50-75 % och 75-85 %RF. För vissa material är det lämpligt att använda enheten ånggenomgångsmotstånd  $Z$  (s/m), t ex när materialet kan simuleras som oändligt tunt (ex mattor och limskikt). För andra material är ånggenomgångskoefficienten  $\delta$  (m<sup>2</sup>/s) mer lämplig, t ex för material som avjämningsmassa och trägolv. För dessa material är även sorptionskurvor relevanta. För lim och andra vattenbaserade produkter är överskottsfukten, dvs den mängd fukt som ska torka ut från materialet, relevant. Angående kritikaliteten är det relevant för alla ingående material men framförallt för limprodukten i konstruktionen som ofta är den komponent som börja brytas ned först i golvkonstruktioner med för hög fuktnivå. Kritikaliteten bör beskrivas med en RF-nivå, en pH-nivå samt varaktigheten över dessa nivåer. Dessa resultat sammanfattas i en kravspecifikation på materialdata, se Tabell 1, sida 9 samt som bilaga.

Litteraturstudien som har genomförts i projektet konstaterar att det finns metoder för att ta fram efterfrågad data, t ex med koppmetoden (SS-EN ISO 12572:2016) för tunna material eller med metod enligt Anderberg (2007) för avjämningsmassor. Litteraturstudien visar även på att det idag inte finns aktuella sammanställningar på materialdata samt att de data som finns öppet tillgänglig ofta är mycket gammal och därmed troligen inte längre relevant.

Slutsatser som har dragits i projektet är att det idag är svårt att hitta relevant och aktuell materialdata för att kunna utföra pålitliga beräkningar. Nya sätt att fuktdimensionera golvkonstruktioner kommer sannolikt att vinna mark beroende på flera faktorer, drivkrafter kan exempelvis vara en önskan om kortare byggtider, ökad möjlighet till datorsimuleringar eller behov av produktutveckling av ingående material. Produktutveckling inom de olika produktgrupperna påverkar golvkonstruktionen. För att möjliggöra produktutveckling av ingående material behöver egenskaper för varje material specificeras så att trovärdiga beräkningar kan göras. Den materialleverantör som kan tillhandahålla material med väldokumenterade egenskaper kommer att få en konkurrensfördel. Eventuellt kommer en produktutveckling mot mindre täta material att efterfrågas. Med idag befintliga provningsmetoder kan relevant materialdata tas fram.

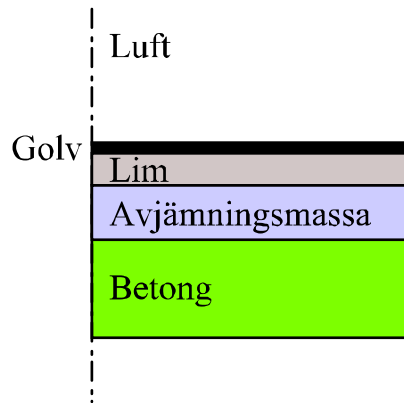
Nästa steg är att materialtillverkare tar fram relevant materialdata, t ex enligt riktlinjerna i detta projekt. Utmaningen i detta är att de aktuella testerna är kostsamma och tar relativt lång tid. Projekt och projektörer behöver efterfråga datan för att kunna bestämma den, för projektet, mest lämpliga produkten. När fler beräkningar börjar utföras är det viktigt att utföraren har rätt kompetens för att kunna bedöma kvaliteten på indatan och resultatet. Guidelines för detta bör tas fram.

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>5</b>
1.1	DEFINITIONER .....	5
<b>2</b>	<b>BAKGRUND</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>SYFTE OCH MÅL</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>AVGRÄNSNINGAR</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>GENOMFÖRANDE</b> .....	<b>8</b>
5.1	UPPSTÄLLNING AV BEHOV AV MATERIALDATA .....	8
5.2	UPPRÄTTANDE AV KRAVSTÄLLNING MATERIALDATA.....	8
5.3	LITTERATURSTUDIE OCH INSAMLING AV MATERIALDATA .....	8
5.4	RAPPORT .....	8
<b>6</b>	<b>RESULTAT OCH DISKUSSION</b> .....	<b>9</b>
6.1	RESULTAT FRÅN WORKSHOP .....	9
6.1.1	<i>Kravspecifikation</i> .....	9
6.1.2	<i>Materialtyper</i> .....	10
6.2	RESULTAT FRÅN LITTERATURSTUDIE .....	12
6.2.1	<i>Myndighetskrav</i> .....	12
6.2.2	<i>Fuktmätningar</i> .....	12
6.2.3	<i>Mätning av materialegenskaper enligt standard</i> .....	12
6.2.4	<i>Fuktberäkningsprogram</i> .....	13
6.2.5	<i>Materialdata</i> .....	14
<b>7</b>	<b>SLUTSATSER</b> .....	<b>15</b>
7.1	FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE .....	15
<b>8</b>	<b>LITTERATURFÖRTECKNING</b> .....	<b>16</b>
<b>9</b>	<b>BILAGOR</b> .....	<b>17</b>

# 1 INLEDNING

En golvkonstruktion är ett sammansatt system. Funktionen bestäms av de ingående materialens egenskaper och deras samverkan i kombination med driftsklimat. För en platta på mark eller ett mellanbjälklag rör det sig vanligtvis om betong, avjämning och golvbeläggning (ofta lim och matta) och hur de fungerar med varandra, se Figur 1. Vidare finns det såklart mer komplexa konstruktioner med t ex ljudmattor, golvvärme, radonduk osv.



Figur 1 – En vanlig golvkonstruktions uppbyggnad.

## 1.1 Definitioner

$\delta$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ ), $Z$ ( $\text{s}/\text{m}$ ), $S_d$ -värde ( $\text{m}$ ), $\mu$ (-)	Olika sätt för att beskriva ett materials ångtransportegenskap
Sorptionsisoterm	Kurvor för desorption och absorption som beskriver förhållandet mellan vattenhalt och relativ fuktighet vid en fast temperatur
Kritikalitet	Förhållanden då ett material förlorar sin funktion/börjar brytas ned. Kritiska fukttillstånd kan vara t ex en viss RF eller alkalitet
Överskottsfukt	Den mängd fukt som måste torka ut för att materialet inte ska hamna i sitt kritiska fukttillstånd

## 2 BAKGRUND

För att säkerställa en fuktsäker golvkonstruktion, enligt figur 1, har praxis för en platta på mark varit att fuktnivån har mätts i det ekvivalenta mätdjupet 40 % av tjockleken vid enkelsidig uttorkning. För ett mellanbjälklag med dubbelsidig uttorkning kan motsvarande ekvivalenta mätdjup vara 20 % av tjockleken. Leverantör av ytskikt (matta och lim) har angivit kritiskt fukttillstånd för sina produkter med hänsyn till denna nivå, vanligen 85 %RF eller i vissa fall 90 %RF. Sedan dessa tumregler upprättades för ca 20 år sedan har i stort sett alla ingående material genomgått utveckling där vissa ämnen i materialen fasats ut och ersatts med andra ämnen. Därmed kan förutsättas att ingående materials fuktegenskaper och kritikalitet förändrats vilket påverkar golvsystemets funktion.

Rådet för byggkompetens, RBK, beskriver hur mätning av fuktnivån i betongkonstruktioner ska utföras. I manualen för fuktmätningar möjliggörs en omräkning av det så kallade ekvivalenta mätdjupet (om erforderlig materialdata finns). Omräkningen görs med en så kallad omfördelningsberäkning. Övergripande beskrivet görs en simulering över fuktförhållandet i hela konstruktionen över tid, t ex efter att ett tätt ytskikt monteras på ett betonggolv under uttorkning för att visa att kritiska fuktnivån inte överskrids.

Betongens delmaterial har stor påverkan på flera egenskaper däribland uttorkning. För att undersöka och utreda funktion och konsekvens av förändrade uttorkningsegenskaper hos nya cementsammansättningar har SBUF bidragit med finansiering av flera projekt, både kring betongens egenskaper och kring nya golvsystem:

Inom *SBUF-projekt 13358 Uttorkning av betong med mineraliska tillsatser – förstudie* noterades att många byggprojekt upplever problem med långa uttorkningstider, där 30 % av de svarande har upplevt fördröjd uttorkning. Osäkerheten kring uttorkning leder ofta till höga kostnader för åtgärder och/eller för förlängda byggtider.

Inom pågående SBUF-projekt 13354 *Utredning av funktionell uttorkningsnivå hos betong med mineraliska tillsatser* dras följande slutsatser; Modern betong är mycket tät. Den går inte att diffusionstorka inom rimlig tid. Modern betong kan inte buffra fukt (inom rimlig tid).

Vattenbaserat lim torkar genom matta, vilket i regel tar orimligt lång tid. Avjämnning måste användas för att få tillbaka buffringseffekten. Modern betong släpper ifrån sig fukt mycket långsamt och är i regel tätare än andra material t.ex. plastmattor. Helt annorlunda fuktverkan med anslutande material. Omfördelning som i OPC-baserad betong sker inte alls. Torkkrav på ekvivalent djup är orimligt och irrelevant. Vi kommer att behöva fuktdimensionera annorlunda än idag. Uttorkningssimulering räcker inte.

Ett projekt syftar till att uppdatera möjligheterna för fuktberäkningar i golvkonstruktioner genom att införa en fuktberäkningsmodul till PPB. När PPB:s fuktmodul blir tillgänglig under 2018 kommer detta att medföra att vi kan prediktera fukt i betong på ett mer utförligt sätt än någonsin tidigare. Detta kommer också att ställa krav på att det finns kvalitativa produktdata även för andra ingående komponenter, det vill säga avjämnning, lim och matta för att kunna simulera uttorkningsförloppet i golvkonstruktioner.

För att kunna genomföra denna beräkning krävs kvalitativa materialdata för ingående material och produkter. Centrala materialdata som är nödvändiga är transportkoefficienter av vatten i ångfas och sorptionskurvor. Dessa egenskaper varierar med den relativa fuktigheten i materialet och luften. Generellt gäller att ånggenomsläppligheten (eller tätheten) i material minskar med ökad fuktighet. Detta påverkar hur fukten fördelar sig i konstruktionen i mycket stor grad.

Vidare behövs kännedom om fuktillstånd vid simuleringens början, t ex den relativa fuktigheten i betongbjälklaget och/eller avjämningsmassan och vatteninnehållet i ett eventuellt limskikt.

### 3 SYFTE OCH MÅL

Syfte med projektet är att bidra till att bättre kunna förutsäga fuktförhållanden i en golvkonstruktion genom att definiera nödvändiga materialdata för olika produkter, efterfråga dessa från leverantörer och sammanställa informationen. Det långsiktiga målet är att bättre kunna projektera och bygga fuktsäkra golvkonstruktioner.

### 4 AVGRÄNSNINGAR

Projektet avser inte att genomföra mätningar utan endast definiera nödvändiga materialdata för olika typer av produkter och samla in befintlig specifik produktdata från leverantörer.

Projektet hanterar inte den sammansatta golvkonstruktionen avseende framtagning eller bedömning av beräkningsmetoder för golvkonstruktioner, mätmetoder eller validering i fält.

Projektet är avgränsat till våra vanligaste golvkonstruktioner och definieras som ett golv på mark eller mellanbjälklag med limmat ytskikt på betong eller avjämningsmassa.

Då ett flertal utvecklingsprojekt pågår inom betongområdet fokuserar projektet på ovanliggande material, dvs. avjämnning, lim, matta/tätskikt och andra tunna skikt. Även trägolv (löslagda eller limmade) och s.k. flytande golv kan vara intressanta men behandlas endast översiktligt i projektet.



## 5 GENOMFÖRANDE

### 5.1 Uppställning av behov av materialdata

Inledningsvis skapades en referensgrupp till projektet. Referensgruppen består av representanter från flera byggtreprenörer, Golvbranschen (GBR), leverantörer av plast- och gummimattor, lim respektive avjämningsmassor, fukt konsulter, Sveriges byggindustrier (RBK) och från akademien.

Referensgruppen tillsammans med arbetsgruppen genomförde en heldagsworkshop. Workshopen inleddes med en presentation av projektets syfte följt av en genomgång av principer för fuktberäkningar. Efter detta presenterade respektive materialområde (avjämnning, lim, matta) sitt intresse i ämnet tillsammans med möjligheter och svårigheter kring det specifika materialet samt vilka förutsättningar som krävs för att produkterna ska fungera. Under workshopen förekom livliga diskussioner om nuläget i de olika delarna av branschen, hur det har sett ut tidigare samt vilka vägar det kunde finnas framåt. Slutligen sammanställdes diskussionerna i en matris, där relevant materialdata för respektive material diskuterades. Viktig input till vilka materialdata/parametrar som är relevanta för olika produktgrupper framkom under workshopen, se vidare under resultatdelen.

### 5.2 Upprättande av kravställning materialdata

Med utgångspunkt i resultatet från workshopen upprättade arbetsgruppen en matris med kravställan på parametrar/materialdata ur fuktsynpunkt för olika materialtyper.

### 5.3 Litteraturstudie och insamling av materialdata

Parallellt med upprättandet av matrisen för kravställan utfördes en litteraturstudie av arbetsgruppen. I litteraturen undersöktes vad närliggande SBUF-projekt har kommit fram till, vilka metoder det finns för framtagande av materialdata samt vilka materialdata som finns tillgängliga i dagsläget. Deltagarna i referensgruppen uppmanades att redovisa materialdata och bakomliggande underlag för sina respektive material.

### 5.4 Rapport

Slutligen sammanfattades arbetet i denna slutrapport, där huvudresultatet är en kravspecifikation på nödvändiga materialdata.

## 6 RESULTAT OCH DISKUSSION

Resultat från workshop, litteraturstudie och insamling av materialdata presenteras i följande avsnitt.

### 6.1 Resultat från workshop

Referensgruppen, arbetsgruppen och projektledningen diskuterade fram vilka parametrar/materialdata som är relevanta för olika produktgrupper i en golvkonstruktion.

#### 6.1.1 Kravspecifikation

I workshopen identifierades olika materialtyper och vilka parametrar/materialdata som krävs för att kunna utföra simuleringar av golvkonstruktionen, se Kravspecifikation Tabell 1.

	SORPTION	ÅNGGENOMGÅNGS- MOTSTÅND 33-85 % RF	ÅNGGENOMGÅNGS- MOTSTÅND 33-50 % RF	ÅNGGENOMGÅNGS- MOTSTÅND 50-75 % RF	ÅNGGENOMGÅNGS- MOTSTÅND 75-85 % RF	ÖVERSKOTTSFUKT, VATTENINNEHÅLL	KRITIKALITET SAMT VARAKTIGHET, % RF	KRITIKALITET SAMT VARAKTIGHET, PH
MATTA		Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m		Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
LIM						Anges i kg/m <sup>2</sup>	Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
TRÄGOLV	Sorptionsisoterm för desorption och absorption ska redovisas	Anges som $\delta$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\delta$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\delta$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\delta$ , m <sup>2</sup> /s		Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
ÅNGBROMS/ ÅNGSPÄRR		Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m			
AVJÄMNING	Sorptionsisoterm för desorption och absorption ska redovisas		Anges som $\delta$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\delta$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\delta$ , m <sup>2</sup> /s		Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
ISOLERING (flytande golv)		Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m			
ANDRA TUNNA SKIKT		Anges som Z, m/s	Anges som Z, m/s	Anges som Z, m/s	Anges som Z, m/s	Anges i kg/m <sup>2</sup>	Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
Ange datum för mätning samt vilken standard/metod som har använts:								

**Tabell 1 – Kravspecifikation på materialdata (inklusive föreslagna enheter) avseende fukt för olika typer av material. Matrisen upprättades under diskussionerna på workshopen och fastställdes sedan i referensgruppen. Finns även som bilaga för bättre läsbarhet.**

#### RF-intervall

Eftersom fuktransportegenskaperna hos ett material varierar med omgivande klimat (RF) är det nödvändigt att dela upp datan i flera intervaller. Förväntat driftsklimat för konstruktionen bestämmer lämpliga RF-intervall för transportkoefficienten/ånggenomgångsmotståndet. Enligt BETSI (ref) är medelvärdet för den relativa fuktigheten inomhus 35 % RF (även om det kan bli betydligt torrare under kalla månader samt vid golvvärme). Enligt Golvbranschen är 85 % RF ett gränsvärde som har funnits sedan länge för många golvmaterial med hänsyn till limmernas kritikalitet. Då ingen ny information om högre nivå har inkommit anses 85 % RF vara en rimlig övre gräns. Med hänsyn till detta bör intervallet för materialdata ligga mellan 33-85 % RF.

Ju fler intervall inom detta område desto större precision i beräkning. I samband med workshopen diskuterades ett minimum av tre intervall. Dessa intervall bestämdes senare med hänsyn till rimliga förhållanden vid mätning enligt standard (ref) till: 33-50 %, 50-75 % och 75-85 %.

Idag förekommer det att materialdata endast anges som ett enskilt värde. I dessa fall är det viktigt att under vilka förutsättningar /RF-intervall anges för att kunna göra en bedömning om tillämplighet i beräkningen.

Om endast ett intervall kan erhållas för ett material eller om det inte är rätt intervall bör beräkningen endast kunna anses vara en överslagsberäkning. För beräkningar med större noggrannhet behövs kännedom om flera intervall.

### *Data och kritikalitet*

Relevanta materialdata för att kunna utföra (fukt-)beräkningar och simuleringar i golvkonstruktioner är framförallt sorptionskurvor och transportkoefficienter i förhållande till RF för de aktuella materialen. Det är även nödvändigt att veta hur mycket vatten som materialen innehåller inledningsvis och som ska torkas ut i konstruktionen (överskottsfukten).

För att kunna bedöma resultatet av sin beräkning behövs kännedom om materials kritiska förhållanden, dess kritikalitet. I golvkonstruktioner handlar det framförallt om pH och RF men även varaktighet i kritiska förhållanden är viktigt.

Förutom den rena materialdatan bör även datum för mätning/laboratorieförsök samt vilken standard eller metod som är använd redovisas.

### 6.1.2 Materialtyper

Materialen delas upp i tjocka och tunna material. För de tjocka materialen (t ex avjämning och trägolv) behöver hänsyn tas till sorption inuti materialet, medan för de tunna materialen (t ex mattor, lim, spärrskikt och primers) försummas denna. För lim, spärrskikt och primers är vatteninnehåll/byggfukt också viktigt.

Tjocka materialskikt simuleras med en tjocklek och transportkoefficienten  $\delta$  i förhållande till fuktpotential RF är relevant tillsammans med sorptionskurva för dessa material. Tunna material kan simuleras som oändligt tunna med ett ånggenomgångsmotstånd  $Z$  i förhållande till fuktpotential RF.

### *Avjämningsmassa*

Avjämningsmassan kan fungera som buffert för limfukten när betongen är så pass tät att den inte tar upp fukt från limmet. Avjämningsmassan sänker även alkaliteten i ytan vilket är gynnsamt för limmet. Viktiga materialdata är desorptions- och absorptionskurvor och transportkoefficient vid desorption som funktion av RF/fukthalt. Diskussion kring hydratation gav vid handen att denna inte är nödvändig att beskriva i detalj utan kan förutsättas ske snabbt och resultera i ett startvärde för RF. Kritikalitet för avjämningsmassor ansågs vara försumbar i sammanhanget.

Vid köp av avjämningsmassor ges information om blandningsförfarande, rekommenderade tjocklekar och exempel på uttorkningstider för specifika förhållanden. Mer (beräknings-) teknisk data kan ofta erhållas vid förfrågan. Sorptionskurvor och ångtransportkoefficienter finns framtagna.

### *Lim*

Limmet läggs på avjämningsmassa eller betong för att se till att mattan sitter fast. Dispersionslim torkar till färdig produkt. Viktiga materialdata är trolig vattenmängd som byggs in vid mattläggning, vilket är en funktion av limmets vatteninnehåll, mängd lim per ytenhet samt avdunstning innan mattläggning samt kritikalitet. Det hade också varit bra med sorptions- och transportegenskaper, men det bedöms ha försumbar påverkan och därmed inte rimligt att ta fram.

Limmet är ofta den komponent i ett golvsystem som börjar brytas ned först vid för höga fuktnivåer. Då lim oftast blandas med vatten (dispersionslim) är det även en fuktkälla som behöver kvantifieras. I produktbladen anges torrhalten tillsammans med rekommenderad limmängd per kvadratmeter vilket ger hur mycket vatten som tillförs. Det finns rekommendationer kring tid mellan påförandet av lim och mattläggning beroende på inneklimat. Oklarheter finns kring hur mycket vatten som sugts in i underliggande material respektive hinner avdunsta innan mattan läggs på. Från leverantören finns endast uppgift om förväntad vatteninnehåll i limmet vid läggning, inte vilken mängd som avdunstat respektive sugits upp i underlaget.

Kritiska parametrar för limmet är alkalitet och relativ fuktighet. Det anges ofta att RF i underkonstruktionen ej får överstiga 85 %, oavsett tätheten på ovanliggande material. Kritisk pH-nivå är inte kvantifierad. Initialt överskrids 85 %RF då produkten blandas med vatten. Det saknas dock uppgifter för vilken varaktighet för fuktförhållanden som kan antas vara kritiska.

Ånggenomgångsmotståndet anges av leverantör som försumbart. Mätning som styrker detta har efterfrågats men detta är inte baserat på någon mätning utan bygger på att akrylprodukter har mycket låga motstånd om inga specifika åtgärder utförs vid tillverkning enligt tillverkare.

#### *Andra tunna skikt*

Övriga tunna skikt som kan ingå i en konstruktion är primer, spärrskikt och ångspärrar. En primer läggs för bättre vidhäftning. Spärrskikt och ångspärrar för att hindra fukt- eller alkalitransport genom konstruktionen.

Viktiga parametrar för primer antas vara samma som för lim, dvs. vattenmängd som byggs in och eventuell kritikalitet. Ångmotstånd betraktas som försumbart.

Viktiga parametrar för ångspärr är ånggenomgångsmotstånd, Z. Ångspärrar (plastfolie och liknande) har ofta ett högt ångmotstånd. Detta varierar i viss mån med omgivande fuktighet, RF. Ofta ges endast ett värde på ånggenomgångsmotstånd Z med okänt intervall. Värden för flera RF-intervall är nödvändigt för att utföra beräkningar med högre säkerhet.

Spärrskikt ingår normalt inte i en golvkonstruktion, och var inte representerat i referensgruppen. Dessutom fokuserar de flesta av spärrskikten på att sänka pH:et i ytan och har en begränsad påverkan på ångtransporten. Därför har de inte tagits med i denna sammanställning.

#### *Mattor*

Mattor av olika slag används som ytskikt. Viktiga funktioner för en matta kan vara städbarhet, nötning, friktion etc. Endast ibland, i t ex. våtrum, anges krav på ånggenomgångsmotstånd.

Viktig materialdata ur fuktsynpunkt är ånggenomgångsmotstånd som en funktion av RF samt kritikalitet. Byggfuktinnehåll för mattan antas vara försumbart.

På produktblad är det inte standard att ange fukttegenskaper för produkten, mer än att underliggande betong ska vara uttorkad till under 85 % RF. Ånggenomgångsmotstånd,  $Z$ , kan erhållas för en del produkter från vissa leverantörer. Då oftast endast som ett värde för ett okänt RF-intervall. Då ånggenomgångsmotståndet varierar med RF behövs data för flera fuktområden/intervall. Om endast ett värde erhålls måste fuktområde (och temperatur) anges. I projektet har data i form av  $Z$  i några olika RF-intervall erhållits från en leverantör. Datan gällde för ett urval av produkter och presenterades som resultat från fem provkroppar samt medelvärde av dessa.

## 6.2 Resultat från litteraturstudie

I litteraturstudien har myndighetskrav undersökts, vad som gäller för fuktmätningar, mätning av materialegenskaper, vilka beräkningsprogram som används samt vilka materialegenskaper som finns tillgängliga.

### 6.2.1 Myndighetskrav

Boverkets byggregler har föreskrifter om fuktskydd i avsnitt 6:1 och 6:5, bland annat:

BBR 6:1: ”Byggnader och deras installationer ska utformas så att luft- och vattenkvalitet samt ljus-, fukt-, temperatur- och hygienförhållanden blir tillfredsställande under byggnadens livslängd och därmed olägenheter för människors hälsa kan undvikas.”

BBR 6:51: ”Byggnader ska utformas så att fukt inte orsakar skador, lukt eller mikrobiell växt som kan påverka hygien eller hälsa.”

BBR 6:52: ”... Om det kritiska fukttillståndet inte är väl undersökt och dokumenterat ska en relativ fuktighet (RF) på 75 % användas som kritiskt fukttillstånd.”

För att kunna säkerställa att framförallt BBR 6:51 uppfylls när t ex fuktdimensioneringar görs behöver vi känna alla data för de material som används. Även kännedom om materials kritiska fukttillstånd behövs för att inte behöva ligga på säkra sidan med 75 % RF enligt BBR 6.52.

### 6.2.2 Fuktmätningar

Ett kvalitetssäkrat sätt att mäta relativa fuktigheten i betong är att följa Manual Fuktmätning i betong från Sveriges Byggindustrier, RBK. Det är praxis i många byggprojekt och det hänvisas även i AMA Hus 18 till denna metod. Tidigare har det ekvivalenta mätdjupet legat på 20-40 % av bjälklagets tjocklek. I manualen (Flik 2, ver 6) nämns även möjligheten att räkna om det ekvivalenta mätdjupet. Förutsättningarna för detta är att den som utför beräkningarna ska ha kunskapen i att använda lämpligt beräkningsverktyg samt ha tillgång till tillräckliga materialdata.

### 6.2.3 Mätning av materialegenskaper enligt standard

*Mattor*

Standarden SS-EN ISO 12572:2016 beskriver hur man mäter ångpermeabilitet i byggprodukter med den så kallade ”koppmetoden”. Standarden används framförallt för att mäta tunna material som t ex olika typer av mattor.

Tabell 1 i standarden, se nedan, beskriver fem olika uppsättningar (test conditions) A-E.

Uppsättning	Temperatur °C	RF % (torr sida)	RF % (blöt sida)
<b>A</b>	23 ±1	0 ±5	50 ±5
<b>B</b>	23 ±1	0 ±5	85 ±5
<b>C</b>	23 ±1	50 ±5	93 ±5
<b>D</b>	38 ±1	0 ±5	93 ±3
<b>E</b>	23 ±1	50 ±5	100

Den ”blöta” sidan om provet ges genom en definierad saltlösning som skapar en relativ fuktighet vid en bestämd temperatur. Den ”torra” sidan fås i ett klimatskåp. Temperaturstabilitet är mycket viktigt och variationen bör redovisas.

I ovan nämnda standard finns förslag på saltlösningar som skapar följande RF-nivåer (vid 23 °C):

- 52 %
- 53 %
- 85 %
- 93 %
- 94 %

Det finns flera förslag på saltlösningar i ISO 12571:2013, Annexes A och B. Bland annat finns det en saltlösning som skapar 33 % RF vid 20 °C. Möjligheten till standardiserade RF-nivåer med hjälp av salt-lösningar och klimatskåp borde göra mätningar i olika intervall möjliga.

Vidare beskriver standarden att fem provkroppar ska användas och att man ska redovisa medelvärdet av dessa prov samt varje individuellt prov. Detta är viktigt då variationen mellan prov kan variera stort. Eventuella avvikelser från standardens provuppställning, t ex temperaturvariationer, ska redovisas.

#### *Avjämningsmassor*

Standarden ovan är mindre lämplig för t ex avjämningsmassor. Istället har Anderberg (2007) tagit fram en mätmetod som relativt snabbt ger sorptionsisotermer och diffusionskoefficienter.

#### 6.2.4 Fuktberäkningsprogram

##### *WUFI*

WUFI är ett PC-program som utför hygrotermiska (värme och fukt) analyser i byggkonstruktioner. Detta program har i använts i branschen för att simulera hur fukt fördelar sig i konstruktioner. Beräkningarna kräver tillförlitlig indata.

##### *ProduktionsPlaneringBetong, PPB*

Det pågår framtagande av en fuktmodul till det befintliga programmet PPB. Den nya modulen ska möjliggöra prediktering av uttorkningen i golvkonstruktioner. Detta ställer krav på relevant indata för alla ingående material.

### 6.2.5 Materialdata

Ett tidigare SBUF-projekt har handlat om materialdata. *SBUF-projekt 12210 Fuktegenskaper för byggnadsmaterial: Litteraturstudie och sammanställning av tillgängliga materialdata (Åhs, M. 2012)*. syftet med projektet var:

- att göra befintlig kunskap om fuktegenskaper tillgänglig och hålla den uppdaterad.
- att inventera behovet hos användarna av materialegenskaper.
- att finna lämplig form som de skall redovisas i.

Studien identifierade materialdata för följande produktgrupper:

- 12 st trägolv (2007).
- Avjämningsmassa (2004, 2011)
- Mattor:
  - 2011            1 st            (PVC)
  - 1977           11 st           (PVC och textil)
  - 1972           1 st            (PVC)

Det är svårt att få tag på aktuella sammanställningar av materialdata för relevanta material.

Värt att notera är att materialdata för de relevanta produkterna är nästan uteslutande mycket gamla. Det är inte troligt att dessa data fortfarande är giltiga (eller att produkterna fortfarande finns på marknaden).

WUFI:s materialdatabas innehåller materialdata för många material/produkter. Mätmetod och giltighetsintervall för data är dock ofta okänd. Det kan också vara svårt att hitta jämförbara data för produkter som är vanliga på den svenska marknaden.

## 7 SLUTSATSER

Synen på golvkonstruktioner behöver nyanseras. Att material har utvecklats och inte har samma egenskaper som tidigare år måste accepteras i branschen och nya vägar behöver upptäckas. Genom fuktberäkningar i projekteringsskedet kan risker bedömas och produktion underlättas.

- Detaljerade fuktegenskaper och kritikalitet för ingående material saknas i stor utsträckning idag då den materialdata som efterfrågats ofta har varit begränsad till att materialet ska klara 85 % RF.
- Nya sätt att fuktdimensionera golvkonstruktioner kommer att vinna mark beroende på flera faktorer, drivkrafter kan exempelvis vara en önskan om kortare byggtider, ökad möjlighet till datorsimuleringar eller behov av produktutveckling av ingående material.
- Produktutveckling inom de olika produktgrupperna påverkar golvkonstruktionen. För att möjliggöra produktutveckling av ingående material behöver egenskaper för varje material specificeras så att trovärdiga beräkningar kan göras.
- Den materialleverantör som kan tillhandahålla material med väldokumenterade egenskaper kommer att få en konkurrensfördel.
- Eventuellt kommer en produktutveckling mot mindre täta material att efterfrågas.
- Med idag befintliga provningsmetoder kan relevant materialdata tas fram.

### 7.1 Förslag på fortsatt arbete

Nästa steg är att materialtillverkare måste ta fram relevant materialdata. Detta projekt har tagit fram specifikation på lämpliga data men samtidigt identifierat att dessa data saknas i stor utsträckning. Det är därför viktigt att materialtillverkarna så snart som möjligt tar fram kvalitativ materialdata, både på befintliga och nya kommande produkter. Framtagandet av denna data ingår inte i nuvarande tillverkningsprocesser, och materialtillverkarna behöver avsätta mer tid och resurser till detta.

Samtidigt måste projekt och projektörer efterfråga datan för att kunna välja, för projektet, rätt produkt. Det är även viktigt att den som utför beräkningar har kompetens att bedöma kvaliteten på indata och därmed resultat av beräkningen.

Då omfördelningsberäkningar enligt RBK blir vanligare finns det ett ökat behov av en standardiserad metod eller guidelines för att olika aktörer ska kunna utföra kvalitetssäkrade och jämförbara beräkningar.



## 8 LITTERATURFÖRTECKNING

Anderberg A., (2007). Studies of moisture and alkalinity in self-levelling flooring compounds  
Division of Building Materials, LTH, Lund University

BETSI (Byggnaders energianvändning, tekniska status och inomhusmiljö). (2010).  
ISBN (tryck):978-91-86342-47-0. ISBN (PDF):978-91-86342-48-7

Boverkets byggregler, BFS 2011:6 med ändringar tom BFS 2018:4.

Fukt- och värmetekniska egenskaper hos byggmaterial och byggprodukter – Bestämning av permeabilitet för vattenånga (ISO 12572:2016, IDT)

Stelmarczyk M., Rapp T., Hedlund H., Gränne G., Gunnarsson M., (2018). Finns det någon fördel med modern, tät betong?

[https://www.sbuf.se/ppb/Nyheter/Finns\\_det\\_nagon\\_fordel/](https://www.sbuf.se/ppb/Nyheter/Finns_det_nagon_fordel/)

Rådet för byggkompetens, RBK

[www.rbk.nu](http://www.rbk.nu)

Statistiska urval och metoder i Boverkets projekt BETSI

Tengberg S.C. (2018). *Uttorkning av betong med mineraliska tillsatser - förstudie*. SBUF 13358

Rapp T., (pågående). *Utredning av funktionell uttorkningsnivå hos betong med mineraliska tillsatser*. SBUF 13354

Åhs M., (2012). *Web-baserade fuktegenskaper för material*. SBUF 12210

## 9 BILAGOR

	SORPTION	ÅNGENOMGÅNGS- MOTÅND 33-85 % RF	ÅNGENOMGÅNGS- MOTÅND 33-50 % RF	ÅNGENOMGÅNGS- MOTÅND 50-75 % RF	ÅNGENOMGÅNGS- MOTÅND 75-85 % RF	ÖVERSKOTTSFUKT, VATTENINNEHÅLL	KRITIKALITET SAMT VARAKTIGHET, % RF	KRITIKALITET SAMT VARAKTIGHET, pH
MATTA		Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m		Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
LIM						Anges i kg/m <sup>2</sup>	Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
TRÄGOLV	Sorptionsisotermier för desorption och absorption ska redovisas	Anges som $\hat{\sigma}$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\hat{\sigma}$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\hat{\sigma}$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\hat{\sigma}$ , m <sup>2</sup> /s		Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
ÅGBROMS/ ÅNGSPÄRR		Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m			
AVJÄMNING	Sorptionsisotermier för desorption och absorption ska redovisas		Anges som $\hat{\sigma}$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\hat{\sigma}$ , m <sup>2</sup> /s	Anges som $\hat{\sigma}$ , m <sup>2</sup> /s		Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
ISOLERING (flytande golv)		Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m	Anges som Z, s/m			
ANDRA TUNNA SKIKT		Anges som Z, m/s	Anges som Z, m/s	Anges som Z, m/s	Anges som Z, m/s	Anges i kg/m <sup>2</sup>	Anges i % RF, dagar	Anges i pH, dagar
Ange datum för mätning samt vilken standard/metod som har använts:								